ИЗМЕНЕНИЕ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ КОСТНОЙ ТКАНИ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ НА РАЗЛИЧНЫХ ЕЕ УЧАСТКАХ ПРИ ПОТЕРЕ ЗУБОВ У ВЗРОСЛОГО ЧЕЛОВЕКА

^{1,2}Гайворонский И.В., ^{1,3}Гайворонская М.Г., ¹Иорданишвили А.К., ¹Шашков В.А.

¹Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, ²Санкт-Петербургский государственный университет,

³Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: i.v.gaivoronsky@mail.ru

CHANGES IN THE LIMIT OF THE BONE TISSUE STRENGTH OF THE MANDIBLE IN ITS VARIOUS PARTS AT THE LOSS OF TEETH IN AN ADULT

^{1,2}Guyvoronsky IV, ^{1,3}Guyvoronskaya MG, ¹Iordanishvili AK, ¹Shaschkov VA

¹Kirov Military Medical Academy, ²Saint-Petersburg State University, ³Almazov National Medical Research Center, Saint-Petersburg, Russia, e-mail: i.v.gaivoronsky@mail.ru

Для цитирования:

Гайворонский И.В., Гайворонская М.Г., Иорданишвили А.К., Шашков В.А. Изменение предела прочности костной ткани нижней челюсти на различных ее участках при потере зубов у взрослого человека// Морфологические ведомости.- 2020.- Том 28.- № 4.- С. 9-14. [https://doi.org/10.20340/mv-mn.2020.28\(3\):9-14](https://doi.org/10.20340/mv-mn.2020.28(3):9-14)

For the citation:

Guyvoronsky IV, Guyvoronskaya MG, Iordanishvili AK, Shaschkov VA. Changes in the limit of the bone tissue strength of the mandible in its various parts at the loss of teeth in an adult. Morfologicheskie Vedomosti – Morphological Newsletter. 2020;28(3):9-14. [https://doi.org/10.20340/mv-mn.2020.28\(3\):9-14](https://doi.org/10.20340/mv-mn.2020.28(3):9-14)

Резюме. Травматические повреждения и переломы нижней челюсти являются актуальной проблемой в челюстно-лицевой хирургии и травматологии. На 90 нижних челюстях взрослых людей изучена прочность костной ткани нижней челюсти. Все челюсти систематизированы на три группы: с интактным прикусом, частичной и полной потерей зубов. Для оценки архитектоники костной ткани тела нижней челюсти выполнены сагитальные и фронтальные распилы в области моляров. Установлено, что, в случае полного набора зубов, предел прочности костной ткани в области резцов составляет $441,3 \pm 32$ МПа; в области премоляров $411,9 \pm 20$ МПа; моляров $431,3 \pm 24$ МПа; в области основания венечного отростка $156,9 \pm 14$ МПа; в области основания мыщелкового отростка $205,9 \pm 19$ МПа. В наибольшей степени при частичной потере зубов изменяется прочность костной ткани в области моляров и угла нижней челюсти при I и II классах по Кеннеди. При полной потере зубов значения прочности костной ткани в области моляров, угла и мыщелкового отростка снизились на 22,5-27,7%, в области резцов на 6,7%. Показано, что при полном наборе зубов наиболее часто наблюдался II класс по U. Lekholm и G. Zarb – в 66,7% случаев, реже I класс – в 16,7% и III класс – в 13,3%, IV класс наблюдался наиболее редко – в 3,3% наблюдений. При полной потере зубов отмечается наличие преимущественно II и III классов. Доказано, что прочность костной ткани тела нижней челюсти значительно уменьшается с возрастом при потере зубов у взрослого человека, что связано с существенными изменениями качества костной ткани.

Ключевые слова: нижняя челюсть, предел прочности, перелом нижней челюсти, структура костной ткани, потеря зубов

Summary. Traumatic injuries and fractures of the lower jaw are an urgent problem in maxillofacial surgery and traumatology. The strength of the bone tissue of the lower jaw has been studied on 90 lower jaws of adults. All jaws are systematized into three groups: with intact bite, partial and complete loss of teeth. To assess the architectonics of the bone tissue of the mandibular body, sagittal and frontal cuts were made in the molar region. It has been established that, in the case of a complete set of teeth, the ultimate strength of the bone tissue in the area of the incisors is 441.3 ± 32 MPa; in the area of premolars 411.9 ± 20 MPa; molars 431.3 ± 24 MPa; in the area of the base of the coronoid process 156.9 ± 14 MPa; in the area of the base of the condylar process 205.9 ± 19 MPa. To the greatest extent, with partial loss of teeth, the strength of bone tissue in the region of the molars and the angle of the lower jaw changes in Kennedy classes I and II. With the complete loss of teeth, the values of bone strength in the area of molars, angle and condylar process decreased by 22.5-27.7%, in the area of incisors by 6.7%. It was shown that with a full set of teeth, class II according to U. Lekholm and G. Zarb was most often observed - in 66.7% of cases, less often class I - in 16.7% and class III - in 13.3%, class IV was observed most rarely - in 3.3% of cases. With complete loss of teeth, the presence of mainly II and III classes is noted. It has been proven that the strength of the bone tissue of the lower jaw body decreases significantly with age with the loss of teeth in an adult, which is associated with significant changes in the quality of bone tissue.

Key words: mandible, limit of the strength, fracture of the mandible, bone tissue structure, loss of teeth

Введение. В настоящее время одновременно с ростом общего травматизма растет число повреждений челюстно-лицевой области. Переломы нижней челюсти в среднем составляют 45-90% случаев среди всех случаев повреждений лица [1-4]. Тело и угол нижней челюсти являются местом локализации переломов нижней челюсти в 75-83% случаев; ветви – в 18-24%, а повреждения мыщелкового отростка встречаются в 32% всех переломов нижней челюсти. В области малых коренных зубов переломы происходят в 16-18% случаев, в области

больших коренных – в 14-15%, реже всего – в области резцов [5]. Локализация повреждения является основополагающей для выбора подходов к лечению переломов костей лицевого черепа [6-10].

Цель исследования: изучить прочностные характеристики нижней челюсти на различных участках и их взаимосвязь с особенностями структуры ее костной ткани.

Материалы и методы исследования. Для изучения прочности костной ткани нижней челюсти были отобраны 30 нижних челюстей взрослых людей с интактным прикусом, 30 – с частичной потерей зубов и 30 – с полной потерей зубов на нижней челюсти. Для оценки архитектоники костной ткани тела нижней челюсти выполнено 15 сагиттальных и 15 фронтальных ее распилов в области моляров. Специально разработанное авторами устройство для определения предела прочности костной ткани нижней челюсти содержит раму, на которой подвижно размещен механизм, создающий определенное давление на различные анатомические образования нижней челюсти и подвижная по раме фиксационная планка, фиксирующая нижнюю челюсть при помощи хомутов и регулируемая по высоте. Механизм, создающий давление на кость, имеет встроенный датчик силы давления, которая отображается в электронном виде на табло. При фиксировании нижней челюсти в двух точках на фиксационной планке механизмом создается давление на заданные анатомические образования и оценивается сила давления, необходимая для перелома кости. Конструкция устройства иллюстрируется на рис. 1.

а

б

Рис. 1. Устройство для оценки прочности нижней челюсти на различных ее участках (а), процедура моделирования перелома нижней челюсти в области моляров (б).

При использовании прибора на электронном табло в килограммах отражалась масса сообщаемая на датчик. Площадь поверхности, создающей давление, составила 113 мм². Таким образом, исходно получали значение предела прочности во внесистемных единицах – килограмм-сила на квадратный миллиметр (кгс/мм²). Затем производили перевод полученных значений в системную единицу – Па, путем добавления стандартной приставки в МПа. Изучения влияния структуры костной ткани нижней челюсти на прочностные характеристики данной кости проводилось на препаратах нижней челюсти, распиленных в сагиттальной и фронтальной плоскостях (90 челюстей). Все препараты были систематизированы согласно классификации U. Lekholm и G. Zarb [11], согласно которой существуют 4 класса качества кости: I – костная ткань челюсти представлена гомогенным компактным слоем; II – толстый компактный слой окружает высокоразвитый губчатый слой; III – тонкий компактный слой окружает высокоразвитый губчатый слой; IV – тонкий компактный слой окружает губчатый слой с малой плотностью трабекул.

Результаты исследования и обсуждение. Установлено, что, в случае полного набора зубов предел прочности костной ткани в области резцов составляет 441,3±32 МПа; в области премоляров – 411,9±20 МПа; моляров – 431,3±24 МПа; в области основания венечного

отростка – $156,9 \pm 14$ МПа; в области основания мышцелкового отростка – $205,9 \pm 19$ МПа (таблица 1).

Таблица 1

Значения предела прочности костной ткани нижней челюсти на различных ее участках при интактном прикусе, частичной и полной потере зубов в МПа ($M \pm \delta$)

Область давления нижней челюсти	ИП*	ЧПЗ**		ППЗ***
		I, II класс по Кеннеди	III, IV класс по Кеннеди	
Резцы	$441,3 \pm 32$	$440,9 \pm 34$	$422,4 \pm 39$	$411,8 \pm 38$
Премоляры	$411,9 \pm 20$	$402,1 \pm 37$	$353,1 \pm 28$	$362,8 \pm 32$
Моляры	$431,3 \pm 24$	$370,6 \pm 32$	$402,3 \pm 39$	$323,8 \pm 31$
Угол	$417,6 \pm 39$	390 ± 34	$410,3 \pm 31$	$323,6 \pm 30$
Мышцелковый отросток	$205,9 \pm 19$	$190,4 \pm 18$	$195,3 \pm 16$	$147,9 \pm 13$
Венечный отросток	$156,9 \pm 14$	$153,1 \pm 12$	$150,2 \pm 12$	$147,1 \pm 12$

Примечания: ИП* – интактный прикус, ЧПЗ** – частичная потеря зубов, ППЗ*** – полная потеря зубов

В наибольшей степени при частичной потере зубов изменяется прочность костной ткани в области моляров и угла нижней челюсти при I и II классах по Кеннеди (при одно- и двусторонних концевых дефектах) которая составила $370,6 \pm 32$ МПа и $390,3 \pm 34$ МПа, соответственно. При III и IV классах по Кеннеди локализация дефектов в области фронтальной группы зубов сопровождалась снижением прочностных показателей костной ткани тела нижней челюсти в области резцов до $422,4 \pm 39$ МПа, в области премоляров – до $353,1 \pm 28$ МПа.

Наиболее низкие показатели предела прочности были установлены при полной потере зубов на нижней челюсти. По сравнению с группой с полным набором зубов на нижней челюсти значения прочности костной ткани в области моляров, угла и мышцелкового отростка снизились на 22,5-27,7% и составили соответственно $323,8 \pm 31$ МПа, $323,6 \pm 30$ МПа и $147,9 \pm 13$ МПа (рис. 2, рис. 3). Изменения в области резцов были не столь значительны. Разница в значении прочности тела нижней челюсти в данной области по сравнению с группой с полным набором зубов составила всего 29,5 МПа (на 6,7% меньше, чем при полном наборе зубов). В области основания венечного отростка различия были еще меньше и составили всего 9,8 МПа.

а

б

Рис. 2. Моделирование перелома в области симфиза нижней челюсти (*Symphysis mandibulae*, TA-2, 838) при полной потере зубов: а) – процедура воздействия; б) – результат воздействия.

Рис. 3. Моделирование перелома в области угла нижней челюсти при полной потере зубов: а) – процедура воздействия; б) – результат воздействия.

По данным В.А. Гука [12], переломы в области тела и угла нижней челюсти встречаются чаще у пациентов с полной потерей зубов, что может быть объяснено значительным снижением предела прочности костной ткани в данных областях. При этом переломы в области подбородка у лиц пожилого и старческого возраста встречаются существенно реже. Несмотря на то что, как отмечают некоторые авторы [13], высота тела нижней челюсти в области премоляров существенно снижается при потере зубов, нами не выявлено существенного снижения предела прочности в данной области. Это может быть объяснено тем, что края подбородочного отверстия утолщены валиком компактного костного вещества, который не подвержен выраженным атрофическим изменениям [14]. Как отмечают Иорданишвили и соавт. (2013), шейку нижней челюсти следует рассматривать как место, где механическое сопротивление кости выражено в наименьшей степени, поэтому потеря зубов приводит к дополнительному снижению ее прочности, однако нами установлено, что она снижается в меньшей степени, чем в области угла и моляров [15]. Это может быть объяснено тем, что в головке нижней челюсти и ее шейке при потере зубов изменяется соотношение компактного и губчатого вещества, поскольку увеличивается содержание последнего в среднем на 8,7%, что носит компенсаторно-приспособительный характер, так как при отсутствии зубов возникает функциональная перегрузка височно-нижнечелюстного сустава и именно губчатое вещество способствует ее упрочнению [16].

С целью выявления анатомических причин уменьшения предела прочности костной ткани нижней челюсти при потере зубов авторами были выполнены фронтальные и сагиттальные распилы ее тела. Изучение особенностей строения компактного и губчатого вещества кости было проведено с использованием классификации U. Lekholm и G. Zarb [11]: класс I — костная ткань челюсти представлена гомогенным компактным слоем; класс II — толстый компактный слой окружает высокоразвитый губчатый слой; класс III — тонкий компактный слой окружает высокоразвитый губчатый слой; класс IV — тонкий компактный слой окружает губчатый слой с малой плотностью трабекул. Показано, что при полном наборе зубов наиболее часто наблюдался II класс — в 66,7% случаев, реже — I класс — в 16,7% и III класс — в 13,3%, а IV класс — наиболее редко — в 3,3% наблюдений. При полной потере зубов отмечалось наличие преимущественно II и III классов. Частота данных классов составила 26,7% и 53,3% соответственно; I класс в данной группе встречался в 3,3% случаев; IV класс — в 16,7%.

При изучении влияния структуры костной ткани на характер перелома следует отметить, что при III и IV классах малая прочность трабекул способствует возникновению многооскольчатых переломов, в то время как при I и II классах достаточная прочность компактного вещества и высокоразвитый губчатый слой обуславливают возникновение линейных переломов нижней челюсти (рис. 4, рис. 5).

Рис. 4. Линейный перелом нижней челюсти в области моляров при II классе по U. Lekholm и G. Zarb.

Рис. 5. Многооскольчатый перелом нижней челюсти в области моляров при III классе по U. Lekholm и G. Zarb.

Заключение. Таким образом, анализ полученных авторами результатов позволяет сделать заключение о том, что прочность костной ткани тела нижней челюсти у взрослого человека значительно уменьшается с возрастом при потере зубов, что связано с существенными изменениями качества костной ткани данной кости, уменьшением толщины компактного слоя, толщины и плотности трабекул губчатого слоя.

Авторы заявляют об отсутствии каких-либо конфликтов интересов при планировании, выполнении, финансировании и использовании результатов настоящего исследования.

Литература References

1. Barsegian SN. Analiz oslozhnenij lechenija bol'nyh s perelomami nizhnej cheljusti. Universitetskaja nauka: Teorija, praktika, innovacii. Sbornik trudov 73-j nauchnoj konferencii KGMU i sessii Central'no-Chernozemnogo nauchnogo centra RAMN. Kursk: GOU KRMURoszdrava, 2008;2:363-364.
2. Kozlov VA i dr. Ocenka funkcional'nogo sostojanija nerono-myshechnogo apparata zhevatel'noj grupy myshc pri vysokih perelomah vetvi nizhnej cheljusti. Klinicheskaja implantologija i stomatologija. 2001;4-5:98-101.

3. Flejsher GM. Osobennosti klinicheskoy kartiny perelomov nizhnej cheljusti. *Simvol nauki*. 2016;2-3(14): 178-182.
4. Hoffman WI. Rigid internal fixation vs. traditional techniques for the treatment of mandible fractures. *J. Trauma*. 1990;30(8):1032-1035.
5. Jegemkulov VA. Prichiny i chastota vstrechaemosti bol'nyh s perelomami myshhelkovogo otrostka nizhnej cheljusti. *Molodoj uchenyj*. 2016;11:1189-1193.
6. Efimov JuV, Stomatov DV, Efimova EJu. Lechenie bol'nyh s odносторонним kosym perelomom nizhnej cheljusti. *Medicinskij vestnik Severnogo Kavkaza*. 2019;14(1-1):94-96.
7. Trubina AV, Trubin VV, Merkulova LM. Anatomicheskoe obosnovanie vybora metody osteosinteza spicej pri perelomah myshhelkovogo otrostka nizhnej cheljusti. *Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke. Zhurnal nauchnyh statej*. 2016;8:30-33.
8. Urgunaliyev BK, Boronchaev AT. Lechenie i reabilitacija bol'nyh s perelomami kostej cheljustno-licevoj oblasti v sovremennoj medicine. *Nauka, novye tehnologii i innovacii Kyrgyzstana*. 2016;10:113-116.
9. Chzhan Sh, Petruk PS, Medvedev JuA. Perelomy nizhnej cheljusti v oblasti tela i ugla: principy hirurgicheskogo lechenija. Chast' II. *Rossijskij stomatologicheskij zhurnal*. 2017;21(4):203-207.
10. Tulkumbayev AR Clinical and roentgenologic and electromiographic assessment of mandibul-maxillary fixation in treatment of patients with fractures of the lower jaw. *Medicina i ekologija*. 2018;1(86):105-108.
11. Lekholm U, Zarb G. Patient selection and preparation. *Tissue-Integrated Prostheses Osseointegration in Clinical Dentistry*. Eds. P.I. Branemark, G. Zarb. Chicago: Quintessence Publishing, 1985:199-210.
12. Guk VA. Osobennosti klinicheskogo techenija i lechenija perelomov nizhnej cheljusti u pacientov pozhilogo i starcheskogo vozrasta: avtoref. diss. kand. med. nauk. S-Pb., 2011.- 27s.
13. Komarnickij OV. Anatomicheskoe obosnovanie implantacii iskusstvennyh opor zubnyh protezov na nizhnej cheljusti: avtoref. dis. kand. med. nauk. S-Pb., 2012.- 20s.
14. Grishenkova LN i dr. Sudebno-medicinskaja jekspertiza perelomov nizhnej cheljusti: ucheb.-metod. posobie. Minsk: BGMU, 2012.- 55s.
15. Iordanishvili AK, Magradze GN, Samsonov VV. Vozrastnye osobennosti stroenija vetvi nizhnej cheljusti u vzroslogo cheloveka. *Medline.ru*. 2013;14(1):148-155.
16. Gajvoronskaja MG. Anatomico-klinicheskie obosnovanija lechenija okkluzionno-obuslovlennyh zabolevanij zhevatel'nogo apparata: avtoref. dis. d-ra med. nauk. S-Pb., 2014:39.

Авторская справка

Гайворонский Иван Васильевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной анатомии, Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова; заведующий кафедрой морфологии, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: i.v.gaivoronsky@mail.ru

Гайворонская Мария Георгиевна, доктор медицинских наук, доцент, кафедра морфологии, Санкт-Петербургский государственный университет; профессор лечебный факультет, Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: solnushko12@mail.ru

Иорданишвили Андрей Константинович, доктор медицинских наук, профессор, кафедра челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии, Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: professoraki@mail.ru

Шашков Владимир Андреевич, преподаватель, кафедра нормальной анатомии, Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: drshaskov@mail.ru