



УДК 004.2

DETERMINATION OF STRENGTH OF THE TITANIC ENDOPROTHESIS OF THE MANDIBLE**ВИЗНАЧЕННЯ ЖОРСТКОСТІ СПЛАВУ ТИТАНОВОГО ЕНДОПРОТЕЗУ НИЖНЬОЇ ЩЕЛЕПИ****Reznikova M.Y./ Резнікова М.Ю.
Stasiuk Y.P./ Стасюк Ю.П.**

***Анотація.** Сьогодні реконструкція переломів нижньої щелепи з використанням ендопротезів має вагомим значенням для хірургічної стоматології. Тому існує необхідність в дослідженнях механічних властивостей протезів та здатності забезпечити функції нижньої щелепи. Проведено натурний експеримент, що відтворює навантаження на нижню щелепу в процесі жування та визначено: досліджуваний зразок здатен витримати, навантаження, що виникають в реальних умовах.*

***Ключові слова.** Перелом нижньої щелепи, біомеханіка, титановий ендопротез, деформація.*

Вступ.

Хірургічне лікування травматичних переломів нижньої щелепи - актуальна проблема хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії [1]. Проблема реконструкції нижньої щелепи та скронево-нижньощелепного суглоба має ряд способів вирішення методами кісткової пластики і ендопротезування [2].

Вивчення філогенезу, онтогенезу, структури і функції жувального апарату, багатогранність і специфічність виконуваних ним функцій дозволяє розглядати жувальний апарат як спеціалізовану полімодальну багатоблокову біомеханічну систему [3]. Особливості будови суглоба нижньої щелепи і зубних рядів забезпечують здатність нижньої щелепи до переміщення в трьох площинах: відкривання-закривання рота (вертикальні рухи), рухи нижньої щелепи вперед-назад (сагітальні) та рухи нижньої щелепи вправо-вліво (трансверзальні). Нижня щелепа при відкушуванні їжі працює за принципом важеля швидкості (важіль III роду), для якого притаманний програш у силі (сумарна сила скорочення жувальних м'язів завжди більша, ніж сила прикуса) та вииграш у швидкості змикання зубів. Остання може сягати 140 мм/с. Загалом нижня щелепа здійснює до 3000 жувальних рухів на добу. Зусилля, які при цьому розвиваються, є досить значними. Так, сила вольового стискання зубів людини в положенні центральної оклюзії може коливатись від 100 до 1500 Н і вище [4]. Тому дослідження біомеханічних властивостей протезів нижньої щелепи є актуальним питанням, адже необхідно забезпечити достатню міцність і жорсткість ендопротезів задля виконання функції жування в повній мірі.

Основна частина.

Успіх імплантації в стоматології визначається, головним чином, біологічними властивостями матеріалу, з якого виготовлені імплантати, урахуванням законів біомеханіки при їх конструюванні, а також цілим комплексом біологічних факторів [5].

У новій методології біомеханіки ендопротезування обов'язковими для виконання є наступні вимоги:



- одномоментне заміщення дефектів кісткових і періостальних структур скелетних кінематичних ланок нижньої щелепи;
- поєднання композитних матеріалів з композитами живих тканин пошкоджених скелетних кінематичних пар;
- рекоординація функції реконструйованих штучних скелетних кінематичних пар центральною нервовою системою [2].

Матеріали і методи дослідження.

Дослідження проводилися для титанового ендопротезу суглобу нижньої щелепи. Для визначення марки сплаву було визначено хімічний склад зразка. Випробування проводились на аналізаторі EXPERT 3L. Результати аналізу наведені в табл.1.

Таблиця 1

Хімічний склад зразка

Порядковий номер елемента	Елемент	Масова, частка, %
13	Al	6,632±0,121
14	Si	0,064±0,019
22	Ti	88,881±0,143
23	V	4,201±0,087
26	Fe	0,223±0,011

Авторська розробка.

Для визначення механічних властивостей зразка проводили його компресійне навантаження в універсальній випробувальній машині TIRATEST-2151. Швидкість деформування приймали рівною 0,5 мм/хв. Було відтворено експериментальні моделі навантаження на протез нижньої щелепи під час жування. Протез закріплювали металевим фіксатором на попередньо створеній площині і навантажували, відтворюючи основні типи деформацій при жуванні. Навантаження прикладали у місцях прикріплення жувальних м'язів (рис. 1). Загалом було проведено 5 дослідів з неруйнуючим навантаженням в стандартних ідентичних умовах. Основними задачами проведення натурних експериментів було визначення загальних закономірностей поведінки протезу, виготовленого з титану в простих умовах деформування, отримання параметрів необхідних для побудови математичних моделей та перевірка їх точності і адекватності.

При відтворенні деформації зсуву при вертикальному та горизонтальному навантаженні записували діаграму деформування, а потім розраховували жорсткість за формулою (1).

$$C = \Delta P / \Delta p, \quad (1)$$

де C – жорсткість, Н/мм, ΔP – величина зовнішнього навантаження, Н, Δp – деформація системи при навантаженні, мм.

Результат випробування представлено на рис. 2.

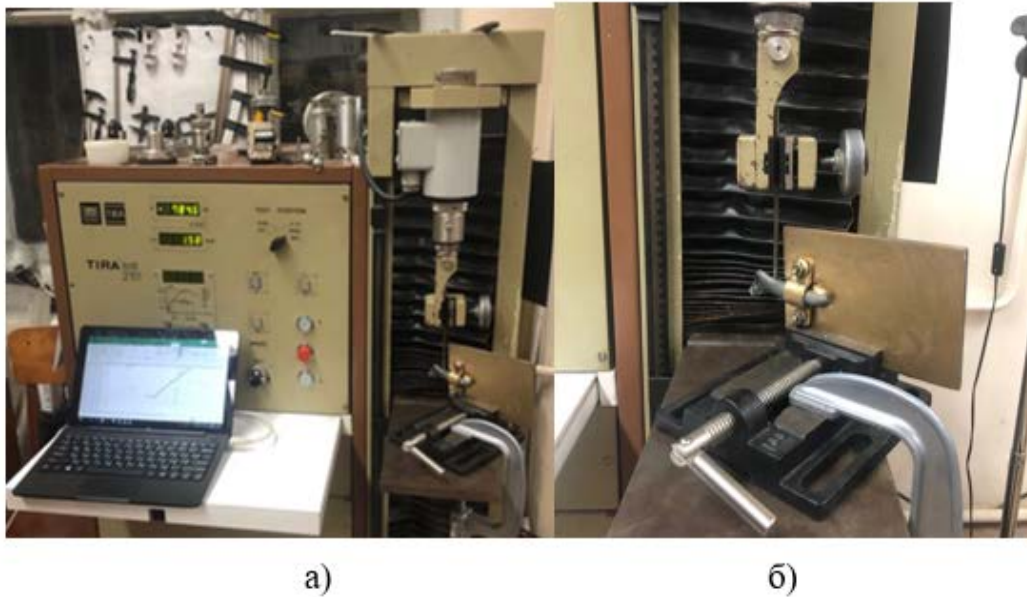


Рис.1. «Процес проведення експерименту: а) вигляд установки, б) закріплення зразка»

Червоними точками на графіку позначена границя пропорційності. З результатів дослідження помітно, що зразок починає деформуватися при навантаженні 880 Н. Якщо врахувати, що:

- вертикальна складова жувального навантаження при пережовуванні м'якої їжі становить 150 -200 Н;
- вертикальна складова жувального навантаження на ділянці молярів при вольовому стисканні зубів – 390 -880 Н [4].

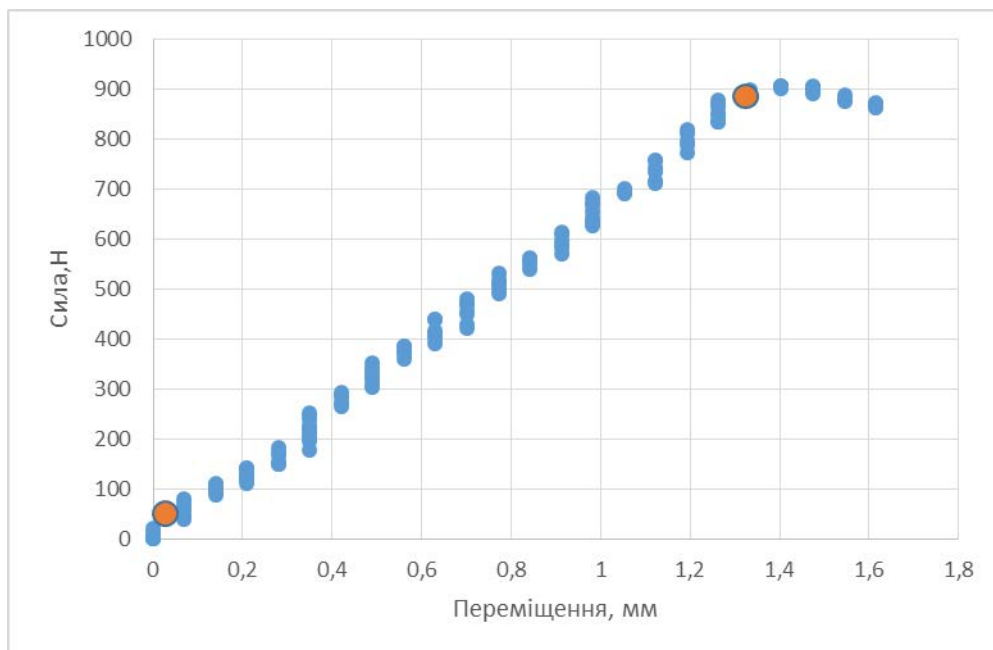


Рис.2. «Діаграми деформування зразка»

Авторська розробка.

Можна зробити висновок, що даний зразок здатний витримати типові



навантаження, що виникають під час жувальних процесів. В табл.2 представлена жорсткість даного сплаву, розрахована за формулою (1) та вказано значення межі пропорційності, визначено в ході проведення експерименту.

Таблиця 2

Результати дослідження

Умови навантаження	Межа пропорційності (Н)*	Жорсткість (Н/мм)	Примітки
Вертикальне навантаження	881	659,93	навантаження до початку деформування зразка

Авторська розробка.

Висновки. В даній публікації розглянуто поведінку титанового ендопротезу нижньої щелепи, при моделюванні процесу жування та відтворенні навантажень, характерних для цього процесу. З отриманих результатів, можна сказати, що імплантат витримує навантаження, що діє на кістки нижньої щелепи при жувальних рухах.

Література:

1. В.О. Маланчук, А.В. Копчак, М.С.Шидловський Зміна механічних властивостей кісткової тканини уламків нижньої щелепи при травматичному переломі // Український стоматологічний альманах. - 2009. - №6..

2. Н.М. Дюрягин, С.С. Степанов, В.В. Семченко, Е.Н. Дюрягина Биометрические и технологические аспекты экспериментальных технологий эндопротезирования нижней челюсти композитными материалами из никелида титана // Бюллетень сибирской медицины. - 2011. - №1. - С. 18-24.

3. Симановская Е.Ю., Болотова М.Ф., Няшина Ю.И. и др. Изучение динамики роста и развитие жевательного аппарата методами биомеханики и гистомеханики // Рос. журн. биомеханики. 2000. № 3. С. 17—190

4. Маланчук В. О., Крищук М. Г., Копчак А. В. Імітаційне комп'ютерне моделювання в щелепно-лицевій хірургії. - Київ: Видавничий дім "Асканія", 2013. - 230 с.

5. В. В. Ярковий, Д. Д. Киндий, Н. Н. Малюченко, О. Д. Оджубейска Физико-механические свойства и биосовместимость материалов для стоматологической имплантации // DENTAL Science and Practice . - 2014. - №5. - С. 40-46.

Abstract. Today, the reconstruction of fractures of the mandible with the use of endoprostheses is of great importance for surgical stomatology. Therefore, there is a need for studies of the mechanical properties of prosthetics and the ability to provide functions of the mandible. A full-scale experiment was performed, which reproduces the load on the lower jaw in the process of chewing and is determined: the test sample is able to withstand, the loads that arise in real conditions. it is determined that the limit of proportionality is 881 H, and the stiffness is equal to 659,93H/mm. The research was conducted using a test machine TIRATEST-2151. The rate of deformation was taken equal to 0.5 mm / min. The loads were applied in places of attachment of chewing muscles.

Keywords. Fractures of the lower jaw, biomechanics, titanium endoprosthesis, deformation.

Стаття відправлена: 19.03.2019 р.© Резнікова М.Ю.