

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis, C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article, E – Critical review, F – Final approval of the article / A – концепція роботи та дизайн, B – збір та аналіз даних, C – відповідальність за статистичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Received 28.09.2023 / Стаття надійшла 28.09.2023 року
Accepted 01.03.2024 / Стаття прийнята до друку 01.03.2024 року

DOI 10.29254/2077-4214-2024-1-172-502-511

UDC 611.732.73/74:532.513:616.314 11/15-007.232-02

Koval Yu. P.

THE VALUE OF BIOMECHANICAL PROPERTIES "SPEED" AND "STRENGTH" (ACCORDING TO BERNOULLI'S PRINCIPLE) OF THE PTERYGOID MUSCLES IN THE DEVELOPMENT OF PATHOLOGICAL TOOTH ABRASION

Poltava State Medical University (Poltava, Ukraine)

Yura1989koval@gmail.com

The muscles that raise, laterally move and advance the mandible contribute to the development of pathological abrasion of the hard tissues of the teeth. However, only the temporalis and masseter muscles are available for unobstructed external electromyographic examination. Due to their anatomical location, the lateral and medial pterygoid muscles can only be studied using magnetic resonance imaging, determining their physical dimensions, which can be used for further mathematical analysis and knowledge of their biomechanical properties. The Bernoulli principle was applied to further study the influence of the biomechanical properties of these muscles. Its essence is as follows: it is not the cross-sectional area of the muscle that matters but the ratio of length to cross-sectional area. Given the same cross-sectional area, the shorter muscle will be "strong", and the longer one will be "fast". Strong contracts and relaxes slowly, with a low contraction amplitude. The fast one contracts and relaxes rapidly with a high contraction amplitude. We have proposed a formula for calculating the dimensionless coefficient of the Bernoulli principle of the ratio of muscle length to cross-sectional area. The calculated numerical expressions of this coefficient for the lateral and medial pterygoid muscles in individuals without signs of dental hard tissue damage and in patients with pathological tooth abrasion of varying severity were compared. The biomechanical properties of "speed" and "strength" of both pterygoid muscles in each study group were determined. In the control group, the average values of the coefficients of the same-named pterygoid muscles on the priority and secondary sides of mastication differ insignificantly, and the balance between the properties of "speed" and "strength" is maintained. In patients with pathological tooth abrasion, with increasing severity of the disease, both pterygoid muscles acquire the biomechanical property "speed" rather than "strength", which, in combination with the dominant biomechanical property "strength" of the temporalis and masseter muscles, leads to the development of generalised pathological tooth abrasion.

Key words: pterygoid muscles, magnetic resonance imaging, Bernoulli's principle, biomechanics.

Connection of the publication with planned research works.

The author's scientific work is part of the initiative research work of the Department of Prosthetic Dentistry with Implantology, "Application of the latest technologies for diagnostics and treatment of functional pathology of the dentoalveolar system," state registration number 0121U113817.

Introduction.

Numerous electromyographic studies indicate an undeniable role in developing pathological tooth abrasion of the masseter and temporalis muscles [1, 2]. However, the influence of the medial and lateral pterygoid muscles is not mentioned. It is because they are inaccessible for external electromyography, and local electromyography is fraught with severe consequences, as it involves the immersion of an electrode in the form of a thin needle into the muscle thickness. It is possible to investigate the pterygoid muscles and determine their role in developing pathological tooth abrasion by combining the studies of D. Bernoulli [3, 4] with modern magnetic resonance imaging.

The aim of the study.

To investigate the influence of biomechanical properties "speed" and "strength" of the medial and lateral pterygoid muscles on the priority side and on the side of secondary importance for mastication on the development of pathological abrasion of hard tooth tissues, applying the principle of D. Bernoulli,

Object and research methods.

Using the examination card developed by us, shown in the figure, 64 people were studied, distributed as follows: 15 people without signs of hard tissue damage were the control group, and 49 patients with pathological abrasion were divided into three groups according to the depth of hard tissue damage: with a mild degree – abrasion up to 1/3; moderate degree – abrasion from 1/3 to 2/3 and severe abrasion – 2/3 or more of the tooth crown length [5].

The digital values of the medial and lateral pterygoid muscles were determined: length, width, and thickness. They were measured in 15 patients without any signs of dental lesions and in 49 patients with pathological abrasion of dental hard tissues using a SIEMENS MAGNE-

Карта обстеження пацієнта	Зубна формула
Дата _____	18 17 16 15 14 13 12 11 21 22 23 24 25 26 27 28
Прізвище, ім'я, по батькові _____	48 47 46 45 44 43 42 41 31 32 33 34 35 36 37 38
Стать _____	Вид прикусу _____
Рік народження _____	Стан пломб та реставрацій _____
Скарги (якщо є) на патологічне стирання зубів: зубних рядів обох щелеп чи окремо зубів верхньої або нижньої щелепи _____	Наявність не каріозного ушкодження зубів (крім патологічного стирання твердих тканин) _____
Діагноз _____	Ділянка стирання: верхня щелепа, нижня щелепа (підкреслити)
Перенесені та супутні захворювання _____	Величина стирання: на 1/3; на 1/2; на 2/3 (підкреслити)
Історія розвитку патологічного стирання зубів _____	Вид стертої поверхні (підкреслити):
Дані об'єктивного дослідження, зовнішній огляд (вказати на висоту нижньої третини обличчя, наявність тріщин, мацерацій, опущених кутів рота) _____	стерті різальні краї у вигляді горизонтальних площадок;
Пальпація м'язів скроневих, жувальних _____	стерта піднебінна, вестибулярна, язична поверхня;
Пальпація лімфатичних вузлів _____	стерта жувальна поверхня увігнутої форми з гострими збереженими горбами;
	стерти піднебінні горби і збережені щічні;
	стерті щічні горби і збережені піднебінні;
	стерта жувальна поверхня по всій площі.
	Наявність гіперестезії _____
	План обстеження: МРТ, ЕМГ, комп'ютерний аналіз оклюзії, вивчення діагностичних моделей (підкреслити).
	Рекомендації щодо ортопедичного лікування: _____

Figure – Patient examination card.

TOM Skyra 3T, 2018 magnetic resonance imager in the NUMARIS/4 software, version syngo MR E 11.

The study was conducted following the principles of the Helsinki Declaration of Human Rights, the Council of Europe Convention on Human Rights and Biomedicine, and the provisions of Ukraine's relevant laws. The Local Ethics Committee approved the study protocol for all participants. Informed consent was obtained from the patients for the study, as well as data collection and processing.

The study of the ratio of the length of each muscle to the area of its cross-section was performed following the principle of D. Bernoulli, and the calculation of the coefficient of its numerical expression was performed according to the formula proposed by the author [6]:

$$k = \frac{l}{\sqrt{S}}$$

where:

k is the calculated coefficient;

l is the length of the muscle;

S is the cross-sectional area of the muscle.

The coefficients of the lateral and medial pterygoid muscles, both on the priority side and on the side of secondary importance for mastication, were determined in patients with pathological abrasion of hard tooth tissues and individuals without signs of abrasion.

Given that the main objective of the study was to substantiate the anthropometric influence of the masseter, temporalis, and pterygoid muscles on pathological abrasion of dental hard tissues, descriptive statistics were used as a statistical analysis, which, at the simplest level, allows us to quantitatively describe the array of parameters under study and identify the main trends in the influence of the anthropometric dimensions of individual muscles involved in mastication food lumps on pathological changes in dental hard tissues. It is the first

study in this direction, so at the beginning, we are looking for a trend, but we are not tracking variations in the size of certain muscles. Suppose we are convinced of the correctness of the reasoning that the calculated coefficient, according to Bernoulli's principle, significantly affects the manifestations of pathological tooth abrasion. In that case, further work will be aimed at significantly increasing the size of the study samples to accurately calculate the numerical parameters of anthropometric dimensions.

Research results and their discussion.

According to magnetic resonance imaging results, the following dimensions were obtained: length, width and thickness of the medial and lateral pterygoid muscles on the left and right sides. The side of priority and secondary importance for mastication was determined by the degree of tension of the masseter muscles and by the qualitative and quantitative indicators of the electromyogram. Further research and mathematical calculations were performed considering this factor. Thus, applying the Bernoulli principle and magnetic resonance imaging, the lengths, cross-sectional areas and coefficients for each of the pterygoid muscles (lateral and medial) of the priority and secondary sides of mastication were determined both in the control group and three groups of patients with pathological abrasion.

The data from the studies of patients in each of the three groups with pathologic abrasion are presented in the tables along with the data from the control group for comparison. **Table 1** shows the values of the length of each pterygoid muscle and the limits within which they can change for patients of groups 1, 2, 3 with pathological abrasion and the control group for comparison on the primary side of mastication, and **table 2** – on the secondary side.

Table 1 – Values of the length of each pterygoid muscle and the limits within which they can change for patients 1, 2, 3 of the group with pathological abrasion and the control group for comparison on the preferred side of mastication

Name of muscle	1 group with pathological abrasion			Control group			Percentage of deviation of coefficient values between groups		
	min	max	average	min	max	average	min	max	average
L_l	18,3	26,6	21,9	17,5	31,3	22,5	4	-18	-2
L_m	42,6	62,2	52,5	43,1	61,4	52,1	-1	1	1
Name of muscle	2 group with pathological abrasion			Control group			Percentage of deviation of coefficient values between groups		
	min	max	average	min	max	average	min	max	average
L_l	18,6	30,0	24,7	17,5	31,3	22,5	6	-4	9
L_m	47,1	76,9	56,7	43,1	61,4	52,1	8	20	8
Name of muscle	3 group with pathological abrasion			Control group			Percentage of deviation of coefficient values between groups		
	min	max	average	min	max	average	min	max	average
L_l	20,8	29,3	25,0	17,5	31,3	22,5	16	-7	10
L_m	49,8	69,2	59,5	43,1	61,4	52,1	13	11	12

Table 2 – Values of the length of each pterygoid muscle and the limits within which they can change for patients 1, 2, 3 of the group with pathological abrasion and the control group for comparison on the secondary side of mastication

Name of muscle	1 group with pathological abrasion			Control group			Percentage of deviation of coefficient values between groups		
	min	max	average	min	max	average	min	max	average
L_l	18,7	26,1	22,3	17,9	31,8	22,5	4	-22	-1
L_m	41,1	60,6	51,7	41,6	61,2	51,3	-1	-1	1
Name of muscle	2 group with pathological abrasion			Control group			Percentage of deviation of coefficient values between groups		
	min	max	average	min	max	average	min	max	average
L_l	17,9	30,3	24,8	17,9	31,8	22,5	0	-5	9
L_m	48,3	74,4	57,1	41,6	61,2	51,3	14	18	10
Name of muscle	3 group with pathological abrasion			Control group			Percentage of deviation of coefficient values between groups		
	min	max	average	min	max	average	min	max	average
L_l	20,2	30,7	25,5	17,9	31,8	22,5	11	-4	12
L_m	49,6	66,6	59,0	41,6	61,2	51,3	16	8	13

Table 3 – Values of the area of each pterygoid muscle and the limits within which they can change for patients 1, 2, 3 of the group with pathological abrasion and the control group for comparison on the priority side of mastication

Name of muscle	1 group with pathological abrasion			Control group			Percentage of deviation of coefficient values between groups		
	min	max	average	min	max	average	min	max	average
S_l	440,32	695,24	563,69	404,74	742,26	570,56	8	-7	-1
S_m	346,15	637,00	422,69	316,16	694,38	426,79	9	-9	-1
Name of muscle	2 group with pathological abrasion			Control group			Percentage of deviation of coefficient values between groups		
	min	max	average	min	max	average	min	max	average
S_l	502,68	1008,60	651,71	404,74	742,26	570,56	19	26	12
S_m	356,16	672,62	475,64	316,16	694,38	426,79	11	-3	10
Name of muscle	3 group with pathological abrasion			Control group			Percentage of deviation of coefficient values between groups		
	min	max	average	min	max	average	min	max	average
S_l	481,00	965,44	699,87	404,74	742,26	570,56	16	23	18
S_m	296,05	751,40	501,83	316,16	694,38	426,79	-7	8	15

Also, the cross-sectional areas of the lateral and medial pterygoid muscles in groups 1, 2, and 3, the average values, and the percentage deviation from the control group were calculated, as shown in **tables 3 and 4**.

The values of the coefficients of the ratio of the length of each pterygoid muscle to the cross-sectional area, that is, the numerical expression of Bernoulli's principle, were also calculated for patients of groups 1, 2, 3 and the control group for comparison, as shown in **tables 5, 6**.

According to the general assessment of the average values of the coefficients of the lateral and medial pterygoid muscles according to the Bernoulli principle, in all groups of subjects, the lateral pterygoid muscle was defined as "strong" and the medial wing muscle as "fast". The average values of the coefficients of the same-named pterygoid muscles on the priority and secondary sides of mastication differ insignificantly. In the control group, a certain regularity is associated with the priority or secondary side of mastication. Analyzing the calculated coefficients of the ratio of the lengths of the lateral and medial pterygoid muscles to the area of their cross-sections in individuals without signs of pathological abrasion, we see that on the secondary side of the lateral pterygoid muscle, it is significantly higher than on the priority side of mastication. In the medial pterygoid muscle, the opposite values of this coefficient are observed. According to Bernoulli's principle, the lateral pterygoid muscle has a stronger physical property of "speed" on the secondary side of mastication and "strength" on the primary side. On the contrary, in the medial pterygoid muscle, the physical property "speed" is more pronounced on the priority side of mastication, and "strength" is more pronounced on the secondary side. This circumstance is designed to maintain the balance of muscle action. Forces acting in the same direction are added. When mastication is shifted to the priority side, both pterygoid muscles from the secondary side contract simultaneously and vice versa. The sum of the coefficients of the lateral and medial pterygoid muscles in the control group, although almost identical, is greater on the secondary side, corresponding to the contraction of both muscles during movements of the mandible in the preferred direction. In individuals with no signs of pathological abrasion on the preferred side, the "faster" me-

dial side corresponds to the “stronger” lateral side. On the secondary side of mastication, the opposite relationship is observed. Thus, a balance is maintained between the muscles’ “speed” and “strength” during chewing food on both the priority and secondary sides of mastication, preventing pathological teeth abrasion.

Starting from the first group, in patients with a mild degree of pathological tooth abrasion, there is a slight decrease in the coefficients of the ratio of muscle length to cross-sectional area, and the sum of the coefficients does not correspond to the priority and secondary sides of mastication, indicating the beginning of the above balance disorder. In patients with pathological abrasion, in general, there are trends of deviation of the average values of the coefficients of the medial and lateral pterygoid muscles about the corresponding values of the coefficients of the control group and increases with the increase of pathological abrasion of teeth, both on the priority side of mastication and on the side of secondary importance for mastication. There is a gradual increase in the cross-sectional area of both pterygoid muscles and an increase in their length on the priority and secondary sides of mastication in patients with moderate and severe pathological tooth abrasion. However, the increasing coefficients of the ratio of the lateral and medial pterygoid muscle lengths to their cross-sectional areas in patients of the second and especially the third group indicate a predominant lengthening of the muscles over their thickening. Consequently, both pterygoid muscles acquire the biomechanical property “speed” rather than “strength”, as indicated by the sum of the coefficients of both muscles on each side.

Since the temporalis and masseter muscles are involved in mastication in addition to the pterygoid muscles, it is important to maintain the integrity of the hard tissues of the teeth and avoid excessive abrasion of the teeth, how the biomechanical properties of speed and force are combined in the total of all muscles. The predominance of the biomechanical property “speed” of both pterygoid muscles in combination with the dominant biomechanical property “strength” of the temporalis and masseter muscles leads to the development of generalized pathological abrasion of hard tooth tissues [2]. The strongest opposition between the “fast” pterygoid muscles and the

Table 4 – Values of the area of each pterygoid muscle and the limits within which they can change for patients 1, 2, 3 of the group with pathological abrasion and the control group for comparison on the secondary side of mastication

Name of muscle	1 group with pathological abrasion			Control group			Percentage of deviation of coefficient values between groups		
	min	max	average	min	max	average	min	max	average
S_l	470,82	690,78	575,64	372,60	755,38	544,92	21	-9	5
S_m	337,50	673,44	430,60	278,60	716,43	429,55	17	-6	0
Name of muscle	2 group with pathological abrasion			Control group			Percentage of deviation of coefficient values between groups		
	min	max	average	min	max	average	min	max	average
S_l	504,00	923,89	657,24	372,60	755,38	544,92	26	18	17
S_m	382,80	601,40	469,13	278,60	716,43	429,55	27	-19	8
Name of muscle	3 group with pathological abrasion			Control group			Percentage of deviation of coefficient values between groups		
	min	max	average	min	max	average	min	max	average
S_l	501,84	966,38	701,61	372,60	755,38	544,92	26	22	22
S_m	293,53	825,00	513,51	278,60	716,43	429,55	5	13	16

Table 5 – Values of the coefficients of each pterygoid muscle and the limits within which they can change for patients of groups 1, 2, 3 with pathological abrasion and the control group for comparison on the priority side of mastication

Coefficient	1 group with pathological abrasion			Control group			Percentage of deviation of coefficient values between groups		
	min	max	average	min	max	average	min	max	average
k_l	0,78127	1,25335	0,92742	0,80894	1,25557	0,94671	-4	0	-2
k_m	1,95749	3,07371	2,57174	1,94299	3,23381	2,55763	1	-5	1
Coefficient	2 group with pathological abrasion			Control group			Percentage of deviation of coefficient values between groups		
	min	max	average	min	max	average	min	max	average
k_l	0,75406	1,19500	0,97262	0,80894	1,25557	0,94671	-7	-5	3
k_m	2,21388	3,63912	2,61282	1,9430	3,2338	2,5576	12	11	2
Coefficient	3 group with pathological abrasion			Control group			Percentage of deviation of coefficient values between groups		
	min	max	average	min	max	average	min	max	average
k_l	0,79903	1,21286	0,95558	0,80894	1,25557	0,94671	-1	-4	1
k_m	2,28154	3,96371	2,7066	1,94299	3,23381	2,55763	15	18	6

Table 6 – Values of the coefficients of each pterygoid muscle and the limits within which they can change for patients of groups 1, 2, 3 with pathological abrasion and the control group for comparison on the secondary side of mastication

Coefficient	1 group with pathological abrasion			Control group			Percentage of deviation of coefficient values between groups		
	min	max	average	min	max	average	min	max	average
k_l	0,73813	1,16599	0,93213	0,77322	1,39424	0,97514	-5	-20	-5
k_m	1,78359	3,05370	2,51216	1,98384	3,04949	2,51334	-11	0	0
Coefficient	2 group with pathological abrasion			Control group			Percentage of deviation of coefficient values between groups		
	min	max	average	min	max	average	min	max	average
k_l	0,74949	2,48684	1,06687	0,77322	1,39424	0,97514	-3	44	9
k_m	0,92790	3,47406	2,54582	1,9838	3,0495	2,5133	-114	12	1
Coefficient	3 group with pathological abrasion			Control group			Percentage of deviation of coefficient values between groups		
	min	max	average	min	max	average	min	max	average
k_l	0,81726	1,18553	0,97295	0,77322	1,39424	0,97514	5	-18	0
k_m	2,14223	3,88730	2,6741	1,98384	3,04949	2,51334	7	22	6

“strong” temporalis and masseter muscles is expressed in patients with abrasion of hard tooth tissues by 2/3 or more of the length of the crown part of the tooth. The question arises as to what is primary in the biomechanical chain of pathogenesis: an uneven balance of muscle “speed” and “strength” or secondary changes that appear in the muscles after the onset of pathological tooth abrasion? In our opinion, the physical dimensions of the muscles are hereditary: length, width, and thickness, which determine individual biomechanical properties. Therefore, they should be considered the primary link. Already, in the course of tooth abrasion, when genetically determined factors are realized and the balance between the properties of muscles “speed” and “strength” is more deeply disturbed, the influence of muscles on pathological tooth abrasion is a secondary factor. These changes are especially noticeable in patients with moderate and severe pathological tooth abrasion.

Conclusions.

The influence of the biomechanical properties “speed” and “strength” of the lateral and medial pterygoid muscles on the development of generalized pathological abrasion of hard tooth tissues has been studied. The balance between the qualities of “speed” and “strength” of the medial and lateral pterygoid muscles during chewing food on both the priority and secondary sides of mastication prevents pathological abrasion of teeth. The predominance of the biomechanical property “speed” of the pterygoid muscles in combination with the dominant biomechanical property “strength” of the temporalis and masseter muscles leads to the development of generalized pathological abrasion of hard tooth tissues.

Prospects for further research.

To investigate the influence of the biomechanical properties “speed” and “strength” of the pterygoid muscles on developing localized pathological abrasion of hard tooth tissues in the frontal and lateral areas.

DOI 10.29254/2077-4214-2024-1-172-502-511

УДК 611.732.73/74:532.513:616.314 11/15-007.232-02

Коваль Ю. П.

ЗНАЧЕННЯ БІОМЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ «ШВИДКІСТЬ» І «СИЛА» (ЗГІДНО З ПРИНЦИПОМ Д. БЕРНУЛЛІ) КРИЛОПОДІБНИХ М'ЯЗІВ У РОЗВИТКУ ПАТОЛОГІЧНОГО СТИРАННЯ ЗУБІВ

Полтавський державний медичний університет (м. Полтава, Україна)

Yura1989koval@gmail.com

На розвиток патологічного стирання твердих тканин зубів впливають м'язи, що піднімають, зміщують вбік та висувають нижню щелепу вперед. Проте, доступні для безперешкодного зовнішнього електроміографічного дослідження доступні лише скроневі та жувальні м'язи. Латеральні і медіальні крилоподібні, через їхнє анатомічне розташування, можливо дослідити лише за допомогою магнітно-резонансної томографії, визначивши їх фізичні розміри, які використати для наступного математичного аналізу і пізнання біомеханічних властивостей. Для подальшого вивчення впливу біомеханічних властивостей названих м'язів застосований принцип Д. Бернуллі. Його суть якого полягає в наступному: значення має не площа поперечного перерізу м'яза, а відношення довжини до його площі перерізу. При однаковій площі перерізу м'язів коротший буде «сильним», а довший «швидким». Сильний скорочується і розслаблюється повільно, з невеликою висотою амплітуди скорочення. Швидкий скорочується і розслаблюється стрімко з високою амплітудою скорочення. Нами запропонована формула обчислення безрозмірного коефіцієнта принцип Д. Бернуллі співвідношення довжини м'яза до площі його поперечного перерізу. Порівняні обчислені числові вирази вказаного коефіцієнта для латерального і медіального крилоподібних м'язів у осіб без ознак ураження твердих тканин зубів та у пацієнтів з патологічним стиранням зубів різного ступеня тяжкості. Визначено біомеханічні властивості «швидкість» і «сила» обох крилоподібних м'язів в кожній досліджуваній групі. У контрольній групі осіб середні значення коефіцієнтів однойменних крилоподібних м'язів на пріоритетному та другорядному боці жування відрізняються несуттєво і утримується баланс між властивостями «швидкість» і «сила». У пацієнтів з патологічним стиранням зубів, з посиленням ступеня тяжкості захворювання, обидва крилоподібні м'язи більше набувають біомеханічної властивості «швидкість» ніж «сила», що у поєднанні з домінуючою біомеханічною властивістю «сила» скроневих та жувальних м'язів призводить до розвитку генералізованого патологічного стирання зубів.

Ключові слова: крилоподібні м'язи, магнітно-резонансна томографія, принцип Д. Бернуллі, біомеханіка.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.

Наукова робота автора є частиною ініціативної НДР кафедри ортопедичної стоматології з імплантологією «Застосування новітніх технологій для діагностики та лікування функціональної патології зубощелепної системи», державний реєстраційний № 0121U113817.

Вступ.

Численні електроміографічні дослідження вказують на беззаперечну роль у розвитку патологічного стирання зубів жувальних та скроневих м'язів [1, 2]. Проте, жодним чином не згадується вплив медіальних і латеральних крилоподібних м'язів. Так як вони є недоступними для зовнішньої електроміографії, а локальна загрожує серйозними наслідками, бо пе-

Карта обстеження пацієнта	Зубна формула
Дата _____	18 17 16 15 14 13 12 11 21 22 23 24 25 26 27 28
Прізвище, ім'я, по батькові _____	48 47 46 45 44 43 42 41 31 32 33 34 35 36 37 38
Стать _____	Вид прикусу _____
Рік народження _____	Стан пломб та реставрацій _____
Скарги (якщо є) на патологічне стирання зубів: зубних рядів обох щелеп чи окремо зубів верхньої або нижньої щелепи _____	Наявність не каріозного ушкодження зубів (крім патологічного стирання твердих тканин) _____
Діагноз _____	Ділянка стирання: верхня щелепа, нижня щелепа (підкреслити)
Перенесені та супутні захворювання _____	Величина стирання: на 1/3; на 1/2; на 2/3 (підкреслити)
Історія розвитку патологічного стирання зубів _____	Вид стертої поверхні (підкреслити):
Дані об'єктивного дослідження, зовнішній огляд (вказати на висоту нижньої третини обличчя, наявність тріщин, мацерацій, опущених кутів рота) _____	стерті різальні краї у вигляді горизонтальних площадок;
Пальпація м'язів скроневих, жувальних _____	стерта піднебінна, вестибулярна, язична поверхня;
Пальпація лімфатичних вузлів _____	стерта жувальна поверхня увігнуті форми з гострими збереженими горбами;
	стерти піднебінні горби і збережені щічні;
	стерті щічні горби і збережені піднебінні;
	стерта жувальна поверхня по всій площі.
	Наявність гіперестезії _____
	План обстеження: МРТ, ЕМГ, комп'ютерний аналіз оклюзії, вивчення діагностичних моделей (підкреслити).
	Рекомендації щодо ортопедичного лікування: _____

Рисунок – Карта обстеження пацієнта.

редбачає занурення електроду у вигляді тонкої голки в товщу м'яза. Дослідити крилоподібні м'язи та визначити їх роль у розвитку патологічного стирання зубів можливо, поєднуючи дослідження Д. Бернуллі [3, 4] з використанням сучасної магнітно-резонансної томографії.

Мета дослідження.

Дослідити вплив біомеханічних властивостей «швидкість» і «сила» медіального і латерального крилоподібного м'язів на пріоритетному боці та на боці другорядного значення для жування на розвиток патологічного стирання твердих тканин зубів, застосовуючи принцип Д. Бернуллі,

Об'єкт і методи дослідження.

Використовуючи розроблену нами карту обстеження, зображену на **рисунку**, досліджено 64 особи, які розподілені наступним чином: 15 осіб без ознак ураження твердих тканин зубів склали контрольну групу, а 49 пацієнтів з патологічним стиранням розподілили на три групи за глибиною ураження твердих тканин: з легким ступенем – стирання до 1/3; середнім ступенем – стирання від 1/3 до 2/3 і важким ступенем стирання – на 2/3 і більше довжини коронки зуба [5].

Визначали цифрові величини медіальних і латеральних крилоподібних м'язів: довжина, ширина, товщина. Їх вимірювання у 15 осіб без будь-яких ознак ураження зубів та у 49 пацієнтів з патологічним стиранням твердих тканин зубів виконувалось за допомогою магнітно-резонансного томографа SIEMENS MAGNETOM Skyra 3T, 2018. у програмній оболонці NUMARIS/4, версія syngo MR E 11.

Дослідження проводилося згідно з принципами Гельсінської декларації охорони прав людини, конвенції Ради Європи про права людини і біомедицину та положенням відповідних законів України. Про-

токол дослідження погоджено Локальним етичним комітетом для всіх, хто брав участь. На проведення дослідження, а також збір та обробку даних було отримано інформовану згоду пацієнтів.

Дослідження співвідношень довжини кожного м'яза до площі його поперечного перерізу виконувалось відповідно принципу Д. Бернуллі, а обчислення коефіцієнта його числового виразу здійснювалось за запропонованою автором формулою [6]:

$$k = \frac{l}{\sqrt{S}}$$

де:

k – обчислюваний коефіцієнт;

l – довжина м'яза;

S – площа поперечного перерізу м'яза.

Визначення коефіцієнтів латерального і медіального крилоподібного м'яза, як з пріоритетного боку, так із боку другорядного значення для жування, проводилось у пацієнтів з патологічним стиранням твердих тканин зубів та у осіб без ознак стирання.

Враховуючи, що основним завданням проведених досліджень було обґрунтування антропометричного впливу жувальних, скроневих та крилоподібних м'язів на патологічне стирання твердих тканин зубів, в якості статистичного аналізу прийнята описова статистика, яка на найпростішому рівні дає змогу кількісно описати масив досліджуваних параметрів та виявити основні тенденції впливу антропометричних розмірів окремих м'язів, які беруть участь у пережовуванні харчової грудки, на патологічні зміни твердих тканин зубів. Це перше дослідження у такому напрямку, тому на початку ми шукаємо тенденцію, але не відстежуємо варіації зміни розмірів певних м'язів. Якщо ми впевнимось у правильності міркувань, що обчислений коефіцієнт за принципом Д. Бернуллі суттєво впливає на прояви патологічного стирання

Таблиця 1 – Значення довжини кожного крилоподібного м'язу та межі в яких вони можуть змінюватися для пацієнтів 1, 2, 3 групи з патологічним стиранням та контрольної групи для порівняння на пріоритетному боці жування

Назва м'язу	1 група з патологічним стиранням			Контрольна група			Відсоток відхилення значень коефіцієнтів між групами		
	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє
I_L	18,3	26,6	21,9	17,5	31,3	22,5	4	-18	-2
I_M	42,6	62,2	52,5	43,1	61,4	52,1	-1	1	1
Назва м'язу	2 група з патологічним стиранням			Контрольна група			Відсоток відхилення значень коефіцієнтів між групами		
	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє
I_L	18,6	30,0	24,7	17,5	31,3	22,5	6	-4	9
I_M	47,1	76,9	56,7	43,1	61,4	52,1	8	20	8
Назва м'язу	3 група з патологічним стиранням			Контрольна група			Відсоток відхилення значень коефіцієнтів між групами		
	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє
I_L	20,8	29,3	25,0	17,5	31,3	22,5	16	-7	10
I_M	49,8	69,2	59,5	43,1	61,4	52,1	13	11	12

Таблиця 2 – Значення довжини кожного крилоподібного м'язу та межі в яких вони можуть змінюватися для пацієнтів 1, 2, 3 групи з патологічним стиранням та контрольної групи для порівняння на другорядному боці жування

Назва м'язу	1 група з патологічним стиранням			Контрольна група			Відсоток відхилення значень коефіцієнтів між групами		
	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє
I_L	18,7	26,1	22,3	17,9	31,8	22,5	4	-22	-1
I_M	41,1	60,6	51,7	41,6	61,2	51,3	-1	-1	1
Назва м'язу	2 група з патологічним стиранням			Контрольна група			Відсоток відхилення значень коефіцієнтів між групами		
	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє
I_L	17,9	30,3	24,8	17,9	31,8	22,5	0	-5	9
I_M	48,3	74,4	57,1	41,6	61,2	51,3	14	18	10
Назва м'язу	3 група з патологічним стиранням			Контрольна група			Відсоток відхилення значень коефіцієнтів між групами		
	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє
I_L	20,2	30,7	25,5	17,9	31,8	22,5	11	-4	12
I_M	49,6	66,6	59,0	41,6	61,2	51,3	16	8	13

Таблиця 3 – Значення площі кожного крилоподібного м'язу та межі в яких вони можуть змінюватися для пацієнтів 1, 2, 3 групи з патологічним стиранням та контрольної групи для порівняння на пріоритетному боці жування

Назва м'язу	1 група з патологічним стиранням			Контрольна група			Відсоток відхилення значень коефіцієнтів між групами		
	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє
S_L	440,32	695,24	563,69	404,74	742,26	570,56	8	-7	-1
S_M	346,15	637,00	422,69	316,16	694,38	426,79	9	-9	-1
Назва м'язу	2 група з патологічним стиранням			Контрольна група			Відсоток відхилення значень коефіцієнтів між групами		
	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє
S_L	502,68	1008,60	651,71	404,74	742,26	570,56	19	26	12
S_M	356,16	672,62	475,64	316,16	694,38	426,79	11	-3	10
Назва м'язу	3 група з патологічним стиранням			Контрольна група			Відсоток відхилення значень коефіцієнтів між групами		
	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє
S_L	481,00	965,44	699,87	404,74	742,26	570,56	16	23	18
S_M	296,05	751,40	501,83	316,16	694,38	426,79	-7	8	15

зубів, то подальші напрацювання будуть спрямовані на істотне збільшення обсягів досліджуваних вибірок з метою більш точного обрахунку числових параметрів антропометричних розмірів.

Результати дослідження та їх обговорення.

За результатами магнітно-резонансної томографії отримано розміри наступних величин: довжини, ширини та товщини медіальних і латеральних крилоподібних м'язів з лівого та правого боку. Бік пріоритетного та другорядного значення для жування визначений за ступенем напруження жувальних м'язів та за якісними і кількісними показниками електроміограми. Подальші дослідження здійснювались з огляду на вказаний фактор. Отже, застосовуючи принцип Д. Бернуллі, та магнітно-резонансну томографію, визначені довжини, площі поперечного перерізу та коефіцієнти для кожного із крилоподібних м'язів (латерального та медіального) пріоритетного та другорядного боку жування як у контрольній групі осіб, так і в трьох групах пацієнтів з патологічним стиранням. Дані досліджень пацієнтів кожної з трьох груп з патологічним стиранням представлені в таблицях поряд з даними контрольної групи для порівняння. У **таблиці 1** надані значення довжини кожного крилоподібного м'язу та межі в яких вони можуть змінюватися для пацієнтів 1, 2, 3 групи з патологічним стиранням та контрольної групи для порівняння на пріоритетному боці жування, а у **таблиці 2** – на другорядному боці.

Також обчислені площі поперечного перерізу латерального і медіального крилоподібних м'язів у 1, 2, 3 групах, середні значення та відсоток відхилення від контрольної групи, що показано у **таблицях 3, 4**.

Також обчислені значення коефіцієнтів співвідношення довжини кожного крилоподібного м'язу до площі поперечного перерізу, тобто числового виразу принципу Д.Бернуллі, для пацієнтів 1, 2, 3 групи та контрольної для порівняння, що показано у **таблицях 5, 6**.

За загальною оцінкою отриманих середніх значень коефіцієнтів крилоподібних латеральних і медіальних м'язів згідно до принципу Д.Бернуллі, у всіх групах обстежуваних визначили латеральний крилоподібний м'яз як «сильний»,

а медіальний як «швидкий». Середні значення коефіцієнтів однойменних крилоподібних м'язів на пріоритетному та другорядному боці жування відрізняються несуттєво. У контрольній групі відмічається певна закономірність, пов'язана з пріоритетним чи другорядним боком жування. Аналізуючи обчислені коефіцієнти співвідношення довжин латерального і медіального крилоподібного м'яза до площі їхніх поперечних перерізів у осіб без ознак патологічного стирання, бачимо, що на другорядному боці у крилоподібного латерального м'яза він суттєво вищий ніж на пріоритетному боці жування. У медіального крилоподібного м'яза спостерігаються протилежні значення вказаного коефіцієнта. Відповідно до принципу Д.Бернулі, у латерального крилоподібного м'яза на другорядному боці жування дужче виражена фізична властивість «швидкість», а на пріоритетному – «сила». У медіального крилоподібного м'яза навпаки, на пріоритетному боці жування дужче виражена фізична властивість «швидкість», а на другорядному – «сила». Ця обставина покликана зберігати рівновагу дії м'язів. Сили, що діють в одному напрямку додаються. При зміщенні в пріоритетний бік жування скорочуються одночасно обидва крилоподібні м'язи з другорядного боку і навпаки. Сума коефіцієнтів латерального і медіального крилоподібних м'язів у контрольній групі хоч і майже однакові, проте більший на другорядному боці, що відповідає скороченню обох м'язів при рухах нижньої щелепи у пріоритетний бік. У осіб без ознак патологічного стирання на пріоритетному боці «швидшому» медіальному відповідає «сильніший» латеральний. На другорядному боці жування спостерігається зворотна залежність. Таким чином утримується баланс між якість м'язів «швидкість» і «сила» під час пережовування їжі як на пріоритетному, так і на другорядному боці жування, що запобігає патологічному стиранню зубів.

Таблиця 4 – Значення площі кожного крилоподібного м'яза та межі в яких вони можуть змінюватися для пацієнтів 1, 2, 3 групи з патологічним стиранням та контрольної групи для порівняння на другорядному боці жування

Назва м'яза	1 група з патологічним стиранням			Контрольна група			Відсоток відхилення значень коефіцієнтів між групами		
	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє
S_L	470,82	690,78	575,64	372,60	755,38	544,92	21	-9	5
S_M	337,50	673,44	430,60	278,60	716,43	429,55	17	-6	0
Назва м'яза	2 група з патологічним стиранням			Контрольна група			Відсоток відхилення значень коефіцієнтів між групами		
	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє
S_L	504,00	923,89	657,24	372,60	755,38	544,92	26	18	17
S_M	382,80	601,40	469,13	278,60	716,43	429,55	27	-19	8
Назва м'яза	3 група з патологічним стиранням			Контрольна група			Відсоток відхилення значень коефіцієнтів між групами		
	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє
S_L	501,84	966,38	701,61	372,60	755,38	544,92	26	22	22
S_M	293,53	825,00	513,51	278,60	716,43	429,55	5	13	16

Таблиця 5 – Значення коефіцієнтів кожного крилоподібного м'яза та межі в яких вони можуть змінюватися для пацієнтів 1,2,3 групи з патологічним стиранням та контрольної групи для порівняння на пріоритетному боці жування

Коефіцієнт	1 група з патологічним стиранням			Контрольна група			Відсоток відхилення значень коефіцієнтів між групами		
	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє
k_L	0,78127	1,25335	0,92742	0,80894	1,25557	0,94671	-4	0	-2
k_M	1,95749	3,07371	2,57174	1,94299	3,23381	2,55763	1	-5	1
Коефіцієнт	2 група з патологічним стиранням			Контрольна група			Відсоток відхилення значень коефіцієнтів між групами		
	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє
k_L	0,75406	1,19500	0,97262	0,80894	1,25557	0,94671	-7	-5	3
k_M	2,21388	3,63912	2,61282	1,9430	3,2338	2,5576	12	11	2
Коефіцієнт	3 група з патологічним стиранням			Контрольна група			Відсоток відхилення значень коефіцієнтів між групами		
	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє
k_L	0,79903	1,21286	0,95558	0,80894	1,25557	0,94671	-1	-4	1
k_M	2,28154	3,96371	2,7066	1,94299	3,23381	2,55763	15	18	6

Таблиця 6 – Значення коефіцієнтів кожного крилоподібного м'яза та межі в яких вони можуть змінюватися для пацієнтів 1,2,3 групи з патологічним стиранням та контрольної групи для порівняння на другорядному боці жування

Коефіцієнт	1 група з патологічним стиранням			Контрольна група			Відсоток відхилення значень коефіцієнтів між групами		
	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє
k_L	0,73813	1,16599	0,93213	0,77322	1,39424	0,97514	-5	-20	-5
k_M	1,78359	3,05370	2,51216	1,98384	3,04949	2,51334	-11	0	0
Коефіцієнт	2 група з патологічним стиранням			Контрольна група			Відсоток відхилення значень коефіцієнтів між групами		
	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє
k_L	0,74949	2,48684	1,06687	0,77322	1,39424	0,97514	-3	44	9
k_M	0,92790	3,47406	2,54582	1,9838	3,0495	2,5133	-114	12	1
Коефіцієнт	3 група з патологічним стиранням			Контрольна група			Відсоток відхилення значень коефіцієнтів між групами		
	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє	мінімал.	максим.	середнє
k_L	0,81726	1,18553	0,97295	0,77322	1,39424	0,97514	5	-18	0
k_M	2,14223	3,88730	2,6741	1,98384	3,04949	2,51334	7	22	6

Починаючи з першої групи, у пацієнтів з легким ступенем патологічного стирання зубів відмічається як незначне зниження коефіцієнтів співвідношення

довжини м'язів до площі їхнього поперечного перерізу, так і сума коефіцієнтів не відповідає пріоритетному і другорядному боку жування, що вказує на початок порушення вище згаданого балансу. У пацієнтів з патологічним стиранням загалом прослідковуються тенденції відхилення середніх значень коефіцієнтів медіального та латерального крилоподібного м'язу по відношенню до відповідних значень коефіцієнтів контрольної групи і збільшується із посиленням патологічного стирання зубів, як на пріоритетному боці жування, так і на боці другорядного значення для жування. Спостерігається як поступове нарощування площі поперечного перерізу обох крилоподібних м'язів так і збільшення їх довжини з пріоритетного і з другорядного боку жування у пацієнтів з середнім та тяжким ступенем патологічного стирання зубів. Але зростаючі коефіцієнти співвідношення довжин латерального і медіального крилоподібних м'язів до їхніх площ поперечного перерізу у пацієнтів другої і особливо третьої групи вказують на переважаюче подовження м'язів над їхнім потовщенням. Отже, обидва крилоподібні м'язи більше набувають біомеханічної властивості «швидкість» ніж «сила», на що вказують і суми коефіцієнтів обох м'язів з кожного боку.

Так як у жуванні крім крилоподібних беруть участь ще скроневі та жувальні м'язи, для збереження цілісності твердих тканин зубів і уникнення їхнього підвищеного стирання, важливе значення має як саме поєднуються біомеханічні властивості «швидкість» і «сила» спільно усіх м'язів. Переважання біомеханічної властивості «швидкість» обох крилоподібних м'язів у поєднанні з домінуючою біомеханічною властивістю «сила» скроневи та жувальних м'язів призводить до розвитку генералізованого патологічного стирання твердих тканин зубів [2]. Найдужче протистояння «швидких» крилоподібних м'язів і «сильних» скроневи та жувальних м'язів виражене

у пацієнтів зі стиранням твердих тканин зубів на 2/3 і більше довжини коронкової частини зуба. Істотно постає запитання, що ж є первинним у біомеханічному ланцюгу патогенезу: нерівномірний баланс «швидкості» і «сили» м'язів, чи вторинні зміни, що з'являються у м'язах після початку патологічного стирання зубів? На нашу думку, є спадковими фізичні розміри м'язів: довжина, ширина і товщина, чим і обумовлені індивідуальні біомеханічні властивості. Тому їх слід вважати первинною ланкою. Вже в перебігу стирання зубів, коли реалізуються генетично детерміновані фактори, і глибше порушується баланс між властивостями м'язів «швидкість» і «сила», вплив м'язів на патологічне стирання зубів є вторинним чинником. Особливо вказані зміни є помітними у пацієнтів з середнім ступенем та тяжким ступенем патологічного стирання зубів.

Висновки.

Вивчений вплив біомеханічних властивостей «швидкість» і «сила» латерального і медіального крилоподібних м'язів на розвиток генералізованого патологічного стирання твердих тканин зубів. Баланс між якостями «швидкість» і «сила» медіального і латерального крилоподібних м'язів під час пережовування їжі як на пріоритетному, так і на другорядному боці жування, запобігає патологічному стиранню зубів. Переважання біомеханічної властивості «швидкість» крилоподібних м'язів у поєднанні з домінуючою біомеханічною властивістю «сила» скроневи та жувальних м'язів призводить до розвитку генералізованого патологічного стирання твердих тканин зубів.

Перспективи подальших досліджень.

Дослідити вплив біомеханічних властивостей «швидкість» і «сила» крилоподібних м'язів на розвиток локалізованого патологічного стирання твердих тканин зубів у фронтальній та бічних ділянках.

References / Література

1. Pavlenko SA, Pavlenkova EV, Tkachenko IM, Sidorova AI, Korol DM. Prognostic indices of pathological tooth wear development. *Wiad Lek.* 2020;73(7):1345-49. DOI: [10.36740/WLEK202007107](https://doi.org/10.36740/WLEK202007107).
2. Balya HM, Kuz' VS, Shemetov OV, Martynenko IM, Kuz' IO. Dynamika zmin elektromiografichnykh pokaznykiv zhuval'nykh m'yaziv pid chas ortopedychnoyi reabilitatsiyi patsiyentiv iz patolohichnym styrannym tverdykh tkanyin zubiv pry vykorystanni pokryvnykh proteziv. *Ukr stomat al'm.* 2022;4:40-47. [in Ukrainian].
3. Bernoulli D. Tentamen novae de motu muskulorum theoriae [Internet]. *Comm Acad sci Petrop.* 1728[cited 2023 Aug 5];1(51):297-313. Available from: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/113726#page/349/mode/1u.p>.
4. Tsentral'na naukova biblioteka Kharkivs'koho natsional'noho universytetu im. V.N.Karazina. Biomekhanika. Elektronnyy pidruchnyk [Internet]. Kharkiv: Kharkivs'kyi natsional'nyy universytet im. V.N.Karazina; [cited 2023 May 10]. Dostupno: <http://theormech.univer.kharkov.ua/BIOMBOOK /tema.html>. [in Ukrainian].
5. Bushan MG. Patologicheskaya strayemost' zubov i yeye oslozhneniye. Kishinev: Shtiintsa; 1979. 183 s.
6. Koval' YUP. Matematychnе obgruntuvannya biomekhanichnykh osnov rozvytku patolohichnoho styrannya tverdykh tkanyin zubiv. *Ukr stomat al'm.* 2023;4:34-40. [in Ukrainian].

ЗНАЧЕННЯ БІОМЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ «ШВИДКІСТЬ» І «СИЛА» (ЗГІДНО З ПРИНЦИПОМ Д. БЕРНУЛЛІ) КРИЛОПОДІБНИХ М'ЯЗІВ У РОЗВИТКУ ПАТОЛОГІЧНОГО СТИРАННЯ ЗУБІВ

Коваль Ю. П.

Резюме. До цього часу не вивчений вплив медіальних і латеральних крилоподібних м'язів на розвиток патологічного стирання твердих тканин зубів. Так як вони є недоступними для зовнішньої електроміографії, а локальна загрожує серйозними наслідками, бо передбачає занурення електроду у вигляді тонкої голки в товщу м'яза. Дослідити крилоподібні м'язи можливо, поєднуючи дослідження Д. Бернуллі з використанням сучасної магнітно-резонансної томографії.

Мета: застосовуючи принцип Д. Бернуллі, дослідити вплив біомеханічних властивостей «швидкість» і «сила» медіального і латерального крилоподібного м'язів на пріоритетному боці та на боці другорядного значення для жування на розвиток патологічного стирання твердих тканин зубів.

Об'єкт і методи дослідження. Цифрові величини медіальних і латеральних крилоподібних м'язів: довжина, ширина, товщина вимірювались за допомогою магнітно-резонансного томографа SIEMENS MAGNETOM Skyra 3T, 2018. Дослідження співвідношень довжини кожного м'яза до площі його поперечного перерізу ви-

конувалось відповідно принципу Д. Бернуллі, а обчислення коефіцієнта його числового виразу здійснювалось за запропонованою раніше автором формулою: $k = \frac{l}{\sqrt{S}}$ де: k – обчислюваний коефіцієнт; l – довжина м'язу; S – площа поперечного перерізу м'язу.

Результати дослідження та їх обговорення. Проведено 64 дослідження: 15 – осіб без патологічного стирання – контрольна група, 49 пацієнтів розділені на три групи за ступенем тяжкості патологічного стирання. Бік пріоритетного та другорядного значення для жування визначений за ступенем напруження жувальних м'язів та за показниками електроміограми. Використовуючи принцип Д.Бернуллі, у осіб без ознак патологічного стирання на пріоритетному боці «швидшому» медіальному відповідає «сильніший» латеральний. На другорядному боці жування спостерігається зворотна залежність. Таким чином утримується баланс між якостями м'язів «швидкість» і «сила» під час пережовування їжі як на пріоритетному, так і на другорядному боці жування, що запобігає патологічному стиранню зубів.

Висновки. У пацієнтів з патологічним стиранням, з посиленням ступеня тяжкості, обидва крилоподібні м'язи більше набувають біомеханічної властивості «швидкість» ніж «сила», на що вказують і суми коефіцієнтів обох м'язів з кожного боку. Переважання біомеханічної властивості «швидкість» крилоподібних м'язів у поєднанні з домінуючою біомеханічною властивістю «сила» скроневих та жувальних м'язів призводить до розвитку генералізованого патологічного стирання твердих тканин зубів.

Ключові слова: крилоподібні м'язи, магнітно-резонансна томографія, принцип Д. Бернуллі, біомеханіка.

THE VALUE OF BIOMECHANICAL PROPERTIES «SPEED» AND «STRENGTH» (ACCORDING TO BERNOULLI'S PRINCIPLE) OF THE PTERYGOID MUSCLES IN THE DEVELOPMENT OF PATHOLOGICAL TOOTH ABRASION

Koval Yu. P.

Abstract. The influence of the medial and lateral pterygoid muscles on the development of pathological abrasion of hard tooth tissues has not yet been studied. Since they are inaccessible for external electromyography, local electromyography is fraught with serious consequences, as it involves the immersion of an electrode in the form of a thin needle into the muscle thickness. Examining the pterygoid muscles by combining Bernoulli's research with modern magnetic resonance imaging is possible.

Aim: using the Bernoulli principle to investigate the influence of the biomechanical properties «speed» and «strength» of the medial and lateral pterygoid muscles on the priority side and on the side of secondary importance for mastication on the development of pathological abrasion of hard tooth tissues.

Object and methods of the study. The digital values of the medial and lateral pterygoid muscles: length, width, and thickness were measured using a magnetic resonance imager SIEMENS MAGNETOM Skyra 3T, 2018. The study of the ratio of the length of each muscle to the area of its cross-section was performed following the Bernoulli principle. The calculation of the coefficient of its numerical expression was conducted according to the formula proposed earlier by the author: $k = \frac{l}{\sqrt{S}}$, where k is the calculated coefficient; l is the length of the muscle; S is the

cross-sectional area of the muscle.

Research results and their discussion. Sixty-four studies were conducted: 15 – people without pathological abrasion – control group, 49 patients were divided into three groups according to the severity of pathological abrasion. The side of priority and secondary importance for mastication is determined by the degree of tension of the masticatory muscles and by the electromyogram. Using Bernoulli's principle, in individuals without signs of pathological abrasion on the priority side, the «faster» medial side corresponds to the «stronger» lateral side. On the secondary side of mastication, the opposite relationship is observed. Thus, a balance is maintained between the qualities of the muscle's «speed» and «strength» during mastication food on both the priority and secondary sides of mastication, which prevents pathological abrasion of the teeth.

Conclusions. In patients with pathological abrasion, with increasing severity, both pterygoid muscles acquire the biomechanical property «speed» rather than «strength», as indicated by the sum of the coefficients of both muscles on each side. The predominance of the biomechanical property «speed» of the pterygoid muscles in combination with the dominant biomechanical property «strength» of the temporalis and masseter muscles leads to the development of generalised pathological abrasion of hard tooth tissues.

Key words: pterygoid muscles, magnetic resonance imaging, Bernoulli's principle, biomechanics.

ORCID and contributionship: / ORCID автора та його внесок до статті:

Koval Yu. P.: <https://orcid.org/0000-0003-0867-0204>^{ABCDEF}

Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Koval Yuriy Pavlovych / Коваль Юрій Павлович

Poltava State Medical University / Полтавський державний медичний університет

Ukraine, 36011, Poltava, 23 Shevchenko str. / Адреса: Україна, 36011, м. Полтава, вул. Шевченка 23

Tel.: +380661752777 / Тел.: +380661752777

E-mail: Yura1989koval@gmail.com

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis, C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article, E – Critical review, F – Final approval of the article / A – концепція роботи та дизайн, B – збір та аналіз даних, C – відповідальність за статистичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Received 04.09.2023 / Стаття надійшла 04.09.2023 року

Accepted 07.02.2024 / Стаття прийнята до друку 07.02.2024 року