

Применения трабекулярных компонентов в эндопротезировании тазобедренного сустава (Обзор)

Косяков А.Н.¹, Гребенников К.А.¹, Милосердов А.В.¹, Туз Е.В.¹, Федин Е.М.¹,
Галузинский А.А.², Бурбурская С.В.²

¹Киевская городская клиническая больница № 12, Киевский городской центр эндопротезирования, хирургии и реабилитации, г. Киев

²Лаборатория медицинской 3D-печати, ГУ "Институт травматологии и ортопедии НАМН Украины", г. Киев

Резюме. Актуальность. Эндопротезирование крупных суставов – одно из наиболее успешных оперативных вмешательств за последнее столетие. Каждый год как во всем мире, так и в нашей стране увеличивается количество тотальных артропластик. Соответственно, растет количество разновидностей имплантатов и совершенствуются методики их производства. **Цель работы.** На основе литературных данных осветить практические аспекты и возможности применения трабекулярных ацетабулярных компонентов при первичной и ревизионной артропластике тазобедренного сустава. **Материалы и методы.** Нами были проанализированы данные публикаций последних лет в медицинской периодике, литературные данные, касающиеся применения трабекулярных имплантатов. **Выводы.** Трабекулярные компоненты приобретают всё большую популярность у ортопедов при артропластике суставов. Они имеют несколько ценных преимуществ, благодаря которым их можно использовать в рутинных и сложных случаях первичного эндопротезирования суставов, а при ревизионных вмешательствах они часто незаменимы, так как имеют возможность модульности конструкции и комбинации вместе с аугментами.

Ключевые слова: трабекулярный титан, эндопротезирование тазобедренного сустава, 3D-печать имплантатов.

Введение

Первые документированные попытки использования металлов для компенсации костных дефектов относятся к 1565 г., когда Petronius применил золотые пластинки для реконструкции костного неба, а Fallopius – для краниопластики. Однако археологические находки свидетельствуют о том, что ещё древние инки 3000 лет назад проводили подобные эксперименты. Дальнейшая история полна смелых решений и драматических коллизий: предпринимались попытки удешевить имплантаты, победить коррозию и воспаление, использовать костные ксено- и аллогraftы и т. д. [1].

История эндопротезирования ведет свой отсчет с 1890 г., когда немецкий хирург Gluck имплантировал три шарнирных эндопротеза тазобедренного сустава, изготовленных из слоновой кости.

Современный этап развития имплантологии логично отсчитывать с 40-х годов прошлого века. Бурк (Burke) ввёл в медицинскую практику танталовые нити. Данный материал зарекомендовал себя безукоризненно и уже в период Второй мировой

войны широко применялся в различных областях хирургии. Первый эндопротез тазобедренного сустава создал в 1938 г. Р. Уайлс (R. Wiles). В 1940 г. Мур (Moore) впервые изготовил эндопротез проксимального отдела бедренной кости из виталлиума (кобальтохромомолибденовый сплав) и успешно использовал его для лечения пациента с опухолью бедренной кости. В 1958 г. J. Charnley, подойдя к замене сустава как к проблеме прежде всего трибологической, создал эндопротез, ставший "золотым стандартом" эндопротезирования. Первую удачную конструкцию с металл-металлической парой трения, способную работать долгие годы, предложил наш земляк К.М. Сиваш (1959 г.) [2-7]. Дальнейшее развитие технологий и удешевление производства тантала и титана привело к глобальному внедрению имплантатов из них в повседневную клиническую практику.

Разумеется, внедрение в хирургию новых материалов открыло широкие возможности для появления новых типов имплантатов и целых принципов имплантологии. В дополнение к традиционной фиксации различных компонентов с помощью винтов,

проволоки и полиметилметакрилатного цемента, появилась возможность применения имплантатов с “развитой поверхностью”. Прочная первичная фиксация и дальнейшая окончательная остеоинтеграция – вот отличительные черты современных имплантатов бесцементной фиксации, используемых в различных областях хирургии.

Цель работы – на основе литературных данных осветить практические аспекты и возможности применения трабекулярных ацетабулярных компонентов при первичной и ревизионной артропластике тазобедренного сустава.

Материалы и методы

Ведущие инженеры и физики разработали несколько технологий для создания имплантатов механической фиксации. Среди них следует отметить: вакуум-плазменный спрей, химическое осаждение из паровой фазы, низкотемпературное осаждение из паровой дуги, наплавление на контактные поверхности переплетённых решётчатых структур (проволоки, стружки, шариков). Несмотря на общие положительные клинические результаты повышения сложности поверхности имплантата, проявились и некоторые недостатки, такие как отделение пористого слоя от субстрата, явления коррозии и расшатывание имплантатов. В дальнейшем, один из ведущих производителей эндопротезов включил в свое портфолио компоненты с контактными по-

верхностями из гальванически вспененного титана как на твердотельной основе, так и со сквозной пористостью. Применение этих компонентов из титана началось в 1997 г. и за четыре первых года превысило 100 000 имплантаций во всем мире. В последующие десятилетия компоненты эндопротезов из трабекулярного металла заняли одно из ведущих мест как в первичной, так и в ревизионной артропластике суставов [8-2] (рис.1).

При сравнительном анализе удалённых при ревизиях вертлужных компонентов оказалось, что характер “костного ответа” зависит не только от степени “шероховатости”, но и от размера пор, толщины страт (перемычки между порами, остеоинтегративной каркасности и пористого объёма (рис. 2).

Первый случай установки ацетабулярного имплантата из трабекулярного титана, отпечатанного на 3D-принтере, относится к 2007 г., что совпало с появлением второго поколения принтеров [13, 14] (рис. 3).

Дальнейшее развитие технологии 3D-печати металлических имплантатов из титанового порошка (Ti-6Al-4V) шло стремительными темпами, преодолевая лицензионные, разрешительные и санкционные барьеры. И на сегодняшний момент только в США работает чуть более 100 медицинских 3D-принтеров, изготавливающих серийные и индивидуальные компоненты для челюстно-лицевой хирургии, нейрохирургии, торакальной хирургии, онкологии и ортопедии. Основными технологиями 3D-печати имплантатов являются: SLM (селектив-

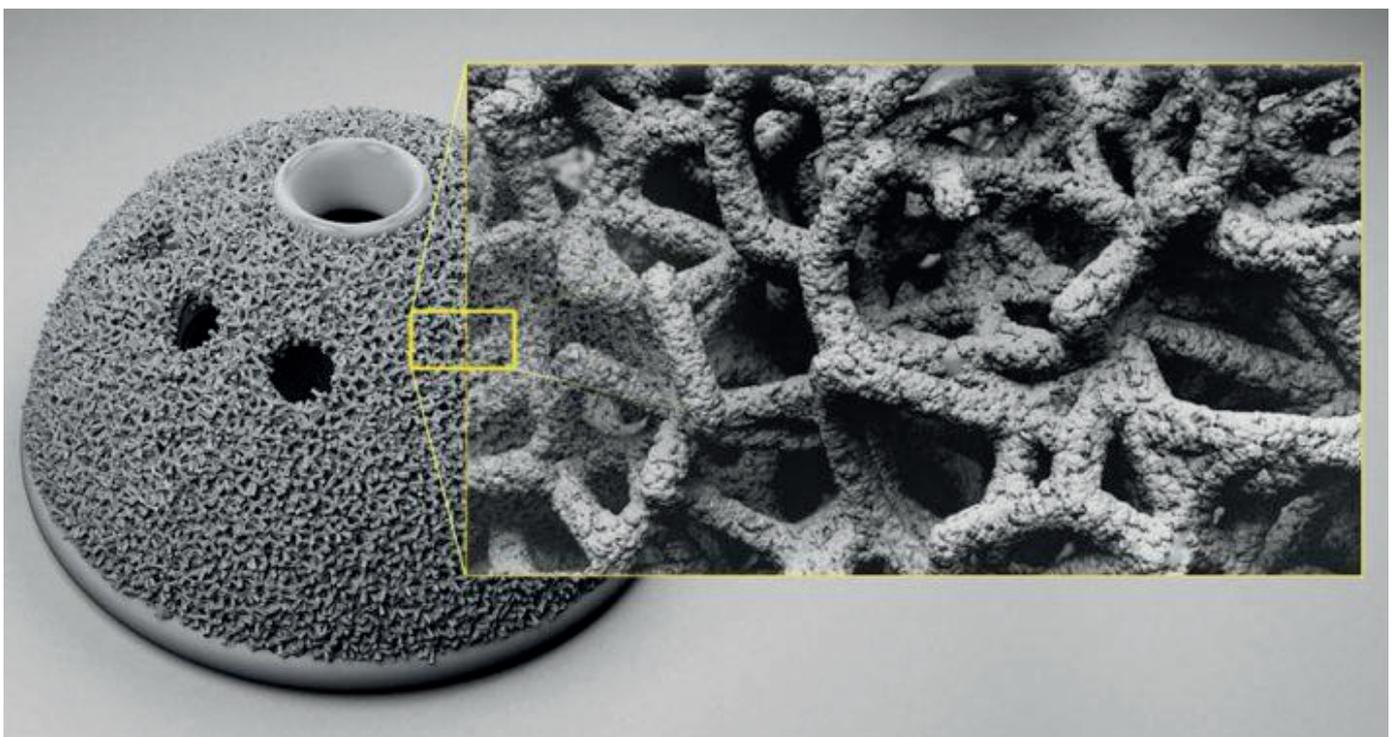


Рис. 1. Структура контактной поверхности имплантатов из тантала

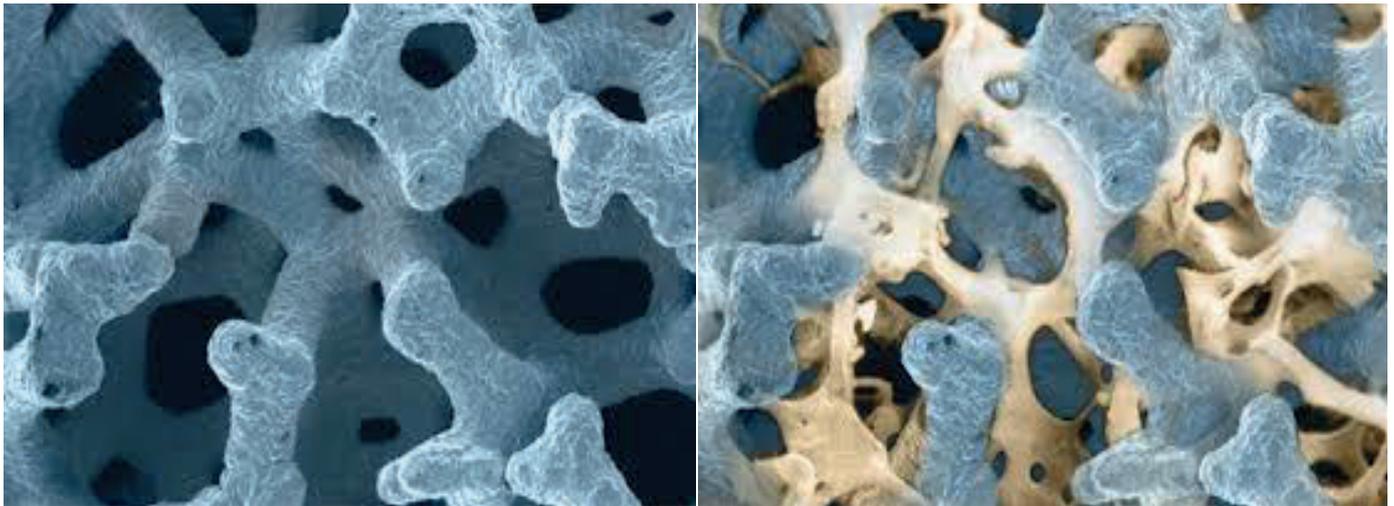


Рис. 2. Остеоинтегративные свойства тантала

ное лазерное плавление), EBМ (электронно-лучевое плавление) и DMLS (прямое металлическое лазерное спекание) [13, 14].

Данный материал обладает рядом уникальных качеств, а открытие 3D-технологий изготовления трабекулярных имплантатов дополнило этот ряд некоторыми незаменимыми преимуществами:

- высокая биосовместимость;
- открытая и взаимосвязанная структура пор для поддержки роста костной ткани и васкуляризации (остеоинтегративная каркасность);
- коррозионная устойчивость во внутренней среде человека;
- очень высокий коэффициент сцепления обеспечивает максимальную первичную фиксацию (press-fit);
- модуль упругости, близкий к спонгиозной костной ткани (изоэластичность);

- большой пористый объём;
- монолитность имплантата, исключающая его позднее расслоение на базовый и остеоинтегративный слой;
- высокая экономическая эффективность;
- возможность создания имплантатов любой конфигурации и архитектоники, вплоть до индивидуальных [7, 13-18].

На сегодняшний день на украинском рынке доступны трабекулярные ацетабулярные компоненты и аугменты для первичного и ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава, полученные в процессе химического осаждения тантала и напечатанные на 3D-принтере методом селективного лазерного спекания (SLM) титана (Ti-6Al-4V) или его электронно-лучевой плавки (EBM). Эту продукцию представляют в Украине фирмы: Zimmer Biomet со своей технологией Trabecular Metal™, Lima



Рис. 3. Структура контактной поверхности имплантатов из трабекулярного титана

Corporate и имплантаты Trabecular Titanium, Gruppo Bioimpianti и ацетабулярная система Fin System, Permedica Orthopedics и недавно появившаяся на рынке Trabecular Titanium TRASER® (рис. 4).

Их основные характеристики:

- оптимальный размер пор для интеграции мягких тканей составляет 100-200 мкм (для окончательной остеоинтеграции путём формирования новых остеонных комплексов 50-650 (934) мкм);
- объёмная пористость – от 60 до 80%;
- страты (перемычки между порами) – 0,45 мкм (что является оптимальным значением для адгезии остеонформирующих клеточных элементов);
- высокая устойчивость к механическим воздействиям (циклическим деформациям);

- широкий ассортимент имплантатов как со сплошной пористостью, так и с твердотельной основой (толщина трабекулярного слоя от 1 до 2 мм). Большинство экспериментальных исследований и клинических наблюдений свидетельствуют, что для полноценной окончательной остеоинтеграции достаточно 0,3-0,4 мм, хотя описаны случаи прорастания кости в имплантат на 3-4 см;

- наличие систем как для первичной, так и для ревизионной артропластики тазобедренного, коленного, плечевого, локтевого, голеностопного и других суставов;
- возможность сочетания со всеми современными парами трения (Pe-Met, Pe-Cer, Cer-Cer) [7, 9, 13-20].

Основные показания для использования этих высокопористых изделий в целом не отличаются от



Рис. 4. а) Zimmer Biomet со своей технологией Trabecular Metal™; б) Lima Corporate Trabecular Titanium; в) Gruppo Bioimpianti Fin System; г) Permedica Orthopedics Trabecular Titanium TRASER®

таковых для механических компонентов с гидроксиапатитным покрытием или покрытием, полученным путём плазменного напыления. Однако есть ряд клинических ситуаций, где особенности трабекулярных имплантатов предоставляют хирургу большую возможность манёвра.

Показания к использованию ацетабулярных компонентов с трабекулярной структурой:

- дефициты покрытия «чашки» - ацетабулярная недостаточность любой природы (дисплазия, постинфекционные и посттравматические дефекты);
- неудовлетворительное качество подлежащей кости (от остеосклероза до остеопении, выраженные кистозные изменения, массивная костная пластика);
- онкологические поражения костной ткани;
- возможность установки вертлужных компонентов вместе с трабекулярными аугментами и системами Cup-Cage [8-18].

Противопоказанием к использованию данных имплантатов является наличие септического процесса в области вмешательства, так как основным недостатком трабекулярных компонентов является трудности их эксплантации.

По другим параметрам (хирургическая техника, размерная линейка, инструменты для имплантации, возможность использования разных доступов и т. д.) высокопористые компоненты не отличаются от традиционных имплантатов механической фиксации.

M. Memminger и соавт. описывают успешное использование трабекулярной «чашки» TRASER Permedica Orthopedics при одномоментном двухстороннем эндопротезировании тазобедренного сустава у пациента с карликовостью и диспластическим коксартрозом. При оперативном вмешательстве была выполнена костная аутопластика крыши вертлужной впадины [21].

Все больше исследований посвящено срокам выживаемости трабекулярных «чашек» при первичной артропластике тазобедренного сустава, так как все чаще компоненты с пористой структурой применяются в случаях первичного эндопротезирования [22-24].

Ряд авторов делится своим успешным опытом использования трабекулярных конструкций Lima Corporate Delta TT system при ревизионной артропластике тазобедренного сустава и костных дефектов в области вертлужной впадины. Использование этих имплантатов дает хирургам большие возможности во время оперативного вмешательства из-за их модульности [25-27].

Данные многочисленных исследований утверждают, что трабекулярная структура стимулирует остеинтегративные функции костной ткани. Шероховатая поверхность имплантатов и их ячеистая структура способствуют дифференциации ме-

зехимальных клеток и тем самым – быстрой интеграции и стабильности компонентов [28-33].

По данным статистики в национальных регистрах анализируют ближайшие и средне/долгосрочные результаты использования трабекулярных компонентов – до 8 лет, число имплантаций более 10 000. Выживаемость высокопористых ацетабулярных имплантатов за этот период составила 94,4-99,3%, что сопоставимо с выживаемостью других популярных безцементных «чашек» 79,4-96,2% [34-40]. Однако авторы мета-анализов отмечают, что трабекулярные вертлужные компоненты чаще применялись в сложных случаях первичного эндопротезирования (при большем дефиците костного ложа, в случаях тяжёлых диспластических изменений вертлужной впадины, у пациентов молодого возраста или у больных с остеопорозом, в узлах трения с крупными (>32 мм) головками, что является факторами риска при эндопротезировании тазобедренного сустава). Оценить остеointегративный потенциал установленных имплантатов по данным радиологических исследований в рамках национальных регистров не представляется возможным. Но среди всех причин ревизий асептическое расшатывание высокопористых «чашек» встречается значительно реже, чем у других (1-11% против 15-20%) [34]. На наш взгляд, заслуживает внимания факт из отчёта Австралийского национального регистра за 2019 год: одна из трабекулярных «чашек», выпускающаяся путём печати на 3D-принтере из титанового порошка Lima Corporate и имплантаты Trabecular Titanium, не была ни разу заменена в ходе ревизий в промежутке от 3 до 5 лет наблюдения [34]. Что тоже свидетельствует о высоких показателях остеointеграции, так как ревизии в первые годы после имплантации выполняются в основном из-за перипротезной инфекции и вывихов.

Производство имплантатов с использованием аддитивных технологий является очень перспективным и динамично развивающимся направлением. Преимуществами этого метода является быстрое развитие производства и снижение стоимости имплантатов. Что может покрыть растущие потребности рынка в качественных и высокотехнологичных протезах.

Выводы

Трабекулярные компоненты завоевывают всё большую популярность у ортопедов в Украине. Каждый год фирмы производители предлагают нам более широкий выбор и разнообразие изделий, изготовленные методом 3D-печати из порошка титана (Ti-6Al-4V). Они имеют несколько ценных преимуществ, благодаря которым их можно использовать в рутинных и сложных случаях первичного эндо-

протезирования суставов, а при ревизионных вмешательствах они часто незаменимы, так как имеют возможность модульности конструкции и комбинации вместе с аугментами. Вместе с тем, даже самые современные технологии не дают нам права пренебрегать фундаментальными принципами эндопротезирования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов при подготовке статьи.

Литература

1. Porous tantalum and tantalum oxide nanoparticles for regenerative medicine / *G. Mobandas, N. Oskolkov, M.T. McMahon* [et al.] // *Review Acta Neurobiol. Exp.* – 2014. – № 74. – P. 188–196.
2. Черный В.Н. Эндопротезирование коленного сустава тотальным цементным эндопротезом “Мотор Сич ЭПК-2”. / *В.Н. Черный* // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2015. – № 2. – С. 67–69.
3. Judet J. The use Jif an artificial femoral head for arthroplasty of the hip joint / *J. Judet, R. Judet* // *J. Bone Joint Surg.* – 1950. – № 32-B. – P. 166.
4. Wiles P.W. Surgery of the Osteoarthritic Hip / *P.W. Wiles* // *Brit. J. Surg.* – 1958. – № 45. – P. 488.
5. Филиппенко В.А. Различные пары трения эндопротезов тазобедренного сустава / *В.А. Филиппенко* // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2013. – № 3. – P. 66–69.
6. Возмещение костных дефектов вертлужной впадины с использование аддитивных технологий / *А.Н. Косяков, К.А. Гребенников, А.В. Милосердов* [и др.] // Вісник ортопедії, травматології та протезування. – 2018. – № 4. – С. 64–74.
7. Bone regeneration by the osteoconductivity of porous titanium implants manufactured by selective laser melting: a histological and micro computed tomography study in the rabbit / *M. de Wild, R. Schumacher, K. Mayer*, [et al.] // *Tissue engineering.* – 2013. – № 19 (23-24). – P. 2645–2654.
8. A monoblock porous tantalum acetabular cup has no osteolysis on CT at 10 years / *T.C. Moen, R. Gbate, N. Salaz* [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2011. – № 469. – P. 382–386.
9. Clinical and radiological outcomes of trabecular metal systems and antiprotrusion cages in acetabular revision surgery with severe defects: a comparative study / *I.I. López-Torres, P. Sanz-Ruiz, C. Sánchez-Pérez* [et al.] // *International Orthopaedics.* – 2018. – № 42(8). – P. 1811–1818. DOI: 10.1007/s00264-018-3801-6.
10. Trabecular metal augments for the management of paprosky type III defects without pelvic discontinuity / *G. Grappiolo, M. Loppini, U.G. Longo* [et al.] // *The Journal of Arthroplasty.* – 2015. – № 30 (6). – P. 1024–1029.
11. Continued good results with modular trabecular metal augments for acetabular defects in hip arthroplasty at 7 to 11 years / *M.R. Whitehouse, B.A. Masri, C.P. Duncan, D.S. Garbuz* // *Clinical Orthopaedics and Related Research.* – 2015. – № 473. – P. 521–527.
12. Treatment of acetabular defects with the trabecular metal revision system / *G.I. Wassilew, V. Janz, C. Perka, M. Müller* // *Der Orthopade.* – 2017. – № 46 (2). – P. 148–157.
13. Additive manufacturing of trabecular titanium orthopedic implants / *M. Regis, E. Marin, L. Fedrizzi, M. Pressacco* // *Materials Research Society.* – 2015. – № 40. – P. 137–144.

14. *Dipaola M.* 3D printing in orthopaedic surgery / *M. Dipaola, F. Wodajo.* – St. Louis : Elsever, 2019. – 228 p.
15. Highly porous titanium cup in cementless total hip arthroplasty: registry results at eight years / *F. Castagnini, B. Bordini, S. Stea* [et al.] // *International Orthopaedics.* – 2018. – № 43 (8). – P. 1815–1821.
16. Enhanced osteoblast response to porosity and resolution of additively manufactured Ti-6Al-4V Constructs with trabeculae-inspired porosity / *A. Cheng, A. Humayun, B.D. Boyan, Z. Schwartz* // *3D Printing and Additive Manufacturing.* – 2016. – № 3 (1). – P. 10–21.
17. Костная и мягкотканная интеграция пористых титановых имплантатов (Экспериментальное исследование) / *Р.М. Тихилов, И.И. Шубняков, А.О. Денисов* [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2018. – № 24 (2). – С. 95–107.
18. Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава с использованием аугментов из трабекулярного металла при последствиях переломов вертлужной впадины / *Р.М. Тихилов, И.И. Шубняков, И.Т. Чиладзе* [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2011. – № 1. – С. 76–81.
19. Performance of laser sintered Ti-6Al-4V implants with bone-inspired porosity and micro/nanoscale surface roughness in the rabbit femur / *D. Cohen, A. Cheng, K. Sabingur* [et al.] // *Biomedical Materials.* – 2017. – № 12 (2). – P. 025021.
20. Controlled implant/soft tissue interaction by nanoscale surface modifications of 3D porous titanium implants / *E. Rieger, A. Dupret-Bories, L. Salou* [et al.] // *Nanoscale.* – 2015. – № 7 (21). – P. 9908–9918.
21. *Memminger M.* Bilateral total hip replacement in dwarfism with a custom laser-printed trabecular acetabular shell / *M. Memminger, L. Banci, A. Meoli* // *Orthopaedics.* – 2019. – № 42 (5). – e477–e479.
22. Clinical and radiographic outcomes of a trabecular titanium acetabular component in hip arthroplasty: results at minimum 5 years follow-up / *L. Perticarini, G. Zanon, S. Rossi, F. Benazzo* // *BMC Musculoskeletal Disorders.* – 2015. – № 16. – P. 375.
23. Use of trabecular titanium implants for primary hip arthroplasty / *P. Kamiński, J. Szmyd, J. Ambroży* [et al.] // *Ortopedia, Traumatologia, Rehabilitacja.* – 2016. – № 18 (5). – P. 461–470.
24. Результаты клинического применения ацетабулярных компонентов с поверхностью из пористого тантала в эндопротезах при дефектах стенок вертлужной впадины / *В.А. Филиппенко, В.А. Танькут, А.И. Жигун* [и др.] // Травма. – 2016. – Т. 17, № 1. – С. 19–23.
25. *Steno B.* Acetabular revision arthroplasty using trabecular titanium implants / *B. Steno, M. Kokavec, L. Necas* // *International Orthopaedics.* – 2014. – № 39. – P. 389–395.
26. Trabecular Titanium acetabular cups in hip revision surgery: mid-term clinical and radiological outcomes / *F. De Meo, G. Cacciola, V. Bellotti* [et al.] // *Hip international: the journal of clinical and experimental research on hip pathology and therapy.* – 2018. – № 28, 2 suppl. – P. 61–65.
27. Trabecular Titanium™ cups and augments in revision total hip arthroplasty: clinical results, radiology and survival outcomes / *X. Gallart, J.A. Fernández-Valencia, J.M. Riba* [et al.] // *Hip international: the journal of clinical and experimental research on hip pathology and therapy.* – 2016. – № 26 (5). – P. 486–491.
28. Trabecular titanium induces osteoblastic bone marrow stem cells / *A. Palmieri, A. Girardi, F. Farinella, F. Carinci* // *European Journal of Inflammation.* – 2011. – Vol. 1. – P. 2–5.

29. Trabecular titanium can induce in vitro osteogenic differentiation of human adipose derived stem cells without osteogenic factors / *F. Benazzo, L. Bottà, M. Federica Scaffino* [et al.] // *Journal of Biomedical Materials Research*. – 2014. – Part A, № 102 (7). – P. 2061–2071.
30. *Ek R.K.* Electron beam melting: Impact of part surface properties on metal fatigue and bone ingrowth / *R.K. Ek*. – Sundsvall: Mid Sweden University, 2019. – 73 p.
31. Laser-sintered constructs with bio-inspired porosity and surface micro/nano-roughness enhance mesenchymal stem cell differentiation and matrix mineralization in vitro / *A. Cheng, D.J. Cohen, B.D. Boyan, Z. Schwartz* // *Calcified Tissue International*. – 2016. – № 99. – P. 625–637.
32. Laser sintered porous Ti-6Al-4V implants stimulate vertical bone growth / *A. Cheng, D.J. Cohen, A. Kabn* [et al.] // *Annals of Biomedical Engineering*. – 2017. – № 45. – P. 2025–2035.
33. Novel hydrophilic nanostructured microtexture on direct metal laser sintered Ti-6Al-4V surfaces enhances osteoblast response in vitro and osseointegration in a rabbit model / *S.L. Hyzy, A. Cheng, D.J. Cohen* [et al.] // *Journal of biomedical materials research*. – 2016. – Part A, № 104 (8). – P. 2086–2098.
34. Australian orthopaedic association national joint replacement registry 2019 [Electronic resource]. – Regime of access: <https://www.aoa.org.au/>.
35. Trabecular metal acetabular components in primary total hip arthroplasty / *I. Laaksonen, M.F. Lorimer, K. Gromov* [et al.] // *Acta Orthopaedica*. – 2018. – № 89 (3). – P. 259–264.
36. Radiostereometric analysis study of tantalum compared with titanium acetabular cups and highly cross-linked compared with conventional liners in young patients undergoing total hip replacement / *D.C. Ayers, M.E. Greene, B. Snyder* [et al.] // *The Journal of Bone and Joint Surgery*. – 2015. – American volume 97 (8). – 627–634.
37. Swedish hip arthroplasty register annual report 2017 [Electronic resource]. – Regime of access: https://registercentrum.blob.core.windows.net/shpr/r/Eng_Arsrapport_2017_Hoftprotes_final-Syx2fJPhMN.pdf.
38. Clinical and radiographic outcomes of a trabecular titanium acetabular component in hip arthroplasty: results at minimum 5 years follow-up / *L. Perticarini, G. Zanon, S. Rossi, F. Benazzo* // *BMC Musculoskeletal Disorders*. – 2015. – № 16. – P. 375.
39. National joint registry implant report 2015 [Electronic resource]. – Regime of access: <http://www.njrcentre.org.uk>.
40. Highly porous titanium cup in cementless total hip arthroplasty: registry results at eight years / *F. Castagnini, B. Bordini, S. Stea* [et al.] // *International Orthopaedics*. – 2018. – № 43 (8).

Applications of Trabecular Components in the Endoprosthesis of the Hip Joint (Overview)

Kosiakov O.M.¹, Hrebinnikov K.O.¹, Myloserdov A.V.¹, Tuz Ye.V.¹, Fedin E.M.¹, Haluzynskiy O.A.², Burburska S.V.²

¹*Kyiv City Clinical Hospital No. 12, Kyiv City Center of Endoprosthetics, Surgery and Rehabilitatio, Kyiv*

²*Laboratory of medical 3D printing of the SI “Institute of Traumatology and Orthopedics of NAMS of Ukraine”, Kyiv*

Summary. Relevance. Endoprosthetics of large joints is one of the most successful surgical interventions in the last century. Every year, the number of total arthroplasties increases both throughout the world and in our country. Accordingly, the number of varieties of implants is growing, and the methods for their production are being improved. **Objective:** to highlight the practical aspects and possibilities of using trabecular acetabular components in primary and revision arthroplasty of the hip joint based on published data. **Materials and Methods.** We have analyzed the data of recent publications in medical periodicals and scientific literature regarding the use of trabecular implants. **Conclusions.** Trabecular components are becoming increasingly popular among orthopedists for joint arthroplasty. They have several valuable advantages, which makes it possible to use them in ordinary and complex cases of primary joint replacement. Allowing a modular design and a combination with augments, they are often irreplaceable in case of revision interventions.

Key words: trabecular titanium, hip arthroplasty, 3D printing of implants.

Застосування трабекулярних компонентів при ендопротезуванні тазостегнового суглоба (Огляд)

Косяков О.М.¹, Гребінніков К.О.¹, Милосердов А.В.¹, Туз Є.В.¹, Федін Е.М.¹, Галузинський О.А.², Бурбурська С.В.²

¹*Київська міська клінічна лікарня № 12, Київський міський центр ендопротезування, хірургії і реабілітації, м. Київ*

²*Лабораторія медичного 3D-друку, ДУ “Інститут травматології та ортопедії НАМН України”, м. Київ*

Резюме. Актуальність. Ендопротезування великих суглобів – одне з найбільш успішних оперативних втручань за останнє сторіччя. Щороку як у всьому світі, так

і в нашій країні збільшується кількість тотальних артропластик. Відповідно, зростає кількість різновидів імплантатів і удосконалюються методики їх виробництва.
Мета роботи. На основі літературних даних висвітлити практичні аспекти та можливості застосування трабекулярних ацетабулярних компонентів при первинній і ревізійній артропластиці тазостегнового суглоба. **Матеріали і методи.** Нами були проаналізовані дані публікацій останніх років у медичній періодиці, літературні дані, що стосуються застосування трабекулярних імплантатів. **Висновки.** Трабекулярні компоненти набувають дедалі більшої популярності у ортопедів при артропластиці суглобів. Вони мають кілька цінних переваг, завдяки яким їх можна використовувати в рутинних і складних випадках первинного ендопротезування суглобів, а при ревізійних втручаннях вони часто незамінні, оскільки мають можливість модульності конструкції і комбінації разом з аугментами.

Ключові слова: трабекулярний титан, ендопротезування тазостегнового суглоба, 3D-друк імплантатів.

Для листування: Федін Євген Михайлович, ординатор, Київський міський центр ендопротезування, хірургії і реабілітації, Київська міська клінічна лікарня № 12, вул. Підвисоцького, 4А, Київ, 01103, Україна. Тел. +38(097)5938278. E-mail: fedinorthoped@gmail.com.

For correspondence: Fedin Yevgen M., resident doctor, Kyiv City Center of Endoprosthetics, Surgery and Rehabilitation, Kyiv City Clinical Hospital No. 12, 4A Pidvysotskoho St., Kyiv, 01103, Ukraine. Tel. +38(097)5938278. E-mail: fedinorthoped@gmail.com.