

Запорожский медицинский журнал



Том 22, № 1(118), январь – февраль 2020 г.

Редакционная коллегия

Главный редактор – проф. Ю.М. Колесник
Зам. гл. редактора – проф. В.А. Визир
Ответственный секретарь – проф. В.В. Сыволап

проф. А.В. Абрамов (Запорожье)
проф. М.Н. Алёхин (Москва, Россия)
академик НАМН Украины, проф. М.А. Андрейчин (Тернополь)
проф. И.Ф. Беленичев (Запорожье)
проф. И.Н. Бондаренко (Днепро)
проф. Маргус Виигимаа (Таллин, Эстония)
проф. М.Л. Головаха (Запорожье)
проф. М.Н. Долженко (Киев)
проф. Н.Г. Завгородняя (Запорожье)
академик НАМН Украины, проф. В.Н. Запорожан (Одесса)
проф. Луциуш Запрукто (Познань, Польша)
проф. Марек Зентек (Вроцлав, Польша)
проф. А.Г. Каплаушенко (Запорожье)
проф. В.Н. Клименко (Запорожье)
академик НАМН Украины, проф. В.Н. Коваленко (Киев)
проф. С.И. Коваленко (Запорожье)
проф. С.Н. Коваль (Харьков)
проф. А.А. Козёлкин (Запорожье)
проф. Н.А. Корж (Харьков)
чл.-кор. НАН, академик НАМН Украины О.В. Коркушко (Киев)
проф. Г.А. Леженко (Запорожье)
чл.-кор. НАМН Украины, проф. В.Н. Лисовой (Харьков)
проф. И.А. Мазур (Запорожье)
проф. Кшиштоф Наркевич (Гданьск, Польша)
проф. С.Н. Недельская (Запорожье)
чл.-кор. НАМН Украины, проф. В.З. Нетяженко (Киев)
академик НАМН, чл.-кор. НАН Украины, проф. А.С. Никоненко
проф. Петер Нильссон (Мальмё, Швеция)
проф. Дженнаро Пагано (Неаполь, Италия)
проф. А.И. Панасенко (Запорожье)
чл.-кор. НАМН Украины, проф. Т.А. Перцева (Днепро)
проф. Ю.М. Степанов (Днепро)
проф. В.Д. Сыволап (Запорожье)
проф. В.А. Туманский (Запорожье)
проф. Генриетта Фаркаш (Будапешт, Венгрия)
академик НАМН Украины, проф. Ю.И. Фещенко (Киев)
проф. Свапандип Сингх Чимни (Амритсар, Индия)
проф. Яцек Шепетовски (Вроцлав, Польша)

Editorial Board

Editor-in-Chief – Yu.M. Kolesnyk
Deputy Editor-in-Chief – V.A. Vizir
Executive secretary – V.V. Syvolap

A.V. Abramov (Zaporizhzhia, Ukraine)
M.N. Alekhin (Moscow, Russia)
M.A. Andreichyn (Ternopil, Ukraine)
I.F. Bielenichev (Zaporizhzhia, Ukraine)
I.M. Bondarenko (Dnipro, Ukraine)
Swapandeep Singh Chimni (Amritsar, India)
M.N. Dolzhenko (Kyiv, Ukraine)
Henriette Farkas (Budapest, Hungary)
Yu.I. Feshchenko (Kyiv, Ukraine)
M.L. Holovakha (Zaporizhzhia, Ukraine)
A.H. Kaplaushenko (Zaporizhzhia, Ukraine)
V.M. Klymenko (Zaporizhzhia, Ukraine)
O.V. Korkushko (Kyiv, Ukraine)
N.A. Korzh (Kharkiv, Ukraine)
S.M. Koval (Kharkiv, Ukraine)
S.I. Kovalenko (Zaporizhzhia, Ukraine)
V.M. Kovalenko (Kyiv, Ukraine)
O.A. Koziolkin (Zaporizhzhia, Ukraine)
H.O. Lezhenko (Zaporizhzhia, Ukraine)
V.M. Lisovyi (Kharkiv, Ukraine)
I.A. Mazur (Zaporizhzhia, Ukraine)
Krzysztof Narkiewicz (Gdansk, Poland)
S.M. Nedelska (Zaporizhzhia, Ukraine)
V.Z. Netiazhenko (Kyiv, Ukraine)
Peter M. Nilsson (Malmö, Sweden)
O.S. Nykonenko (Zaporizhzhia, Ukraine)
Gennaro Pagano (Naple, Italy)
O.I. Panasenko (Zaporizhzhia, Ukraine)
T.O. Pertseva (Dnipro, Ukraine)
Yu.M. Stepanov (Dnipro, Ukraine)
V.D. Syvolap (Zaporizhzhia, Ukraine)
Jacek Szepietowski (Wroclaw, Poland)
V.O. Tumanskyi (Zaporizhzhia, Ukraine)
Margus Viigimaa (Tallinn, Estonia)
V.M. Zaporozhan (Odesa, Ukraine)
Lucjusz Zaprutko (Poznan, Poland)
N.H. Zavhorodnia (Zaporizhzhia, Ukraine)
Marek Ziętek (Wroclaw, Poland)

Научно-практический журнал
Запорожского государственного
медицинского университета

Издаётся с сентября 1999 года.
Периодичность выхода –
1 раз в два месяца.
Свидетельство о регистрации
КВ №20603-10403ПР
от 27.02.2014 г.
Подписной индекс – 90253.

Аттестован как научное
профессиональное издание
Украины категории «А»,
в котором публикуются результаты
диссертаций на соискание учёных
степеней доктора философии,
доктора и кандидата наук.
Область знаний –
охрана здоровья (22);
специальности: медицина – 222,
педиатрия – 228, стоматология –
221, фармация, промышленная
фармация – 226
(приказ МОН Украины
№ 1301 от 15.10.2019 г.)

Журнал включён в

WEB OF SCIENCE™

и другие международные
научометрические базы данных.
Статьи рецензируются
по процедуре Double-blind.

Лицензия Creative Commons



Рекомендован к печати

Учёным советом ЗГМУ,
протокол № 5 от 17.12.2019 г.
Подписан в печать
28.01.2020 г.

Редакция:

Начальник редакционно-
издательского отдела
В. Н. Миклашевский
Литературный редактор
О. С. Савеленко
Технический редактор
Ю. В. Полулан

Адрес редакции и издателя:

Украина, 69035, г. Запорожье,
пр. Маяковского, 26, ЗГМУ,
e-mail: med.jur@zsmu.zp.ua
http://zmj.zsmu.edu.ua

Отпечатан

в типографии ООО «Х-ПРЕСС».
69068, г. Запорожье,
ул. Круговая, д. 165/18,
тел. (061) 220-42-29.
Свидетельство о госрегистрации
АОО №198468 от 01.07.1999 г.
Формат 60x84/8.
☞ Бумага мелованная,
бескислотная. Усл. печат. л. 6.
Тираж 200 экз. Зак. № 1/20.

Zaporozhye Medical Journal

Volume 22 No. 1 January – February 2020

Scientific Medical Journal. Established in September 1999
Zaporizhzhia State Medical University

Submit papers are peer-reviewed

Maiakovskiy Avenue, 26,
Zaporizhzhia, 69035,
UKRAINE
e-mail: med.jur@zsmu.zp.ua
http://zmj.zsmu.edu.ua

© Запорожский медицинский журнал, 2020

Оригинальные исследования

Руденко К. В., Невмержицька Л. О., Дудник О. Ю., Фанта С. М., Данченко П. А., Курпаяніді І. М., Лазоришинець В. В.

Результати алкогольної септальної абляції в пацієнтів із гіпертрофічною кардіоміопатією та артеріальною гіпертензією

Сиволап В. В., Новіков Є. В., Потапенко М. С.

Вплив статинотерапії на показники добового моніторингу артеріального тиску у хворих на гіпертонічну хворобу, що поєднана з субклінічним гіпотиреозом

Немцова В. Д.

Вплив прооксидантно-антиоксидантного дисбалансу на біологічний вік і темпи старіння при артеріальній гіпертензії та цукровому діабеті 2 типу

Петелицька Л. Б., Яременко О. Б.

Клінічне значення визначення маркерів ураження судинної стінки при АНЦА-асоційованих васкулітах і вузликовому поліартеріїті

Кузьміна Г. П., Лазаренко О. М.

Взаємозв'язок між гіперферритинемією та клінічними проявами подагри

Недельська С. М., Кузнєцова О. Д.

Психологічна характеристика дітей, які хворі на бронхіальну астму, залежно від рівня контролю та обсягу терапії

Гордіна М. А., Орловський В. Ф., Жаркова А. В., Руденко Т. М., Левченко Д. В.

Забезпеченість вітаміном D і показники фізичної активності, м'язової сили та маси в осіб старше за 60 років із саркопенією

Земляніцина О. В., Сінайко В. М., Савенков В. І., Кравчун П. П., Кравчун Н. О., Гончарова О. А.

Неінвазивні маркери фіброзу та еластографія в діагностиці тяжкості фіброзу у хворих на цукровий діабет 2 типу та неалкогольну жирову хворобу печінки

Пилипенко Г. С., Сірко А. Г., Ботіков В. В.

Хірургічне лікування бойових вогнепальних поранень дуральних венозних синусів, що поєднані з пошкодженням головного мозку: аналіз серії спостережень

Полковникова К. Ю.

Возрастзависимые особенности параметров специализированных шкал при субарахноидальном кровоизлиянии нетравматического генеза

Онщенко Н. В., Рябоконт Ю. Ю., Абрамов А. В.

Роль інтерлейкіну-10 і вплив поліморфізму гена, що його кодує, на перебіг інфекцій, які викликані вірусом varicella-zoster

Мірчук Б. М., Максимов Я. В.

Біометричний аналіз зубних рядів і положення зубів у пацієнтів із частковими дефектами зубних рядів

Original research

4 Rudenko K. V., Nevmerzhitska L. O., Dudnyk O. Yu., Fanta S. M., Danchenko P. A., Kurpaianidi I. M., Lazoryshynets V. V.

The results of alcohol septal ablation in patients with hypertrophic cardiomyopathy and arterial hypertension

11 Syvolap V. V., Novikov Ye. V., Potapenko M. S.
Influence of statin therapy on 24-hour blood pressure monitoring indices in patients with arterial hypertension combined with subclinical hypothyroidism

19 Nemtsova V. D.
Impact of prooxidant-antioxidant imbalance on the biological age and the rate of aging in arterial hypertension with type 2 diabetes mellitus

25 Petelytska L. B., Yaremenko O. B.
Clinical value of determining the markers of vascular wall damage in patients with ANCA-associated vasculitis and polyarteritis nodosa

31 Kuzmina H. P., Lazarenko O. M.
Relationship between hyperferritinemia and clinical manifestations of gout

35 Nedelska S. M., Kuznietsova O. D.
Psychological characteristics of children with bronchial asthma depending on the level of control and therapeutic strategy

42 Hordina M. A., Orlovskiy V. F., Zharkova A. V., Rudenko T. M., Levchenko D. V.
Vitamin D status and physical performance, muscular strength and mass in older adults with sarcopenia

48 Zemlianitsyna O. V., Sinaiko V. M., Savenkov V. I., Kravchun P. P., Kravchun N. O., Goncharova O. A.
Non-invasive fibrosis markers and elastography in diagnosis of fibrosis severity in patients with type 2 diabetes mellitus and non-alcoholic fatty liver disease

54 Pylypenko H. S., Sirko A. H., Botikov V. V.
Surgical management of battle gunshot injuries to the dural venous sinuses, combined with brain injury: an analysis of series of observations

60 Polkovnikova K. Yu.
Age-dependent characteristics of specialized scale parameters in subarachnoidal hemorrhage of non-traumatic etiology

66 Onishchenko N. V., Riabokon Yu. Yu., Abramov A. V.
The role of interleukin-10 and its encoding gene polymorphism influence on the course of infections caused by varicella-zoster virus

72 Mirchuk B. M., Maksymov Ya. V.
Biometric analysis of the dental arches and teeth position in partially edentulous patients

Оригинальные исследования

**Жабченко І. А., Корнієць Н. Г.,
Тертична-Телюк С. В.**

Гормонально-метаболическі особливості фетоплацентарного комплексу у вагітних-переміщених осіб

Хоміцький М. Є.

Характеристики соціально-комунікативної поведінки пацієнтів з ендогенними психозами у станах ремісії / інтермісії в контексті постманіфестних патоперсоналогічних трансформацій

Белов О. О., Пшук Н. Г.

Гендерні та вікові особливості клініко-психопатологічної феноменології депресивних розладів на сучасному етапі

**Шевяков О. В., Дорошенко Е. Ю., Михалюк Є. Л.,
Приходько В. В., Ляхова І. М., Ніканоров О. К.,
Малахова С. М., Гурєєва А. М.**

Особливості соціально-психологічної реабілітації спортсменів-паралімпійців, які спеціалізуються в пауерліфтингу

Чорний В. М.

Антибактеріальні властивості модифікованого магнієвого сплаву *in vitro* щодо клінічних штамів неферментуючих грамнегативних мікроорганізмів

Носівець Д. С., Мамчур В. Й., Опришко В. І.

Вплив диклофенаку натрію на спонтанну поведінкову активність щурів в умовах остеоартрозу при супутньому гіпотиреозі

**Шевчук О. О., Тодор І. М., Родіонова Н. К., Посохова К. А.,
Ніколаєв В. Г.**

Дослідження мієлопротекторної активності препаратів гранулоцитарного колонієстимулювального фактора та ентеросорбції в щурів із перещепленою карциномою Герена

Обзоры

**Пупін Т. І., Немеш О. М., Гонта З. М., Шилівський І. В.,
Мороз К. А., Бумбар О. І.**

Сучасні аспекти лікування генералізованого пародонтиту в осіб із соматичною патологією

**Чорномидз А. В., Боярчук О. Р., Олещук О. М.,
Чорномидз І. Б.**

Використання бактерійних препаратів у лікуванні алергічних захворювань: аргументи «за» та «проти»

Клинический случай

**Разнатовська О. М., Нореико С. Б., Федорець А. В.,
Потапенко М. С., Грекова Т. А.**

Коморбідність у фтизіатричній практиці: мультирезистентний туберкульоз і рак гортані (2 клінічні випадки)

Original research

**79 Zhabchenko I. A., Korniets N. H.,
Tertychna-Teliuk S. V.**

Hormonal and metabolic features of the placental complex in pregnant women-displaced persons

86 Khomitskyi M. Ye.

Characteristics of the social-communicative behavior of patients with endogenous psychoses with an episodic course in the context of post-manifestation pathopersonological transformations

91 Belov O. O., Pshuk N. H.

Gender and age features of clinical and psychopathological phenomenology of depressive disorders in modern times

**96 Sheviakov O. V., Doroshenko E. Yu., Mykhaliuk Ye. L.,
Prykhodko V. V., Liakhova I. M., Nikanorov O. K.,
Malakhova S. M., Hurieieva A. M.**

Features of social-psychological rehabilitation of sportsmen-paralympians specialized in powerlifting

103 Chorny V. M.

Antibacterial properties of a modified magnesium alloy *in vitro* with clinical strains of non-fermentative gram-negative microorganisms

107 Nosivets D. S., Mamchur V. Yo., Opryshko V. I.

Diclofenac sodium effects on spontaneous behavioral activity of rats with osteoarthritis and concomitant hypothyroidism

**112 Shevchuk O. O., Todor I. M., Rodionova N. K., Posokhova K. A.,
Nikolaev V. H.**

Myeloprotective activity of granulocyte-colony stimulating factor drugs and enterosorption in rats grafted with Guerin carcinoma

Review

**122 Pupin T. I., Nemesh O. M., Honta Z. M., Shylivskyi I. V.,
Moroz K. A., Bumbar O. I.**

Modern aspects of generalized periodontitis treatment in patients with a somatic pathology

**129 Chornomydz A. V., Boyarchuk O. R., Oleshchuk O. M.,
Chornomydz I. B.**

Use of bacterial drugs for allergic diseases treatment: pros and cons

Case report

**138 Raznatovska O. M., Noreiko S. B., Fedorets A. V.,
Potapenko M. S., Hrekova T. A.**

Comorbidity in phthisiatric practice: multidrug-resistant tuberculosis and laryngeal cancer (2 case reports)

Antibacterial properties of a modified magnesium alloy *in vitro* with clinical strains of non-fermentative gram-negative microorganisms

V. M. Chornyj*

Zaporizhzhia State Medical University, Ukraine

The aim. To determine the antibacterial effect of the products of biodegradation of magnesium alloy ML-10 on the clinical strains of *Pseudomonas aeruginosa* and *Acinetobacter baumannii* and, based on the results, substantiate the possibility of this alloy using in orthopedic and traumatological practice as implants with antibacterial activity.

Materials and methods. Magnesium alloy extract was prepared on the basis of Mueller-Hinton broth (pH 7.4). The clinical strains of *A. baumannii* (15) and *P. aeruginosa* (15) were used in sensitivity testing. The bacteriostatic activity of the alloy extract was estimated by the visual growth presence or absence in test-tubes with microorganisms; bactericidal activity – by the growth of microbial colonies presence or absence on plates with Mueller-Hinton agar after culturing from test tubes for 24, 28 and 72 hours.

Results of the study showed that the extract of magnesium alloy ML-10 has a high bacteriostatic and bactericidal activity against the clinical strains of *A. baumannii* and *P. aeruginosa*. In test tubes with an extract, the growth of microorganisms was not visually detected, which indicates a significant bacteriostatic activity of the magnesium alloy biodegradation products. The study of bactericidal activity found that the maximum growth of bacteria on agar was observed only after the first culturing from the test tubes (the extract incubation for 24 hours) in which the microorganisms were added in a concentration of 10^9 , 10^8 , 10^7 CFU/ml the day before. The number of colonies growing on agar after the second culturing (the extract incubation for 48 hours) significantly decreased in the process of thermostating, and after the third culturing (the extract incubation for 72 hours) the microorganism growth was absent on a dense medium in most experiments. High bactericidal activity of the magnesium alloy was found in the experiments with the extract containing 10^6 , 10^5 , 10^4 CFU/ml. The growth of colonies was absent on the dense medium after culturing from these tubes during the entire experiment.

Conclusions. The products of magnesium alloy ML-10 biodegradation have shown high bactericidal activity against the non-fermentative gram-negative microorganisms *A. baumannii* and *P. aeruginosa*.

Key words:

magnesium alloy, implant, antibacterial properties, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*.

Zaporozhye medical journal
2020; 22 (1), 103–106

DOI:
10.14739/2310-1210.
2020.1.194637

*E-mail:
chorniy.vadim.
doc@gmail.com

Антибактеріальні властивості модифікованого магнієвого сплаву *in vitro* щодо клінічних штамів неферментуючих грамнегативних мікроорганізмів

В. М. Чорний

Мета роботи – визначити антибактеріальну активність продуктів біодеградації магнієвого сплаву МЛ-10 щодо клінічних штамів *Acinetobacter baumannii* та *Pseudomonas aeruginosa* й на підставі результатів, що отримали, обґрунтувати можливість його використання в ортопедії, травматології як імплантатів, що мають антибактеріальну активність.

Матеріали та методи. Використали екстракт магнієвого сплаву МЛ-10, що приготували на основі бульйону Мюллера–Хінтона (рН 7,4), а також 15 штамів *A. baumannii* та 15 штамів *P. aeruginosa*. Бактеріостатичні властивості оцінювали за наявністю або відсутністю візуального зростання мікроорганізмів у пробірках з екстрактом, бактерицидні – за наявністю або відсутністю зростання колоній цих мікроорганізмів на агарі Мюллера–Хінтона після висіву з екстракту.

Результати. Досліджуваний екстракт магнієвого сплаву МЛ-10 має високу бактеріостатичну та бактерицидну активність щодо клінічних штамів *A. baumannii* та *P. aeruginosa*. У дослідних пробірках зростання мікроорганізмів візуально не виявили, що свідчить про чималу бактеріостатичну активність. Вивчаючи бактерицидну активність, виявили: максимальне зростання бактерій на агарі спостерігали тільки після першого висіву (24 годин інкубації) з пробірок, в які напередодні додали мікроорганізми в концентрації 10^9 , 10^8 , 10^7 КУО/мл. З часом термостатування кількість колоній, що виростала на агарі після другого висіву (48 годин інкубації екстракту), значущо зменшувалася, а після третього висіву (72 години інкубації екстракту) – здебільшого зростання мікроорганізмів відсутнє. Висока бактерицидна активність продуктів біодеградації сплаву виявлена в дослідях з екстрактом, де в емності напередодні додали 10^6 , 10^5 , 10^4 КУО/мл, – зростання колоній на щільному середовищі після висіву з цих пробірок відсутнє протягом усього експерименту.

Висновки. Продукти біодеградації магнієвого сплаву МЛ-10 мають високу бактерицидну активність щодо клінічних штамів неферментуючих грамнегативних мікроорганізмів, як-от *A. baumannii*, *P. aeruginosa*.

Ключові слова:

імплантат, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*.

Запорізький медичний журнал
2020. Т. 22, № 1(118).
С. 103–106

Антибактериальные свойства модифицированного магниевого сплава *in vitro* по отношению к клиническим штаммам неферментирующих грамотрицательных микроорганизмов

В. Н. Черный

Цель работы – определить антибактериальную активность продуктов биодegradации магниевого сплава МЛ-10 по отношению к клиническим штаммам *Acinetobacter baumannii* и *Pseudomonas aeruginosa* и на основании полученных результатов обосновать возможность его использования в ортопедии и травматологии в качестве имплантатов, обладающих антибактериальной активностью.

Материалы и методы. В работе использовали экстракт магниевого сплава МЛ-10, приготовленный на основе бульона Мюллера–Хинтона (рН 7,4), а также 15 штаммов *A. baumannii* и 15 штаммов *P. aeruginosa*. Бактериостатические свойства

Ключевые слова: магниевый сплав, имплантат, антибактериальные свойства, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*.

Запорожский медицинский журнал. 2020. Т. 22, № 1(118). С. 103–106

оценивали по наличию или отсутствию визуального роста микроорганизмов в пробирках с экстрактом, бактерицидные – по наличию или отсутствию роста колоний данных микроорганизмов на агаре Мюллера–Хинтона после высева из экстракта.

Результаты. Исследуемый экстракт магниевое сплава МЛ-10 обладает высокой бактериостатической и бактерицидной активностью по отношению к клиническим штаммам *A. baumannii* и *P. aeruginosa*. В опытных пробирках с экстрактом рост микроорганизмов визуально не обнаружен, что свидетельствует о значительной бактериостатической активности продуктов биodeградации сплава. При изучении бактерицидной активности установлено, что максимальный рост бактерий на агаре отмечен только после первого высева из пробирок (24 ч инкубации экстракта), в которые накануне были добавлены микроорганизмы в концентрации 10^9 , 10^8 , 10^7 КОЕ/мл. По мере термостатирования количество колоний, вырастающих на агаре после второго высева (48 ч инкубации экстракта), значительно уменьшалось, а после третьего высева (72 ч инкубации экстракта) рост микроорганизмов на плотной среде отсутствовал в большинстве опытов. Высокая бактерицидная активность продуктов биodeградации сплава отмечена в опытах с экстрактом, где в емкости накануне добавлено 10^6 , 10^5 , 10^4 КОЕ/мл, – рост колоний на плотной среде после высева из этих пробирок отсутствовал в течение всего эксперимента.

Выводы. Продукты биodeградации магниевое сплава МЛ-10 проявляют высокую бактерицидную активность в отношении клинических штаммов неферментирующих грамотрицательных микроорганизмов, а именно по отношению к *A. baumannii* и *P. aeruginosa*, являющихся основными возбудителями имплантат-ассоциированных инфекций.

A challenging problem with the use of implants in orthopedics and traumatology is the prevention of major complications caused by the infection in the tissues around metal structures [1,2]. In 1.0–8.5 % of cases, a permanent implantation leads to the development of infection such as chronic post-implantation osteomyelitis with subsequent disability of a patient [3]. According to the literature data, in 5–14 % of cases implant-associated infections (IAI) are considered to be caused by non-fermenting gram-negative microorganisms, among which *Pseudomonas aeruginosa* and *Acinetobacter baumannii* are most often found [4–6]. It is known that these bacteria have the characteristic ability to rapidly form multi-level microbial biofilms on the surface of artificial implants as well as a resistance to many antibacterial drugs, which greatly complicates the therapy of IAI [6,7]. In this regard, special importance in traumatology and orthopedic practice is attributed to alternative ways of IAI prevention via magnesium-based biodegradable alloys (Mg^{2+}) using, which prevents pathogenic microorganisms growth and biofilms formation [8]. This work is a continuation of research on antimicrobial properties of industrial magnesium-based alloy ML-10. We have shown that this alloy has high antibacterial activity against the reference non-fermenting gram-negative *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 strain. The products of magnesium alloy biodegradation (gaseous hydrogen, magnesium hydroxide and Mg salts) have increased the pH locally resulting in an effective destruction of the pseudomonads reference strain within 72 hours [9].

Aim

The objective this work was to determine the antibacterial effect of the products of biodegradation of magnesium alloy ML-10 on the clinical strains of *Pseudomonas aeruginosa* and *Acinetobacter baumannii* and, based on the results, substantiate the possibility of this alloy using in orthopedic and traumatological practice as implants with antibacterial activity.

Materials and methods

A magnesium alloy extract was prepared for conducting the experiments. A batch of weighed amounts of metal filings were washed in a sterile 0.85 % NaCl solution and sterilized in 70 % ethanol for 5 minutes followed by washing in the sterile 0.85 % NaCl solution again. After sterilization, the metal filings were immersed in Mueller-Hinton broth

(pH 7.4) (1 mg filings per 1 ml broth) and incubated for 72 hours (37 °C). The supernatant fluid (extract) was used for experiments after centrifugation. 15 strains of *A. baumannii* and 15 strains of *P. aeruginosa* for the study were obtained from the wound purulent exudate from patients with various types of surgical complications and demonstrated multiple resistance to antibacterial drugs. Day-old cultures were used in a concentration from 10^9 CFU/ml to 10^4 CFU/ml which we were added to extract (0.2 ml of suspension per 2 ml of extract). As a means of control, test tubes with Mueller-Hinton broth and microbial strains (control of the culture growth), test tubes with the broth and test tubes with the extract (medium contamination control). All the containers were incubated at 37 °C for 72 hours. The tubes were examined every day to determine a bacteriostatic effect of the alloy extract and the plates with Mueller-Hinton agar were inoculated with 0.1 ml of the tubes content simultaneously to determine the bactericidal effect. The study of the biodegradable alloy antimicrobial effect was repeated five times. A statistical analysis of the results was performed using Microsoft Excel 2010 licensed software and Statistics for Windows 13 (StatSoft Inc., JPZ8041382130ARCN10-J). In the analysis of the quantitative data distributions, median (Me) was selected as the measure of central tendency, the measure of variation was interquartile range (the difference between 25 and 75 percentiles).

Results

The results showed that the tested extract of metal exhibited high bacteriostatic and bactericidal activity against the *A. baumannii* and *P. aeruginosa* strains. While examining the cultures in the Mueller-Hinton broth, it was found that the strain cultures growth was not visually determined in all the test tubes with the extract for 3 days. In studying the alloy bactericidal activity, it was revealed that the extract efficiently neutralized 10^5 , 10^4 , 10^3 , 10^2 microbial cells during 24 hours. The growth of acinetobacteria and pseudomonas was observed on agar only in the plated samples from the tubes where the microorganisms had been added the day before in the amount of 10^9 , 10^8 , 10^7 CFU/ml. The maximum growth of the colonies on agar after plating from these containers was registered only after the first 24 hours of incubation. In the process of thermostating, the number of colonies inhibiting growth on agar significantly decreased after the second and third plating. The most significant bactericidal effect of

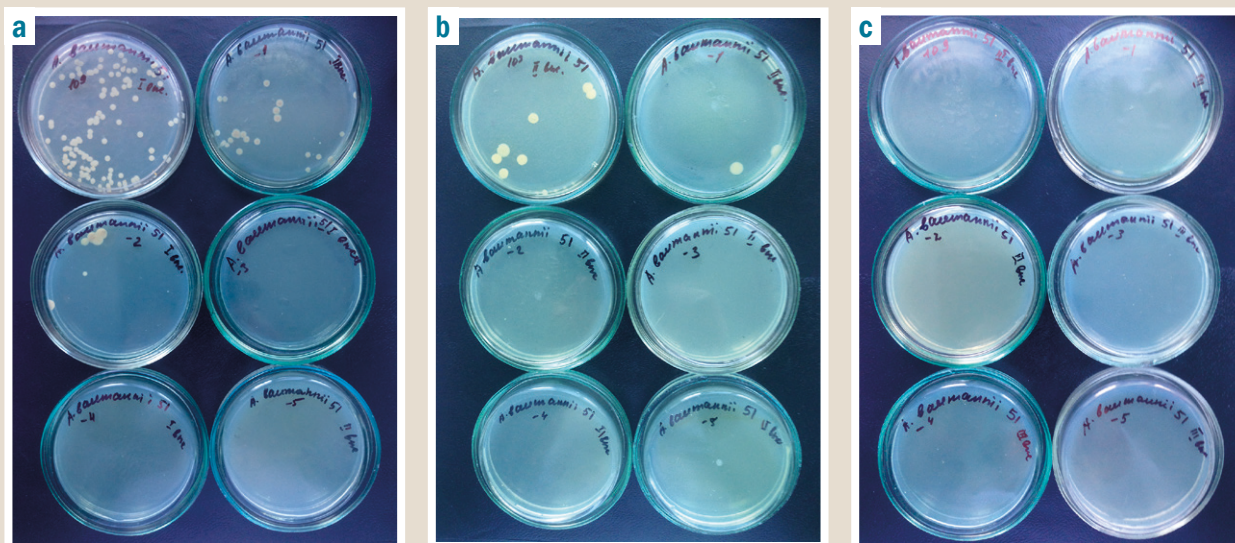


Fig. 1. *A.baumannii* colonies on Mueller-Hinton agar after the process of thermostating in the extract of magnesium alloy ML-10 for 24 h (a), 48 h (b) and 72 h (c).

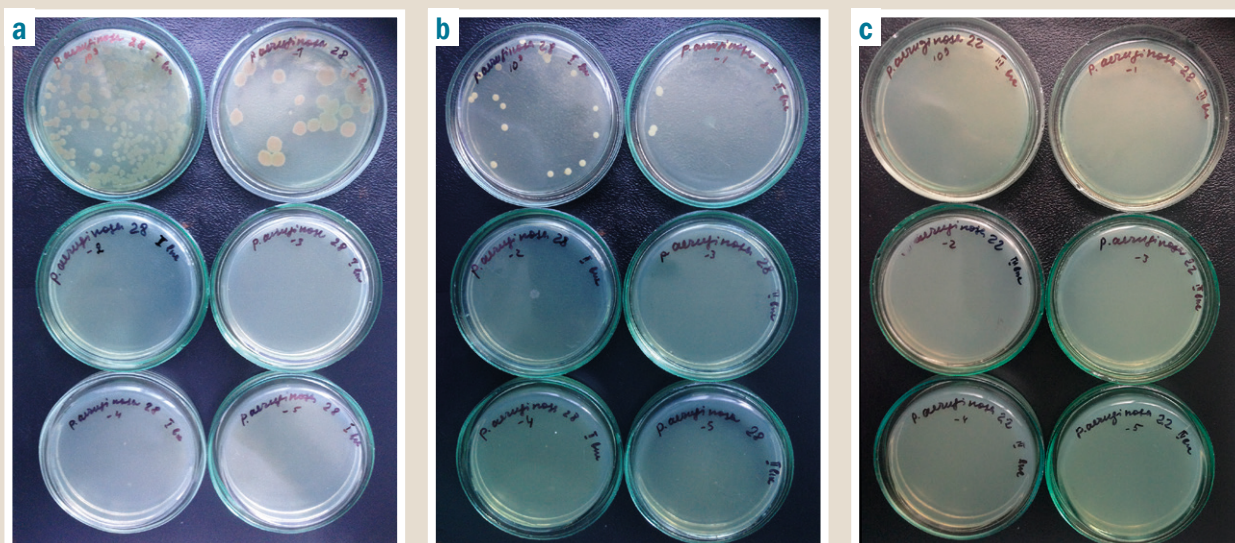


Fig. 2. *P.aeruginosa* colonies on Mueller-Hinton agar after the process of thermostating in the extract of magnesium alloy ML-10 for 24 h (a), 48 h (b), 72 h (c).

the extract was seen in experiments with the highest microbial burden of 10^9 CFU/ml. Thus, in the experiments with *A. baumannii* strains, the largest number of colonies growth was detected on agar after the first plating of samples from the extract, the results of some experiments ranged from 165.8 (157–184) to 2.8 (14–48). After the second plating, the results ranged from 14.8 (14–18) to 1.8 (1–2), and colonization only 27 % of strains had visible single colony growth pattern (0.4 (0–1) – 0.2 (0–0)) after the third plating from the extract (Fig.1). The remaining 73 % of strains completely died within 72 hours.

Similar results were obtained in the study of *P. aeruginosa* sensitivity: the growth of the largest number of pseudomonas colonies was recorded after the first plating of the extract (279 (212–385) – 6.6 (2–12)). After the second plating, the total number of colonies on the agar medium significantly decreased (17.2 (4–28) – 0.8 (0–2)), and only 40 % of the pseudomonas strains demonstrated single

and sparse colony growth pattern on agar (0.2 (0–0) – 0) after the third plating (Fig.2). The remaining 60 % of strains *P. aeruginosa* were completely decontaminated within 72 hours.

Discussion

Surgical site infections remain a major complication of arthroplasty, spinal stabilization or other orthopedic surgeries. The pathogenesis of these complications is related to use of orthopedic implants [1–4]. As described in the previous section, the products of magnesium alloy ML-10 biodegradation have a high antibacterial activity against traumatologic surgery-associated infections such as non-fermenting gram-negative microorganisms, among which *Pseudomonas aeruginosa* and *Acinetobacter baumannii*. The results of direct antibacterial studies showed in vitro that the alloy inhibited the bacterial growth most likely

due to an increased local alkalinity caused by the metal degradation. We suggest that biodegradable Mg based biomaterials have a great potential for antibacterial orthopedic implant applications, prevention and/or treatment of implant-associated infection, and thus for therapeutic efficacy and safety improvements.

Conclusions

1. Products magnesium alloy ML-10 biodegradation had a significant bactericidal effect on clinical strains of *A. baumannii* within 72 hours.

2. Extract of magnesium alloy ML-10 had high antibacterial activity against clinical strains of *P. aeruginosa* and inactivated the microorganisms within 3 days.

3. The study results obtained confirm the possibility of the alloy ML-10 use as an implant material with a unique ability to prevent the growth of implant-associated pathogens.

Perspective of further research. Currently, gram-positive microorganisms of the genus *Staphylococcus* and *Streptococcus* are one of the important issues in orthopedic and traumatological practice; therefore, we consider promising the further study on antimicrobial activity of the ML-10 magnesium alloy against clinical strains of gram-positive microorganisms.

Conflicts of interest: author has no conflict of interest to declare.
Конфлікт інтересів: відсутній.

Надійшла до редакції / Received: 22.05.2019
Після доопрацювання / Revised: 20.09.2019
Прийнято до друку / Accepted: 23.09.2019

Information about author:

Chornyi V. M., MD, PhD, Associate Professor of the Department of Traumatology and Orthopedics, Zaporizhzhia State Medical University, Ukraine.

Відомості про автора:

Чорний В. М., канд. мед. наук, доцент каф. травматології та ортопедії, Запорізький державний медичний університет, Україна.

Сведения об авторе:

Чёрный В. Н., канд. мед. наук, доцент каф. травматологии и ортопедии, Запорожский государственный медицинский университет, Украина.

References

- [1] Thakore, R. V., Greenberg, S. E., Shi, H., Foxx, A. M., Francois, E. L., Prablek, M. A., Nwosu, S. K., Archer, K. R., Ehrenfeld, J. M., Obremsky, W. T., & Sethi, M. K. (2015). Surgical site infection in orthopedic trauma: A case-control study evaluating risk factors and cost. *Journal Of Clinical Orthopaedics And Trauma*, 6(4), 220-226. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2015.04.004>
- [2] Zimmerli, W. (2015). Orthopaedic implant-associated infections. Update of antimicrobial therapy. *Orthopade*, 44(12), 961-966. <https://doi.org/10.1007/s00132-015-3184-y> [in German].
- [3] Busscher, H. J., van der Mei, H. C., Subbiahdoss, G., Jutte, P. C., van den Dungen, J. J., Zaat, S. A., Schultz, M. J., & Grainger, D. W. (2012). Biomaterial-Associated Infection: Locating the Finish Line in the Race for the Surface. *Science Translational Medicine*, 4(153), Article 153rv10. <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.3004528>
- [4] Al-Mulhim, F., Baragbah, M., Sadat-Ali, M., Alomran, A., & Azam, M. (2014). Prevalence of Surgical Site Infection in Orthopedic Surgery: A 5-year Analysis. *International Surgery*, 99(3), 264-268. <https://doi.org/10.9738/intsurg-d-13-00251.1>
- [5] Rodríguez-Pardo, D., Pigrau, C., Lora-Tamayo, J., Soriano, A., del Toro, M. D., Cobo, J., Palomino, J., Euba, G., Riera, M., Sánchez-Somolinos, M., Benito, N., Fernández-Sampedro, M., Sorli, L., Guio, L., Iribarren, J. A., Baraia-Etxaburu, J. M., Ramos, A., Bahamonde, A., Flores-Sánchez, X., Corona, P. S., Ariza, J., & REIPI Group for the Study of Prosthetic Infection (2014). Gram-negative prosthetic joint infection: outcome of a debridement, antibiotics and implant retention approach. A large multicentre study. *Clinical Microbiology And Infection*, 20(11), O911-O919. <https://doi.org/10.1111/1469-0691.12649>
- [6] Zimmerli, W., & Sendi, P. (2017). Orthopaedic biofilm infections. *Acta pathologica, microbiologica et immunologica Scandinavica*, 125(4), 353-364. <https://doi.org/10.1111/apm.12687>
- [7] Butt, A., & Khan, A. (2015). Antibiotics Resistance of Bacterial Biofilms. *Middle East Journal Of Business*, 10(4), 38-45. <https://doi.org/10.5742/MEJB.2015.92718>
- [8] Robinson, D., Griffith, R., Shechtman, D., Evans, R., & Conzemius, M. (2010). In vitro antibacterial properties of magnesium metal against *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus*. *Acta Biomaterialia*, 6(5), 1869-1877. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2009.10.007>
- [9] Chornyi, V. M., Polishchuk, N. M., Kamyshnyi, O. M., & Holovakha, M. L. (2018). Rezultaty vyvchennia in vitro antybakterialnoi aktyvnosti modifikovanoho mahnievoho splavu shchodo test-shtamiv *E. coli* ta *P. aeruginosa* [Results of the in vitro study of the antibacterial activity of modified magnesium alloy in experiments with *E. coli* and *P. aeruginosa* test-strains]. *Pathologia*, 15(3), 337-340. <https://doi.org/10.14739/2310-1237.2018.3.151854> [in Ukrainian].