

Міністерство охорони здоров'я України  
Донецький національний медичний університет  
Науково-дослідний інститут травматології та ортопедії  
Асоціація ортопедів-травматологів України

Ministry of Health Service of Ukraine  
Donetsk National Medical University  
Research and Development Institute of Traumatology and Orthopedics  
Association of Traumatologist and Orthopedists of Ukraine

# Травма

**TRAUMA**

Travma

Спеціалізований рецензований науково-практичний журнал  
Заснований у 2000 році  
Періодичність виходу 6 разів на рік

Том 25, № 4, 2024

Specialized reviewed practical scientific journal  
Founded in 2000 year  
Periodicity 6 numbers per year

Volume 25, № 4, 2024

Включений в наукометричні і спеціалізовані бази даних

**Scopus,**

НБУ ім. В.І. Вернадського, «Україніка наукова», «Наукова періодика України»,  
Ulrichsweb Global Serials Directory, CrossRef, WorldCat, Google Scholar, ICMJE, SHERPA/RoMEO, BASE,  
NLM-catalog, NLM-Locator Plus, EBSCO, OUCI



# Травма

## Travma

Спеціалізований рецензований  
науково-практичний журнал

Том 25, № 4, 2024

ISSN 1608-1706 (print),  
ISSN 2307-1397 (online)

Передплатний індекс: 96022



**Засновник журналу:**  
Донецький національний медичний  
університет

**Адреса редакції:**

E-mail: medredactor.vdz@gmail.com  
(Тема: До редакції журналу «Травма»)  
Телефон: +38 (067) 325-10-26  
<http://trauma.zaslavsky.com.ua>

**Електронні адреси для звертань**  
**З питань публікації статей**  
[fedorklimovitskiy@gmail.com](mailto:fedorklimovitskiy@gmail.com)  
[medredactor.vdz@gmail.com](mailto:medredactor.vdz@gmail.com)

**З питань передплати**  
[info@mif-ua.com](mailto:info@mif-ua.com)  
тел.: +38 (067) 325-10-26

**З питань розміщення реклами**  
**та інформації про лікарські засоби**  
[v\\_iliyna@ukr.net](mailto:v_iliyna@ukr.net)

*Журнал внесено до переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук. Наказ МОН України від 26.11.2020 № 1471. Категорія Б.*

*Рекомендовано до друку та до поширення через мережу Інтернет вченою радою Донецького національного медичного університету, протокол № 5 від 29.10.2024 р.*

*Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації КВ № 15994-4466Р. Видано Міністерством юстиції України 02.11.2009 р.*

Українською та англійською мовами

Формат: 60×84/8. Ум. друк. арк. 8,37.  
Тираж 8000 прим. Зам. 2024-trauma-123.

Видавець Заславський О.Ю.  
[zaslavsky@i.ua](mailto:zaslavsky@i.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК № 2128 від 13.05.2005

Друк: ТОВ «Ландпрес»

Головний редактор

**Климовицький Федір Володимирович**  
(Лиман, Україна)

Заступник головного редактора

**Чорний Володимир Сергійович**  
(Київ, Україна)

Відповідальний секретар

**Гузовська М.Д.** (Краматорськ, Україна)

Редакційна колегія

**Бондаренко С.Є.** (Харків, Україна),  
**Бур'янов О.А.** (Київ, Україна),  
**Головач І.Ю.** (Київ, Україна),  
**Зазірний І.М.** (Київ, Україна),  
**Страфун С.С.** (Київ, Україна),  
**Тяжелов О.А.** (Харків, Україна),  
**Філіпенко В.А.** (Харків, Україна),  
**Чернишова О.Є.** (Краматорськ, Україна),  
**Hagen Schmal** (Фрайбург-ім-Брайсгау,  
Німеччина),  
**Robert Smigielski** (Варшава, Польща),  
**Francesco Benazzo** (Павія, Італія)

Редакційна рада

**Анкін М.Л.** (Київ, Україна),  
**Головаха М.Л.** (Запоріжжя, Україна),  
**Гур'єв С.О.** (Київ, Україна),  
**Климовицький Р.В.** (Лиман, Україна),  
**Король С.О.** (Київ, Україна),  
**Левицький А.Ф.** (Київ, Україна),  
**Піонтковський В.К.** (Рівне, Україна),  
**Сулима В.С.** (Івано-Франківськ, Україна),  
**Сухін Ю.В.** (Одеса, Україна),  
**Філь А.Ю.** (Львів, Україна),  
**Ярмолюк Ю.О.** (Київ, Україна)

Редакція не завжди поділяє думку автора публікації. Відповідальність за вірогідність фактів, власних імен та іншої інформації, використаної в публікації, несе автор. Передрук та інше відтворення в якій-небудь формі в цілому або частково статей, ілюстрацій або інших матеріалів дозволені тільки при попередній письмовій згоді редакції та з обов'язковим посиланням на джерело. Усі права захищені.

© Донецький національний медичний університет, 2024  
© НДІ травматології та ортопедії Донецького національного медичного університету, 2024  
© Заславський О.Ю., 2024

# Травма

## Travma

Specialized reviewed  
practical scientific journal

Volume 25, № 4, 2024

ISSN 1608-1706 (print),  
ISSN 2307-1397 (online)

Subscription index: 96022 (in Ukraine)



**Founder:**

**Donetsk National Medical  
University**

**Editorial office address:**

E-mail: medredactor.vdz@gmail.com

(Subject: Editorial board of the «Trauma» Journal)

Tel.: +38 (067) 325-10-26

<https://trauma.zaslavsky.com.ua>

**Correspondence addresses**

**Editorial office address**

fedorklimovitskiy@gmail.com

medredactor.vdz@gmail.com

**Subscription department**

info@mif-ua.com

tel. +38 (067) 325-10-26

**Advertising and Drug  
Promotion Department**

v\_iliyna@ukr.net

*The journal is included in the list of scientific periodicals of Ukraine, which can publish the results of dissertations on competition of the scientific degrees of doctor and candidate of sciences. Order of the MES of Ukraine dated 26.11.2020 No. 1471. Category B*

*Recommended for publication and distribution over the Internet by the scientific council of the Donetsk National Medical University, protocol No. 5 dated 29.10.2024*

*Registration Certificate: KB № 15994-4466 P. Issued by the Ministry of Justice of Ukraine 02.11.2009*

In Ukrainian and English

Folio: 60×84/8. Printer's sheet 8,37

Circulation 8000. Order 2024-trauma-123

Publisher Zaslavsky O.Yu.

zaslavsky@i.ua

Publishing entity certificate

ДК № 2128 dated 13.05.2005

Print: Landpress Ltd.

**Editor-in-Chief**

**Klymovytsky Fedir**

(Lyman, Ukraine)

**Deputy Editor-in-Chief**

**Chorny Volodymyr**

(Kyiv, Ukraine)

**Executive Secretary**

**Huzovska Maria** (Kramatorsk, Ukraine)

**Editorial Board**

**Bondarenko S.Y.** (Kharkiv, Ukraine),

**Burianov O.A.** (Kyiv, Ukraine),

**Golovach I.Yu.** (Kyiv, Ukraine),

**Zazirny I.M.** (Kyiv, Ukraine),

**Strafun S.S.** (Kyiv, Ukraine),

**Tyazhelov Olexiy** (Kharkiv, Ukraine),

**Filipenko V.A.** (Kharkiv, Ukraine),

**Chernyshova O.Y.** (Kramatorsk, Ukraine),

**Hagen Schmal** (Freiburg im Breisgau, Germany),

**Robert Smigielski** (Warszawa, Poland),

**Francesco Benazzo** (Pavia, Italia)

**Editorial Council**

**Ankin M.L.** (Kyiv, Ukraine),

**Golovaha M.L.** (Zaporizhzhia, Ukraine),

**Guryev S.O.** (Kyiv, Ukraine),

**Klymovytsky R.V.** (Lyman, Ukraine),

**Korol S.O.** (Kyiv, Ukraine),

**Levitsky A.F.** (Kyiv, Ukraine),

**Piontkovsky V.K.** (Rivne, Ukraine),

**Sulyma V.S.** (Ivano-Frankivsk, Ukraine),

**Sukhin Y.V.** (Odesa, Ukraine),

**Fil A.Y.** (Lviv, Ukraine),

**Yarmoliuk Y.O.** (Kyiv, Ukraine)

The editorial board not always shares the author's opinion. The author is responsible for the significance of the facts, proper names and other information used in the paper. No part of this publication, pictures or other materials may be reproduced or transmitted in any form or by any means without permission in writing form with reference to the original. All rights reserved.

© **Donetsk National Medical University, 2024**  
© **Research and Development Institute of Traumatology and Orthopedics of Donetsk National Medical University, 2024**  
© **Zaslavsky O.Yu., 2024**

## Зміст

## Contents

## Оригінальні дослідження

## Original Researches

Бур'янов О.А., Омельченко Т.М.

Ін'єкційні SYSADOA в системі лікування  
післятравматичного остеоартриту ..... 105

O.A. Burianov, T.M. Omelchenko

Injectable SYSADOA in the treatment  
of post-traumatic osteoarthritis ..... 105

Балан В.С., Кравчук Л.Д., Фіщенко Я.В.

Клінічне порівняння односторонньої  
біпортальної ендоскопічної техніки  
з інтерламінарною мікродискектомією  
при однорівневій поперековій дискектомії:  
проспективне дослідження ..... 112

V.S. Balan, L.D. Kravchuk, I.V. Fishchenko

Clinical comparison of unilateral biportal  
endoscopic technique with interlaminar  
microdiscectomy for single-level  
lumbar discectomy:  
a prospective study ..... 112

Черватук М.С., Фіщенко Я.В.

Ефективність комбінованого фармакологічного  
лікування у пацієнтів з дискогенним больовим  
синдромом поперекового відділу хребта  
при дегенеративно-дистрофічних  
захворюваннях ..... 119

M.S. Chervatiuk, I.V. Fishchenko

Effectiveness of combined  
pharmacological treatment  
in patients with lumbar discogenic  
pain in degenerative dystrophic  
diseases ..... 119

Гайко Г.В., Костогриз О.А., Сулима О.М.,  
Калашніков О.В., Підгаєцький В.М.,  
Осадчук Т.І., Заєць В.Б.

Вплив факторів ризику на результати  
ревізійного ендопротезування  
колінного суглоба ..... 124

G.V. Gayko, O.A. Kostogryz, O.M. Sulyma,  
O.V. Kalashnikov, V.M. Pidgaetskyi,  
T.I. Osadchuk, V.B. Zaiets

Influence of risk factors  
on the results of revision knee  
replacement ..... 124

Головіна Я.О., Малик Р.В., Карпінський М.Ю.

Кореляція даних рентгенологічної  
щільності кісткової тканини у разі  
сегментарної алопластики кісток *in vivo*  
та у пацієнтів ..... 133

Ya.O. Golovina, R.V. Malyk, M.Yu. Karpinsky

Correlation of radiographic  
bone density data in segmental  
bone alloplasty *in vivo* and  
in patients ..... 133

Павлов О.Д., Павлова О.О., Мальцева В.Є.,  
Карпінський М.Ю., Карпінська О.Д.

Експериментальне дослідження  
міцності накісткових пластин з композитного  
матеріалу на основі полілактиду,  
трикальційфосфату та гідроксилапатиту .... 142

O.D. Pavlov, O.O. Pavlova, V.Ye. Maltseva,  
M.Yu. Karpinsky, O.D. Karpinska

Experimental study of the strength of bone  
plates made of composite material based  
on polylactide, tricalcium phosphate and  
hydroxylapatite ..... 142

*Авер'янов Є.В., Шкрєбко В.О.*

Особливості гемостазу в пацієнтів  
з гемофілічною артропатією колінного  
суглоба у періопераційному періоді ..... 146

*Бур'янов О.А., Кваша В.П., Чекушин Д.А.,  
Соболевський Ю.Л., Карпінський М.Ю.,  
Яресько О.В.*

Аналіз напружено-деформованого стану  
надплечово-ключичного суглоба  
при ушкодженні зв'язок дзьобо-ключичного  
з'єднання та різних способах фіксації ..... 153

*Нехлопочин О.С., Вербов В.В., Чешук Є.В.,  
Карпінський М.Ю., Яресько О.В.*

Скінченно-елементний аналіз варіантів  
транспедиклярної фіксації ділянки  
грудопоперекового переходу  
з вибуховим переломом хребця Th12  
при нахилі тулуба назад ..... 164

*Ye. V. Averianov, V. O. Shkrebko*

Features of hemostasis in patients  
with hemophilic arthropathy of the knee joint  
in the perioperative period ..... 146

*O. A. Burianov, V. P. Kvasha, D. A. Chekushyn,  
Yu. L. Sobolevskiy, M. Yu. Karpinsky,  
O. V. Yaresko*

Analysis of the stress-strain state  
of the suprahumeral-clavicular joint in case  
of damage to the coracoclavicular ligament  
and various methods of fixation ..... 153

*O. S. Nekhlopochyn, V. V. Verbov, Ye. V. Cheshuk,  
M. Yu. Karpinsky, O. V. Yaresko*

Finite element analysis of transpedicular  
fixation options in the thoracolumbar  
junction with a burst fracture  
of the Th12 vertebra during  
trunk extension ..... 164

Павлов О.Д.<sup>1</sup> , Павлова О.О.<sup>1</sup> , Мальцева В.Є.<sup>2</sup> , Карпінський М.Ю.<sup>2</sup> ,  
Карпінська О.Д.<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Харківський національний медичний університет, м. Харків, Україна

<sup>2</sup>ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка НАМН України», м. Харків, Україна

## Експериментальне дослідження міцності накісткових пластин з композитного матеріалу на основі полілактиду, трикальційфосфату та гідроксилапатиту

For citation: *Travma*. 2024;25(4):142-145. doi: 10.22141/1608-1706.4.25.2024.987

**Резюме. Актуальність.** В ортопедії та травматології у складі гвинтів та фіксаційних штифтів, пластин та анкерів, кейджів значне місце посідають полімерні матеріали, що резорбуються та розчиняються в біологічних рідинах. Найчастіше використовують імпланти з L-полімолочної кислоти. Підвищити їх якість можливо шляхом введення в їх склад керамічних матеріалів, зокрема трикальційфосфату (ТКФ) та гідроксилапатиту (ГА). Однак імпланти з різним процентним співвідношенням та складом керамічного матеріалу розрізняються властивостями міцності та поведінки в кістці. **Мета:** в умовах експерименту перевірити міцність на згин пластин з композитного матеріалу на основі полілактиду (PLA), трикальційфосфату та гідроксилапатиту на відповідність розрахунковим показникам. **Матеріали та методи.** Були виготовлені зразки пластин з матеріалу, який містив 70 % PLA, 20 % ТКФ і 10 % ГА. Методом 3D-друку було виготовлено пластини товщиною 8,5, 9,5 і 10,7 мм, які за розрахунковими даними відповідають масі пацієнта 50, 70 і 100 кг відповідно. Усього було виготовлено по 3 пластини кожного розміру. Усі зразки випробували на згин. Величину навантаження поступово збільшували від 100 до 1000 Н з кроком 100 Н. На кожному кроці фіксували величину прогину зразка. **Результати.** У результаті проведених досліджень було визначено величину прогину зразків пластин різної товщини з композитного матеріалу на основі PLA, ТКФ і ГА залежно від величини навантаження. Виконували перевірку відповідності прогину зразків пластин при навантаженні, що відповідають масі пацієнта, на яку вони були розраховані, — 50, 70 та 100 кг, допустимій межі прогину, за яку обирали розрахунковий прогин стандартної титанової пластини. Результати показали, що показники прогину всіх зразків не мають статистично значущих відхилень від допустимої межі величини прогину. Для всіх груп зразків показник критерію  $p$  значно перевищує критичне значення 0,05. **Висновки.** Проведені експериментальні дослідження міцності на згин пластин з композитного матеріалу, який містить 70 % PLA, 20 % ТКФ і 10 % ГА, довели, що величини прогину всіх випробуваних зразків пластин відповідають розрахунковим значенням, відхилення показників не перевищують допустимого значення 5 %.

**Ключові слова:** полілактид; трикальційфосфат; гідроксилапатит; накісткова пластина; згин

### Вступ

В ортопедії та травматології у складі гвинтів та фіксаційних штифтів, пластин та анкерів, кейджів значне місце посідають полімерні матеріали, що резорбуються та розчиняються в біологічних рідинах [1, 2].

Серед таких матеріалів частіше використовують імпланти з L-полімолочної кислоти (L-полілактид), особливістю яких є біодеградація, остеointegraція, здатність індукувати процеси утворення кісткової тканини та висока біосумісність з організмом [1, 3]. Пе-

 © 2024. The Authors. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, CC BY, which allows others to freely distribute the published article, with the obligatory reference to the authors of original works and original publication in this journal.

Для кореспонденції: Павлов Олександр Дмитрович, асистент, кафедра травматології та ортопедії, фізичної та реабілітаційної медицини, ННІ післядипломної освіти, Харківський національний медичний університет, просп. Науки, 4, м. Харків, 61022, Україна; e-mail: [slegg190887@gmail.com](mailto:slegg190887@gmail.com); тел.: +380 (93) 954-47-21

For correspondence: Oleksii D. Pavlov, Assistant, Department of Traumatology and Orthopaedics, Physical and Rehabilitation Medicine, Educational and Scientific Institute of Postgraduate Education, Kharkiv National Medical University, Nauky Ave., 4, Kharkiv, 61022, Ukraine; e-mail: [slegg190887@gmail.com](mailto:slegg190887@gmail.com); phone: +380 (93) 954-47-21

Full list of authors information is available at the end of the article.

ревагою таких імплантів є їх повне розсмоктування, що позбавляє від необхідності операції з видалення імплантата або фіксуючого пристрою, а отже, запобігає пошкодженню тканин. Підвищити якість біоматеріалів на основі полілактидів (PLA) можливо шляхом введення в їх склад керамічних матеріалів, зокрема трикальційфосфату (ТКФ) та гідроксилапатиту (ГА) [4]. Однак імплантати з різним процентним співвідношенням та складом керамічного матеріалу розрізняються властивостями міцності та поведінки в кістці. У наших попередніх роботах були проведені розрахунки міцності композитних матеріалів і пластин на їх основі залежно від відсоткового вмісту PLA, ТКФ і ГА [5], а також експериментальні дослідження зразків з PLA залежно від його поруватості [6].

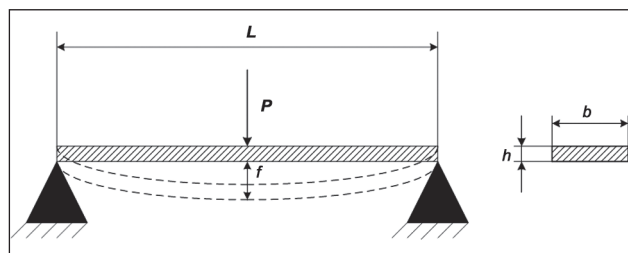
**Мета:** в умовах експерименту перевірити міцність на згин пластин з композитного матеріалу на основі полілактиду, трикальційфосфату та гідроксилапатиту на відповідність розрахунковим показникам.

## Матеріали та методи

Для перевірки розрахункових параметрів пластин з композитного матеріалу на основі PLA, ТКФ і ГА було проведено експериментальне дослідження величини їх прогину. Для цього на підставі розрахункових даних [5] були виготовлені зразки пластин з матеріалу, який містив 70 % PLA, 20 % ТКФ і 10 % ГА. Методом 3D-друку було виготовлено пластини товщиною 8,5, 9,5 і 10,7 мм, які за розрахунковими даними відповідають масі пацієнта 50, 70 і 100 кг відповідно [5]. Усього було виготовлено по 3 пластини кожного розміру.

Усі зразки випробували на згин. Для проведення експерименту було обрано таку ж схему навантаження, що і для проведення розрахунків [5] (рис. 1).

Величину навантаження поступово збільшували від 100 до 1000 Н з кроком 100 Н. На кожному кроці фіксували величину прогину зразка. За величину допустимої



**Рисунок 1. Розрахункова схема випробування пластин на згин**

межі прогину обрано розрахункову величину прогину 5,48 мм пластини з титану [5].

Результати випробувань було оброблено методом описової статистики. Розраховували середнє значення (M) та стандартне відхилення (SD). Порівняння результатів експерименту із розрахунковими значеннями виконували за допомогою одновибіркового T-тесту.

## Результати

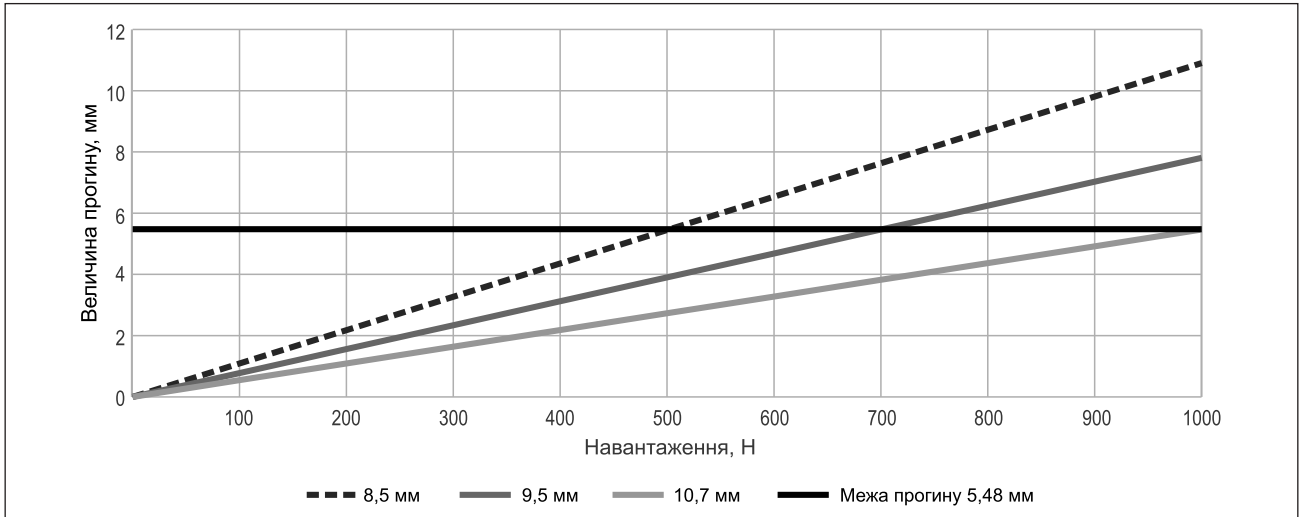
У результаті проведених досліджень було визначено величину прогину зразків пластин різної товщини з композитного матеріалу на основі PLA, ТКФ і ГА залежно від величини навантаження. Результати експериментальних досліджень наведено в табл. 1.

Наочне уявлення про зміни величини прогину зразків пластин різної товщини залежно від величини навантаження можна отримати за допомогою графіка, який наведено на рис. 2.

На наступному кроці роботи виконували перевірку відповідності прогину зразків пластин при навантаженнях, що відповідають масі пацієнта, на яку вони були розраховані, — 50, 70 та 100 кг, допустимій межі прогину, за яку обирали розрахунковий прогин стандартної титанової пластини. Для цього розраховану допустиму межу прогину 5,48 мм порівнювали з

**Таблиця 1. Величини прогину пластин з композитного матеріалу на основі PLA, ТКФ і ГА залежно від величини навантаження**

Навантаження, Н	Величина прогину, мм (M ± SD)		
	Товщина пластини (вага пацієнта)		
	8,5 мм (50 кг)	9,5 мм (70 кг)	10,7 мм (100 кг)
100	1,09 ± 0,11	0,78 ± 0,05	0,55 ± 0,01
200	2,18 ± 0,25	1,56 ± 0,12	1,09 ± 0,09
300	3,27 ± 0,41	2,34 ± 0,26	1,64 ± 0,13
400	4,36 ± 0,50	3,12 ± 0,42	2,19 ± 0,21
500	5,46 ± 0,53	3,91 ± 0,44	2,73 ± 0,28
600	6,54 ± 0,66	4,69 ± 0,51	3,28 ± 0,46
700	7,63 ± 0,74	5,47 ± 0,55	3,83 ± 0,45
800	8,72 ± 0,81	6,25 ± 0,70	4,37 ± 0,51
900	9,81 ± 0,85	7,03 ± 0,78	4,92 ± 0,58
1000	10,90 ± 0,92	7,81 ± 0,81	5,49 ± 0,61



**Рисунок 2. Графік залежності величини прогину пластин на основі PLA, ТКФ і ГА залежно від величини навантаження**

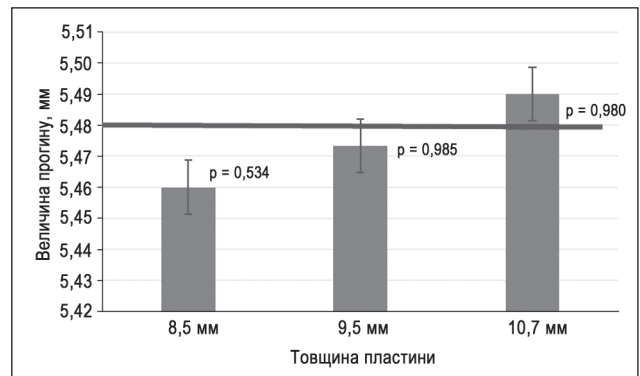
експериментальними значеннями, які були отримані при навантаженні пластин у 500, 700 та 1000 Н. Перевірку виконували за допомогою одновібіркового Т-тесту. Результати статистичного аналізу наведено в табл. 2.

Результати статистичного аналізу продемонстрували, що показники прогину всіх зразків не мають статистично значущих відхилень від допустимої межі величини прогину. Для всіх груп зразків показник критерію *p* значно перевищує критичне значення 0,05.

Діаграма, яка наведена на рис. 3, надає наочне уявлення про відмінності величин прогину зразків пластин з композитного матеріалу від допустимої межі величини прогину.

Наведена діаграма показує відсутність статистично значущих відмінностей між показниками величини прогину пластин різної товщини при розрахунковому навантаженні для кожної групи та допустимою межею величини прогину. Знак «—» перед значеннями критерію *t* в групах пластин товщиною 8,5 та 9,5 мм (табл. 2)

вказує на те, що середні значення величини прогину зразків в цих групах нижче за допустиму межу величини прогину.



**Рисунок 3. Діаграма відмінності величин прогину зразків пластин з композитного матеріалу від допустимої межі величини прогину**

**Таблиця 2. Результати порівняльного аналізу величини прогину зразків пластин із композитного матеріалу на основі PLA, ТКФ і ГА та допустимої межі величини прогину**

Показники	Величина прогину, мм		
	Товщина пластини (вага пацієнта)		
	8,5 мм (50 кг)	9,5 мм (70 кг)	10,7 мм (100 кг)
Зразок 1	6,04	6,05	6,10
Зразок 2	5,35	5,41	5,48
Зразок 3	4,99	4,96	4,89
Допустима межа прогину	5,48	5,48	5,48
Середнє значення, M	5,46	5,47	5,49
Стандартне відхилення, SD	0,53	0,55	0,61
Статистична значущість різниці (t, p)	t = -5,460 p = 0,534	t = -0,021 p = 0,985	t = 0,029 p = 0,980

## ВИСНОВКИ

Проведені експериментальні дослідження міцності на згин пластин з композитного матеріалу, який містить 70 % PLA, 20 % ТКФ і 10 % ГА, довели, що величини прогину всіх випробуваних зразків пластин відповідають розрахунковим значенням, відхилення показників не перевищують допустимого значення 5 %.

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів та власної фінансової зацікавленості при підготовці даної статті.

## References

1. Radchenko VA, Dedukh NV, Malyschkina SV, Bengus LM. Bioresorbable polymers in orthopedics and traumatology. *Orthopaedics, traumatology and prosthetics*. 2006;(3):116-124. Russian.
2. Kontakis GM, Pagkalos JE, Tosounidis TI, Melissas J, Katonis P. Bioabsorbable materials in orthopaedics. *Acta Orthop Belg*. 2007 Apr;73(2):159-169.

3. Tereschenko VP, Kirilova IA, Larionov PM. Scaffolds-carriers in bone tissue engineering. *Advances in current natural sciences*. 2015;(8):66-70. Russian.

4. Korzh MA, Radchenko VA, Kladchenko VA, Malyschkina SV. Implantation materials and osteogenesis. The role of induction and conduction in osteogenesis. *Orthopaedics, traumatology and prosthetics*. 2003;(2):150-154. Russian.

5. Khvisyuk OM, Pavlov OD, Karpinsky MYu, Karpinska OD. Calculation of the strength characteristics of a composite material based on polylactide, tricalcium phosphate and hydroxyapatite. *Trauma*. 2020;21(1):85-91. Ukrainian. doi: 10.22141/1608-1706.1.21.2020.197802.

6. Pastukh V, Pavlov A, Karpinsky M, Karpinska E, Sova N. Experimental study of the ultimate strength of samples of material based on polylactide and tricalcium phosphate, produced by 3D printing with different porosities, depending on the time of hydration. *Georgian Med News*. 2021 Jul-Aug;(316-317):173-178. Russian.

Отримано/Received 05.07.2024

Рецензовано/Revised 16.07.2024

Прийнято до друку/Accepted 25.07.2024

## Information about authors

Oleksii D. Pavlov, Assistant, Department of Traumatology and Orthopaedics, Physical and Rehabilitation Medicine, Educational and Scientific Institute of Postgraduate Education, Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine; e-mail: slegg190887@gmail.com; phone: +380 (93) 954-47-21; <https://orcid.org/0000-0002-3686-1262>

Olena O. Pavlova, MD, DSc, PhD, Professor, Department of General and Clinical Pathological Physiology named after D.O. Alpern, Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine; e-mail: slegg@i.ua; phone: +380 (67) 799-28-84; <https://orcid.org/0000-0002-0570-3931>

Valentyna Ye. Maltseva, PhD in Biological Sciences, Head of the Laboratory of Connective Tissue Morphology, State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kharkiv, Ukraine; e-mail: maltseva.val.evg@gmail.com; phone: +380 (95) 741-35-55, +380 (57) 725-14-51; <https://orcid.org/0000-0002-9184-0536>

Mykhailo Yu. Karpinsky, Senior Research Fellow, Biomechanics Laboratory, State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kharkiv, Ukraine; e-mail: korab.karpinsky9@gmail.com; phone: +380 (67) 571-48-63; <https://orcid.org/0000-0002-3004-2610>

Olena D. Karpinska, Research Fellow, Biomechanics Laboratory, State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kharkiv, Ukraine; e-mail: helen.karpinska@gmail.com; phone: +380 (57) 725-14-74, +380 (99) 486-34-63; <https://orcid.org/0000-0002-1482-7733>

**Conflicts of interests.** Authors declare the absence of any conflicts of interests and own financial interest that might be construed to influence the results or interpretation of the manuscript.

O.D. Pavlov<sup>1</sup>, O.O. Pavlova<sup>1</sup>, V.Ye. Maltseva<sup>2</sup>, M.Yu. Karpinsky<sup>2</sup>, O.D. Karpinska<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine

<sup>2</sup>State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kharkiv, Ukraine

## Experimental study of the strength of bone plates made of composite material based on polylactide, tricalcium phosphate and hydroxyapatite

**Abstract. Background.** In orthopedics and traumatology, polymer materials that are resorbed and dissolve in biological fluids occupy a significant place as screws and fixation pins, plates and anchors, cages. Most often, implants from L-poly-lactic acid (PLA) are used. It is possible to increase their quality by including ceramic materials into their composition, in particular tricalcium phosphate (TCF) and hydroxyapatite (HA). However, implants with different percentages and compositions of ceramic material differ in strength and behavior in bone. The purpose was to check the bending strength of plates made of a composite material based on polylactide, tricalcium phosphate and hydroxyapatite for compliance with the calculated indicators under experimental conditions. **Materials and methods.** Plate samples were made from a material containing 70 % PLA, 20 % TCF and 10 % HA. Using the 3D printing method, plates with a thickness of 8.5, 9.5, and 10.7 mm were produced which, according to the calculated data, correspond to the patient's weight of 50, 70, and 100 kg, respectively. A total of 3 plates of each size were made. All samples were tested for bending. The load magnitude increased gradually from 100 to 1000 N

with a step of 100 N. At each step, the deflection of the sample was recorded. **Results.** As a result of the research, the deflection was evaluated for samples of plates with different thicknesses made of composite material based on PLA, TCF and HA, depending on the load magnitude. The deflection of the plate samples was checked under loads corresponding to the patient's weight for which they were calculated — 50, 70 and 100 kg, and the permissible limit of deflection, for which the calculated deflection of the standard titanium plate was chosen. The results showed that the deflection indicators of all samples do not have statistically significant deviations from the permissible limit. For all groups of samples, the p criterion significantly exceeds the critical value of 0.05. **Conclusions.** Experimental studies on the bending strength of plates made of composite material containing 70 % PLA, 20 % TCF and 10 % HA proved that the deflection of all tested samples correspond to the calculated values, the deviations of the indicators do not exceed the permissible level of 5 %.

**Keywords:** polylactide; tricalcium phosphate; hydroxyapatite; bone plate; bend