
[https://doi.org/10.30702/transpaorg/10_21.2710/0437-50/451.30\(477\)](https://doi.org/10.30702/transpaorg/10_21.2710/0437-50/451.30(477))
УДК 616.72-089.843-047.37"451*30"(477)

Лоскутов О. Є.¹, д-р мед. наук, професор, завідувач кафедри травматології та ортопедії, академік НАМН України, <https://orcid.org/0000-0003-0579-5642>

Олійник О. Є.¹, д-р мед. наук, професор кафедри травматології та ортопедії, <https://orcid.org/0000-0002-0382-2590>

Лоскутов О. О.², д-р мед. наук, директор

Синьгубов Д. А.¹, канд. мед. наук, доцент кафедри травматології та ортопедії, <https://orcid.org/0000-0003-2724-5588>

¹Дніпровський державний медичний університет, м. Дніпро, Україна

²Клініка MedIn UA, м. Дніпро, Україна

Розвиток національного ендопротезування суглобів (результати 30-річних досліджень)

Резюме. Розвиток сучасного ендопротезування в Україні, за висловлюванням академіка НАН і НАМН України О. О. Коржа, розпочався завдяки діяльності Лоскутова О. Є. (Дніпро), який зумів на базі відповідних підприємств міста створити свій український ендопротез і спеціальну клініку з ендопротезування. У статті відображено 30-річний досвід розвитку вітчизняного ендопротезування суглобів. Для вирішення проблеми розвитку національного ендопротезування суглобів розроблено ініціативну програму «Ортопедичні ендопротези суглобів» (ОРТЕН). Для цього була створена міжгалузєва проблемна лабораторія, яка об'єднала зусилля вчених різних спеціальностей та ключових підприємств Придніпровського регіону. Проведені біомеханічні дослідження з нативного вивчення механічних властивостей суглобових ділянок кісток, шляхом математичного моделювання проведено оцінювання напружено-деформованого стану субхондральної, спонгіозної тканин і різних ділянок довгих кісток у системі «кістка–імплантат» з метою визначення як первинної, так і вторинної стабільності різних видів розроблених імплантатів. Для оцінювання впливу матеріалів імплантатів і розроблених різновидів захисного покриття проведено численні біохімічні, гістохімічні та токсикологічні дослідження на лабораторних тваринах. Рентгеноморфометричні та антропометричні дослідження суглобових ділянок кісток використовували при різноманітній патології суглобів для розробки імплантатів, за допомогою технічних методів проведено оцінювання механічних властивостей імплантатів в умовах навантажень. Розроблені конструкції ендопротезів пройшли сертифікацію та були впроваджені у виробництво. Клінічне впровадження вітчизняних ендопротезів було реалізовано у першому в Україні спеціалізованому відділенні ендопротезування суглобів, яке було відкрите в Дніпрі. Розроблені методики та методичне забезпечення використання конструкцій ендопротезів дозволили організувати базове навчання фахівців України на «Базисному курсі проф. Лоскутова О. Є.», який пройшли майже 350 ортопедів України.

Ключові слова: ендопротезування суглобів, біомеханічні дослідження, математичне моделювання, функціональні покриття, клінічне впровадження, ендопротези.

Вступ

Дегенеративно-дистрофічні ураження суглобів унаслідок вродженої патології, перенесених травм і ревматоїдного артриту зрештою призводять до руйнації суглобових поверхонь і розвитку остеоартрозу, який є основною причиною інвалідності, та зумовлюють значні економічні втрати суспільства [1].

На сьогодні найефективнішим методом лікування дегенеративних уражень суглобів є їх ендопротезування – заміна зруйнованого суглоба на штучний аналог-імплантат. Ця процедура є найбільш результативною пластичною операцією останнього століття [2–4].

Нині у світі активно впроваджуються методики ендопротезування суглобів у людей різного віку з різноманітною патологією суглобів. За останній рік у США виконано понад 1 млн ендопротезувань суглобів, у Німеччині – майже 500 тис. За даними американських дослідників, кількість операцій з ендопротезування суглобів до 2030 року збільшиться майже до 4 млн [5].

В Україні за потреби у 35–45 тис. ендопротезувань на рік на сьогодні виконується 7500–8500 операцій, переважно із заміни кульшового та колінного суглобів.

Активне впровадження ендопротезування кульшового суглоба в Україні було започатковано тільки в 1968 році завдяки наполегливій роботі академіка НАН і НАМН України Коржа О. О. та професора Куліша М. І., шляхом упровадження технологій проф. Сиваша К. М.

Однак відсутність власних розробок, економічні та інші проблеми стримували розвиток ендопротезування, при цьому використовувались переважно бартерні ендопротези Герчева та Сиваша К. М. або в невеликій кількості за рахунок гуманітарних надходжень.

Наприкінці 80-х років ХХ століття в Україні взагалі виконували лише 80–100 втручань, а державних програм з розвитку цього напрямку в імплантології не було.

Перелом в ендопротезуванні відбувся насамперед завдяки діяльності Лоскутова О. Є. (Дніпро), який зумів на базі відповідних підприємств міста створити свій український ендопротез і спеціальну клініку з ендопротезування [6].

Матеріали та методи дослідження

Для вирішення проблеми розвитку національного ендопротезування суглобів ми розробили ініціативну програму «Ортопедичні ендопротези суглобів» (ОРТЕН). Враховуючи багатоплановість цієї проблеми наприкінці 80-х років минулого століття на базі кафедри травматології та ортопедії Дніпропетровського медичного інституту була створена міжгалузева проблемна лабораторія для реалізації цього наукового напрямку, до складу якої увійшли науковці Придніпровського наукового центру НАН України, багатьох технічних закладів

освіти, КБ «Південне», підприємство «Південмаш», матеріалознавці, механіки та ін., і завдяки підтримці керівників цих установ проблема почала вирішуватись.

Застосовували методи поглибленого аналізу досягнень у галузі ендопротезування з метою розробки сучасних різновидів ендопротезів.

Методи біомеханічних досліджень включали нативні дослідження механічних властивостей суглобових ділянок кісток та методи математичного моделювання для оцінювання напружено-деформованого стану субхондральної, спонгіозної тканин і різних ділянок довгих кісток у системі «кістка-імплантат» з метою визначення як первинної, так і вторинної стабільності різних видів розроблених імплантатів.

Для оцінювання впливу матеріалів імплантатів і розроблених різновидів захисного покриття проведено численні біохімічні, гістохімічні та токсикологічні дослідження на лабораторних тваринах.

Рентгеноморфометричні та антропометричні дослідження суглобових ділянок кісток використовували при різноманітній патології суглобів для розробки імплантатів, що за формою відповідають тій чи іншій патології і тенденціям у типорозмірах.

Особливу увагу було приділено технічним методам дослідження щодо оцінювання механічних властивостей імплантатів в умовах навантажень, підготовки та апробації експериментальних досліджень, креслення, організації виробництва та проведення в подальшому узгоджень з Комітетом з нової медичної техніки, сертифікації та впровадження у виробництво.

Не менш важливою була розробка методик і методичного забезпечення використання розроблених конструкцій ендопротезів та організація базового навчання фахівців України «Базисний курс проф. Лоскутова О. Є.», який пройшли майже 350 ортопедів України.

Результати дослідження

Реалізація впродовж 30 років наведеної вище програми дала змогу нам зробити висновки з багатьох клініко-експериментальних проблемних питань розвитку національної програми ендопротезування суглобів та отримати результати.

1. На основі біомеханічних досліджень жорсткісних та міцнісних характеристик суглобових кінців кісток було вперше встановлено:

- субхондральний шар кістки і спонгіозна тканина, що підлягає до нього, відіграють ключову роль у забезпеченні сприйняття, розподілення і гасіння динамічних силових навантажень на суглоби;
- виявлені припустимі рівні резекції суглобів кінців кісток при виконанні ендопротезування різних суглобів (кульшового, колінного, гомілковостопного, плечового та ліктьового);

– обґрунтована концепція метафізарної, метафізарно-діафізарної і метафізарно-діафізарно-метафізарної фіксації ендопротеза залежно від міцнісних характеристик стегнової і плечової кісток та наявності їх структурних дефектів.

Шляхом експериментально-клінічних досліджень доведено, що виконання ендопротезування суглобів з дотриманням цих принципів забезпечує стійкість імплантатів до статичних і динамічних навантажень та довготривалість їх експлуатації.

2. Результати наукових досліджень у галузі ендопротезування гомілковостопного суглоба. На основі експериментальних і біомеханічних досліджень вперше встановлено, що при ендопротезуванні гомілковостопного суглоба припустимий рівень резекції великогомілкової кістки не має перевищувати 5 мм, а над'яtkової кістки – 2 мм. Результат реалізації цих досліджень дав змогу розробити український ендопротез гомілковостопного суглоба та спосіб ендопротезування. У 1989 році вперше у світі виконано безцементне ендопротезування гомілковостопного суглоба українським ендопротезом [7–11] (рисунок 1).

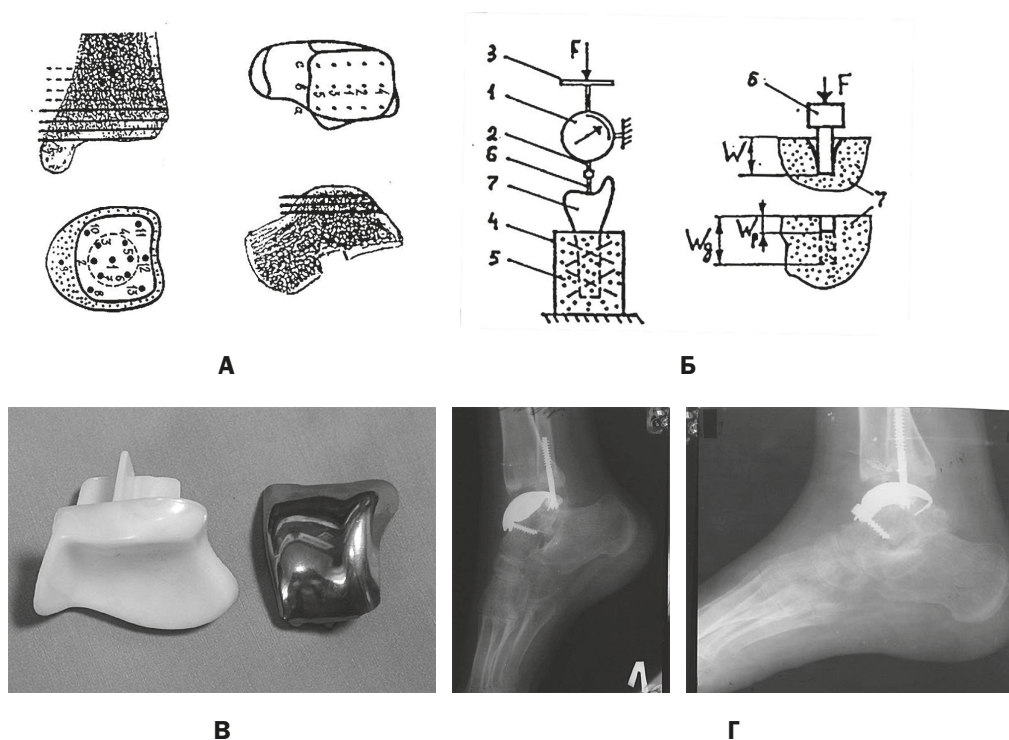
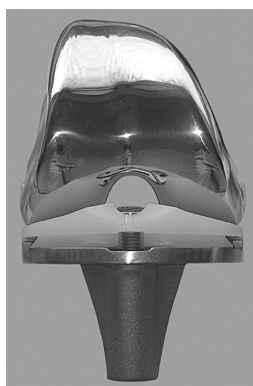


Рисунок 1. Ендопротез гомілковостопного суглоба: А, Б – схема біомеханічних досліджень; В – розроблена конструкція ендопротеза; Г – рентгенофункціональний клінічний результат

3. Результати наукових досліджень у галузі ендопротезування колінного суглоба. Сумісно з підприємством «Мотор Січ» розроблено, сертифіковано та впроваджено у виробництво перший вітчизняний ендопротез колінного суглоба. Шляхом біомеханічних досліджень механічних властивостей суглобових відділів кісток колінного суглоба було встановлено, що припустимий рівень резекції стегнової та великогомілкової кісток при первинному ендопротезуванні колінного суглоба, для забезпечення його довготривалої експлуатації, не має перевищувати 8 мм [12] (рисунок 2).



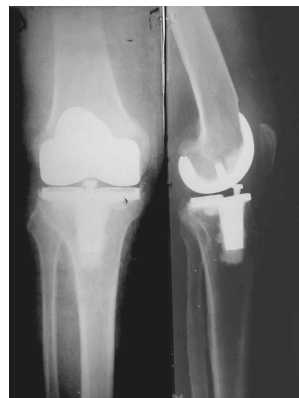
А



Б



В



Г

Рисунок 2. Вітчизняний ендопротез колінного суглоба: А – творча група авторів; Б – зовнішній вигляд ендопротеза; В, Г, – результат двобічного ендопротезування колінних суглобів

4. Результати наукових досліджень у галузі ендопротезування плечового суглоба. Шляхом рентгеноморфометричних та біомеханічних досліджень обґрунтовані конструкції та розроблені перші віт-

чизняні безцементні модульні ендопротези плечового суглоба для лікування хворих з багатоскалковими переломами головки, пухлинами і дефектами плечової кістки [13] (рисунок 3).

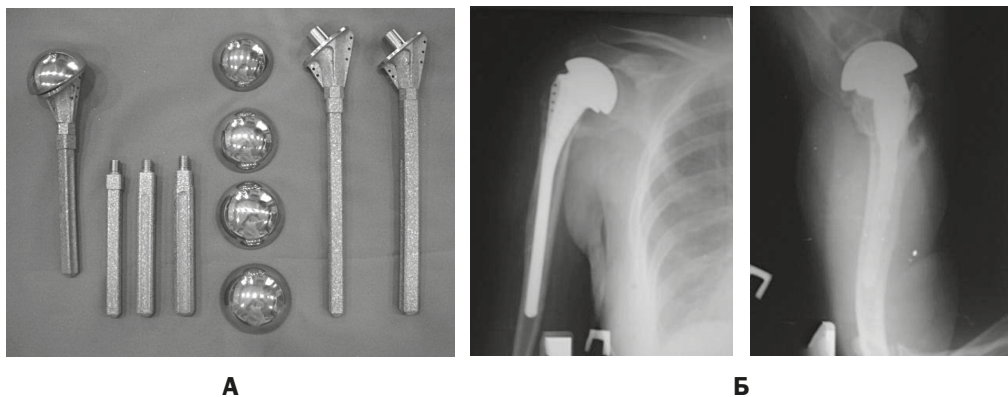


Рисунок 3. Вітчизняний ендопротез плечового суглоба: А – зовнішній вигляд модульного ендопротеза; Б – клінічний випадок

5. Розробки ендопротеза головки променевої кістки. З урахуванням морфометричних та біомеханічних особливостей формування та функції ліктьового суглоба розроблена та обґрунтована конструкція модульних ендопротезів головки променевої кістки [14–16] (рисунок 4).



Рисунок 4. Ендопротез головки променевої кістки: А – зовнішній вигляд конструктивних рішень ендопротеза; Б – рентгенограми хворого

6. Відкриття першої в Україні спеціалізованої клініки ендопротезування суглобів. У вересні 1991 року міністром охорони здоров'я України, академіком НАМН України Спіженком Ю. П. була врахована перспективність наших досліджень і в Дніпропетровську відкрито перше в Україні спеціалізоване відділення ендопротезування суглобів.

7. Результати експериментальних, морфологічних, біохімічних і токсикологічних досліджень. Уперше в 1990 році розроблений і сертифікований новий вид захисного покриття імплантатів на основі плазмового нанесення нітриду титану і корундової кераміки. Згідно з морфологічними, біохімічними та токсикологічними дослідженнями було встановлено, що розроблене захисне покриття імплантатів має поряд з високим ступенем біонейтральності також остеоадгезивні й остеоіндуктивні якості, що забезпечують вrostання кісткової тканини і формування міцного кістково-керамічного блока [17, 18].

8. Розроблена, сертифікована і втілена в промислове виробництво та клінічну практику система вітчизняних модульних ендопротезів кульшового суглоба [19–29] (рисунк 5).

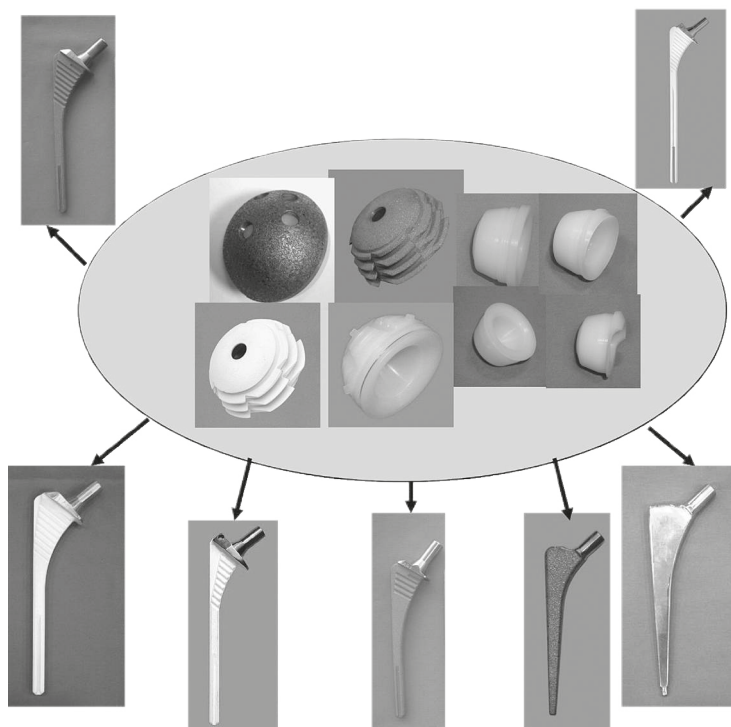


Рисунок 5. Система вітчизняних модульних ендопротезів кульшового суглоба

9. Розроблена концепція диференційованого підходу до модульного ендопротезування кульшового суглоба у хворих при різній ортопедичній патології [30] (рисунок 6).



Рисунок 6. Схема концепції диференційованого модульного ендопротезування кульшового суглоба

Примітка. МПШСК – медіальні переломи шийки стегнової кістки.

10. Обґрунтована концепція модульного безцементного ендопротезування хворих з медіальними переломами шийки стегнової кістки в умовах остеопенії та остеопорозу. Клініко-рентгенологічними та денситометричними дослідженнями доведено, що використання ендопротезів кульшового суглоба із захисним покриттям корундовою керамікою сприяє активній проліферації кісткової тканини у хворих з остеопенією та остеопорозом [31–33] (рисунок 7).

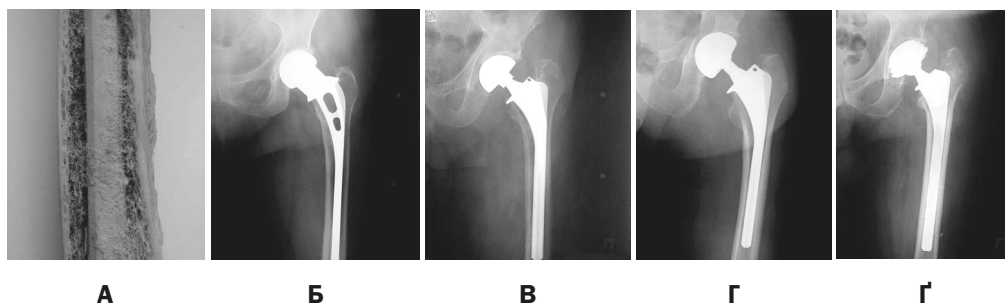


Рисунок 7. Різновиди вітчизняних ендопротезів для ендопротезування хворих із супутнім остеопорозом: А – остеointegraція в поверхню ніжки ендопротеза; Б – уніполлярний ендопротез; В – ендопротез зі з'ємною головкою; Г – ендопротез із подвійною сферою обертання; Г' – тотальний ендопротез

11. Клініко-експериментальне обґрунтування ендопротезування кульшового суглоба при диспластичному коксартрозі.

Експериментально доведено, що розроблена конструкція чашки, що загвинчується, дозволяє надійно відновити анатомічний центр обертання кульшового суглоба та забезпечує первинну й експлуатаційну стабільність імплантата в умовах дисплазії кульшового суглоба. За результатами проведених рентгеноморфометричних досліджень проксимального відділу стегнової кістки було розроблено й експериментально обґрунтовано систему безцементних стегнових компонентів ендопротеза кульшового суглоба, кожна з яких виконана в п'яти типорозмірах, які розраховані на метафізарний, метафізарно-діафізарний і діафізарний типи фіксації для диференційованого ендопротезування кульшового суглоба при диспластичному коксартрозі [34–41] (рисунок 8).

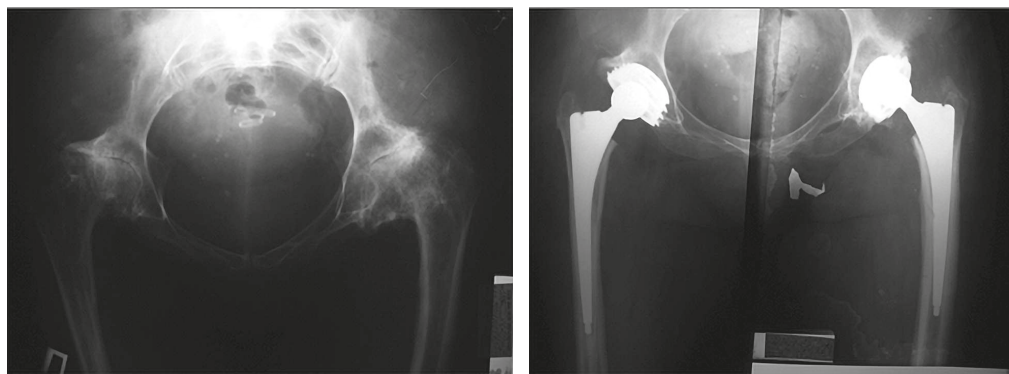


Рисунок 8. Результат двобічного ендопротезування кульшових суглобів хворої 3., 52 років, після 7 попередніх реконструктивних операцій на кульшових суглобах з приводу диспластичного коксартрозу

12. Дослідження жорсткості і міцності поведінки ацетабулярних компонентів при дефектах і деформаціях кульшової западини.

Виявлені закономірності перебудови структури кісткової тканини в зоні кульшової западини у хворих з анкілозом кульшового суглоба, які впливають на міцнісні та жорсткісні якості кістки. На основі отриманих даних розроблено нові методики ендопротезування хворих з анкілозом кульшового суглоба та методики індивідуальної реабілітації при цій патології.

Шляхом біомеханічних досліджень доведено, що застосування ацетабулярних компонентів, що загвинчуються, дає змогу відновити структуру і забезпечує відновлення статичної та динамічної функції кульшової западини у хворих з об'ємними центральними дефектами вертлюгової западини внаслідок протрузійного дис-

пластичного коксартрозу, ревматоїдного артриту тощо [42–44] (рисунок 9).

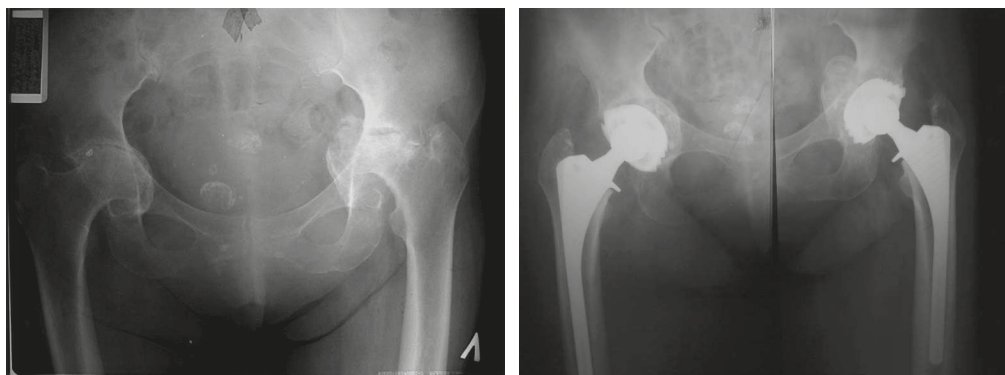


Рисунок 9. Рентгенограми хворого після відновлення протрузійних дефектів кульшового суглоба в поєднанні з ендопротезуванням

13. На основі експериментальних досліджень встановлено, що комбіноване застосування імплантатів, які мають захисне покриття на основі корундової кераміки, разом з ауто-, ало- та ксенотрансплантатами сприяє активній регенерації і відновленню структури кістки в зоні дефекту за рахунок остеoadгезивної та остеoіндуктивної якості покриття імплантатів (рисунок 10).

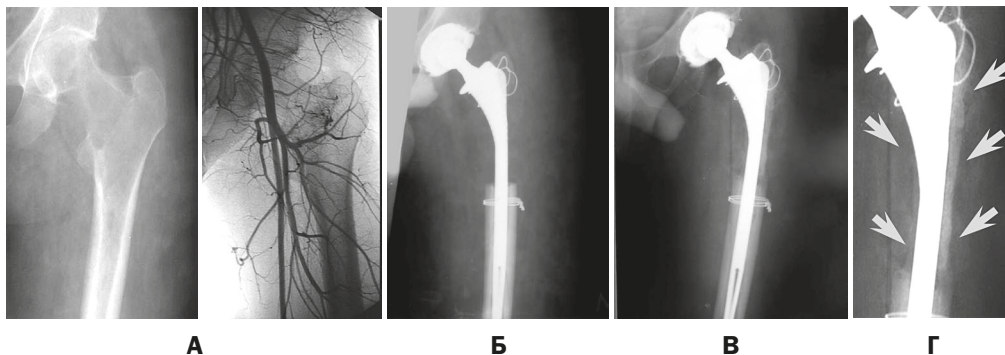


Рисунок 10. Ендопротезування при пухлинах кісток з використанням вітчизняних технологій: А – остеолітична остеобластокластома стегнової кістки; Б–Г – пострезекційне ендопротезування та регенерація кісткової тканини на поверхні ендопротеза (1, 6, 9 місяців)

Розроблені нами Українські національні ендопротези суглобів затверджені Комітетом з нової медичної техніки України та отримали відповідні сертифікати, що дозволяло впровадити їх виробництво на

підприємствах України. Запропоновані нами методики ендопротезування кульшового, колінного, плечового та інших суглобів при різноманітній їх патології як для первинного, так і ревізійного ендопротезування з використанням розроблених імплантатів дало змогу завдяки підготовці фахівців, проведенню показових операцій і моніторингових консультацій широко на теренах України впровадити ендопротезування суглобів.

Висновок

Захист національних інтересів у галузі розвитку вітчизняного ендопротезування суглобів, як наш 30-річний досвід, – це складний, важкий та реальний шлях в Україні. Він потребує об'єднання і тісної співпраці науковців медичної, технічної сфер та фахівців-промисловців. Для реалізації та подальшого розвитку імплантології, як показав наш досвід, Україна має всі можливості, але потрібне створення загальнодержавних програм та об'єднання знань і досвіду всіх фахівців, які працюють у цій галузі, що дозволить впровадити цей вид медичної допомоги, спрямованої на вирішення великої соціальної проблеми – зниження інвалідності хворих з патологією суглобів і, безумовно, має велику перспективу економічної незалежності України у цій медичній сфері.

Development of National Arthroplasty (Results of 30-Year Research)

O. Ye. Loskutov¹, O. Ye. Oliinyk¹, O. O. Loskutov², D. A. Syniehubov¹

¹Dnipro State Medical University, Dnipro, Ukraine

²Clinic MedIn UA, Dnipro, Ukraine

Abstract. Development of modern arthroplasty in Ukraine, according to Academician of the National Academy of Sciences and the National Academy of Medical Sciences of Ukraine O.O. Korzh, began thanks to the activities of O.Ye. Loskutov (Dnipro) who managed to create his own Ukrainian endoprosthesis on the basis of the relevant enterprises of the city and establish specialized endoprosthetic clinic. The article reflects 30 years of experience in the development of national arthroplasty. To solve the problem of development of national arthroplasty, the Orthopedic Joint Replacement initiative program (ORTEN) has been developed. For this purpose, an intersectoral problem laboratory was created which united the efforts of the scientists of different specialties and key enterprises of the Dnipro region. Biomechanical researches on native studying of mechanical properties of articular sites of bones have been carried out through mathematical modeling. Estimation of a stress-strain state of subchondral, spongy bone and various sites of long bones in "bone-implant" system has been carried out in order to define primary and secondary stability of different kinds of the developed implants. Numerous biochemical, histochemical and toxicological studies on laboratory animals

have been performed to evaluate the effects of implant materials and the developed types of protective coatings. X-ray morphometric and anthropometric studies of articular surfaces of bones were used in various pathologies of the joints for the development of implants; technical methods were used to assess the mechanical properties of implants under load. The developed designs of endoprostheses have passed certification and have been brought into production. Clinical introduction of domestic endoprostheses was implemented in the Ukraine's first specialized department of joint arthroplasty which was opened in Dnipro. The developed methods and methodological support for the use of the elaborated designs of endoprostheses allowed to organize the basic training of Ukrainian specialists through the Basic Course of Prof. O.Ye. Loskutov which was taken by almost 350 Ukrainian orthopedists.

Keywords: joint replacement, biomechanical research, mathematical modeling, functional coating, clinical introduction, endoprostheses.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

REFERENCES

1. Horst P, Sproul RC, Bozic KJ. The economics of total hip and knee arthroplasty. In: Scuderi R. Techniques in Revision Hip and Knee Arthroplasty. Philadelphia: Elsevier;2015. p. 2-5.
2. Loskutov OA. [Problematic issues of acetabular component selection with endoprosthetics of patients with dysplastic coxarthrosis (review of literature)]. Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics. 2017;4:114-119. Russian. <https://doi.org/10.15674/0030-598720174114-119>
3. Pakvis D, van Hellemond G, de Visser E, Jacobs W, Spruit M. Is there evidence for a superior method of socket fixation in hip arthroplasty? A systematic review. Int Orthop. 2011 Aug;35(8):1109-1118. <https://doi.org/10.1007/s00264-011-1234-6>
4. Learmonth ID, Young C, Rorabeck C. The operation of the century: total hip replacement. Lancet. 2007 Oct 27;370(9597):1508-1519. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)60457-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)60457-7)
5. Kelly MA, Dalury DF, Kim RH, Backstein D. The new arthritic patient and nonarthroplasty treatment options. J Bone Joint Surg Am. 2009 Aug;91 Suppl 5:40-2. <https://doi.org/10.2106/JBJS.I.00367>
6. Korzh AA. Ortopediya v Ukraine na rubezhe stoletiy [Orthopedics in Ukraine at the turn of the century]. Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics. 2000; 1: 5-9. Russian.
7. Loskutov AYe, inventor. Endoprotez distalnogo kontsa bolshebertsovoy kosti [Endoprosthesis of the distal end of the tibia]. USSR inventor's certificate No. 1596523. 1988 March 21.
8. Loskutov AYe, Lukyanov EA, Markevich VM, Noshchenko AA, inventors. Totalnyy razbornoy endoprotez tazobedrennogo sustava [Dismountable Total Hip Prosthesis]. USSR inventor's certificate No. 1832471. 1992 Oct 13.
9. Loskutov AE. Pervyy opyt totalnogo endoprotezirovaniya golenostopnogo sustava [The first experience in total ankle replacement]. Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics. 1993;3:14-18. Russian.
10. Loskutov AE, Krasovsky V. Golenostopnyy sustav, nekotorye mekhanicheskie svoystva kostnoy tkani i prochnost krepleniya endoproteza [Ankle joint, some mechanical properties of the bone tissue and the strength of the endoprosthesis attachment]. Proceedings of the Polish-Ukrainian seminar Theoretical Foundations in Civil Engineering; 1996 July; Warsaw, Poland. Dnepropetrovsk; 1996. Russian.
11. Loskutov AE, Krasovsky VL. Rezultaty endoprotezirovaniya golenostopnogo sustava (obobshchenny shestiletniy opyt) [Results of ankle replacement (generalized 6 years of experience)]. Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics. 1998;1:54-57. Russian.

-
12. Bohuslaiev VO, Lohvynov Yul, Velykyi VI, Chorni VM, Perelyhin IM, inventors; VAT Motor Sich, assignee. Endoprotez kolinnoho suhloba [Endoprosthesis of knee-joint]. Ukrainian patent UA 20479 U. 2006 Jan 15.
 13. Loskutov OE, Tomilin VN, Krasovsky VL, Makarov VB. Antropometrychni doslidzhennia proksymalnoho vid-dilu plechovoi kistky [Anthropometric studies of the proximal humerus]. *Travma*. 2005;6(3):59-65. Ukrainian.
 14. Loskutov OYe, Zhediev II, Krasovskiy VL, Makarov VB, inventors; Loskutov OYe, Zhediev II, Krasovskiy VL, Makarov VB, assignees. Modulnyi endoprotez holivky promenevoi kistky [Modular endoprosthesis of radius head]. Ukrainian patent UA 10903 U. 2006 Dec 15.
 15. Loskutov OE, Zherdiev II, Krasovsky VL, Makarov VB. Mekhanichni vlastyvoli kistkovoi tkanyny proksymalnoho viddilu promenevoi kistky [Mechanical properties of bone tissue of the proximal radius]. *Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics*. 2006;1:5-8. Russian.
 16. Loskutov OE, Zherdev II. Kliniko-biomekhanicheskoe obosnovanie novogo endoproteza golovki luche-voy kosti [Clinical and biomechanical substantiation of a new radial head endoprosthesis]. *Visnyk orto-pedii, travmatolohii ta protezuvannia*. 2007;3(54):55-58. Russian.
 17. Loskutov AE, Topka OV, Palienko LA. Eksperimentalnoe obosnovanie primeneniya funktsionalnykh zashchitnykh pokrytyi endoprotezov [Experimental substantiation of the use of functional protective coatings for endoprostheses]. *Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics*. 1994;4:115. Russian.
 18. Loskutov AE, Topka OV. Biokhimicheskoe obosnovanie kompozitsionnykh pokrytyi implantatov na osnove nitrida titana i oksida alyuminiya [Biochemical substantiation of the composite coatings of titanium nitride and aluminum oxide based implants]. *Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics*. 1997;4:51-53. Russian.
 19. Loskutov AE. Razvitie modulnogo endoprotezirovaniya tazobedrennogo sustava sistemami "ORTEN" [Development of modular hip replacement with ORTEN systems]. *Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics*. 1997;1:5-8. Russian.
 20. Loskutov OYe, Oliinyk OYe, Bredikhin AV, inventors; Loskutov OYe, Oliinyk OYe, Bredikhin AV, assignees. Endoprotez kulshovoho suhloba [Hip joint endoprosthesis]. Ukrainian patent UA 36897 A. 2001 Apr 16.
 21. Loskutov AE, Krasovsky VL, Krasovskiy AV, Oleynik AE. Nekotorye inzhenernye zadachi problemy endoprotezirovaniya sustavov [Some engineering problems of the problem of arthroplasty]. In: Zbirnyk naukovykh prats "Perspektyvni zadachi inzhenernoi nauky". Dnipropetrovsk: Gaudeamus; 2002. 4. p. 273-290. Russian.
 22. Loskutov AE, Syniehubov DA. Dvustoronnee endoprotezirovanie tazobedrennykh sustavov: monografiya [Bilateral hip joint replacement]. Dnipropetrovsk; 2008. 292 p. Russian.
 23. Loskutov AE, Oleynik AE, Kovbasa EA. [Clinical and statistical analysis of the hip endoprostheses survival rate]. *Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics*. 2014;2:11-15. Russian.
 24. Levadnyi I, Awrejcewicz J, Goethel MF, Loskutov A. Influence of the fixation region of a press-fit hip endoprosthesis on the stress-strain state of the "bone-implant" system. *Comput Biol Med*. 2017 May 1;84:195-204. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2017.03.030>
 25. Loskutov AYe, Naumenko LYu, Loskutov OA, et al. Endoprotezirovanie tazobedrennogo sustava : monografiya [Hip joint replacement]. Loskutov AYe, editor. Dnepropetrovsk: Lira; 2010. 343 p. Russian.
 26. Loskutov OA, Vasilchenko YeV. [Hip arthroplasty with use of cement technologies and radiological assessment of the state of implants]. *Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics*. 2013;4:45-49. Russian.
 27. Loskutov OYe, Kopiakov DA, Syniehubov DA, Loskutov OO, inventors; Loskutov OYe, Kopiakov VV, Syniehubov DA, Loskutov OO, assignees. Chashka endoproteza kulshovoho suhloba [Cup of hip joint endoprosthesis]. Ukrainian patent UA 59068 A. 2003 Aug 15.
 28. Loskutov OA, Loskutov AE, Syniehubov DA, Furmanova KS. [Differential approach to the choice of femoral component in arthroplasty of patients with dysplastic coxarthrosis]. *Travma*. 2018;19(4):41-46. Russian. <https://doi.org/10.22141/1608-1706.4.19.2018.142104>

-
29. Loskutov OO, Loskutov OYe, Vasylichenko YeV, inventors; Loskutov OO, assignee. Vertlyuzhnyi komponent endoproteza kulshovogo sugloba [Swivel component of the hip joint endoprosthesis]. Ukrainian patent UA 90795 U. 2014 June 10.
30. Loskutov AE, Oleynik AE. Endoprotezirovanie tazobedrennogo sustava pri asepticheskom nekroze golovki bedrennoy kosti [Hip joint replacement for aseptic necrosis of the femoral head]. *Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics*. 1998;2:48-52. Russian.
31. Loskutov OYe, Oliinyk OYe, Tarasov VYe, Nazarenko AM, inventors. Bipoliarnyi endoprotez tazostehnovoho suhloba [Bipolar femoral endoprosthesis]. Ukrainian patent UA 23147 A. 1998 Aug 31.
32. Loskutov AE, Boguslavskiy AS. Differentsirovannyi podkhod k odnopolyusnomu endoprotezirovaniyu tazobedrennogo sustava pri medialnykh perelomakh sheyki bedrennoy kosti [Differentiated approach to hemialloplastic hip replacement for medial fractures of the femoral neck]. *Visnyk ortopedii, travmatolohii ta protezuvannia*. 2003;4(39):12-16. Russian.
33. Levadnyi I, Awrejcewicz J, Loskutov A, Szymanowska O. On the Choice of Thickness of the Cement Mantle in Cemented Hip Arthroplasty. *Journal of Theoretical and Applied Mechanics*. 2017;55(4):1235-1244. <https://doi.org/10.15632/jtam-pl.55.4.1235>
34. Loskutov OA, Loskutov AE, Furmanova KS. [Differentiated approach to the choice of the acetabular component at total hip replacement in patients with dysplastic hip arthritis]. *Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics*. 2019;1:38-44. <https://doi.org/10.15674/0030-59872019138-44>
35. Loskutov OO, Loskutov OE. [Cotyloplasty at endoprosthetics of patients with dysplastic coxarthrosis]. *Suchasni medychni tekhnolohii*. 2018;3(38):55-59. Russian.
36. Loskutov AE, Loskutov OA, Syniehubov DA. [Bilateral hip joint arthroplasty in dysplastic hip arthritis in patients with osteopenia and osteoporosis]. *Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics*. 2018;4:58-63. Russian.
37. Loskutov OYe, Kovbasa OO, Oliinyk OYe, Stryzhenyi VH, Loskutov OO, Furmanova KS. [Preoperative assessment of medial acetabular wall bone stock in dysplastic deformation]. *Zaporozhye medical journal*. 2019;21(6):783-789. <https://doi.org/10.14739/2310-1210.2019.6.186504>
38. Loskutov O, Furmanova K, Loskutov O, Levadnyi Y. Prediction of strength and durability of the femoral components of the Orten endoprosthesis basic system using the finite element method. *Modern Science – Moderni veda*. 2020;4:103-114.
39. Loskutov O, Levadnyi I, Grzelezik D, Awrejcewicz J. Influence of the fixation region of a hip stem on the behaviour of the “bone-implant” system. In: Awrejcewicz J, Kazmierchak M, Mrorowski J, Olejnik P, editors. *Engineering Dynamics and Life Sciences*. Łódź;2017. p. 321-328.
40. Loskutov OA. [Some biomechanical features of medialization of the pressed and screwed-in cups in total hip arthroplasty in patients with dysplastic coxarthrosis]. *Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics*. 2017;3:26-31. Russian. <https://doi.org/10.15674/0030-59872017326-31>
41. Loskutov AE, Oleinik OE, Zub TO. [The method of estimation of the acetabular dysplastic defect]. *Litopys travmatolohii ta ortopedii*. 2012;1-2:70-72. Ukrainian.
42. Naumenko NYe, Gorobets DV, Loskutov OA, Sirota SA. [Numerical analysis of stresses of bone and implant system of hip joint acetabulum]. *Technical Mechanics*. 2015;1:110-115. Russian.
43. Loskutov OA. [Peculiarities of stress-strain state of the conical stem of the hip endoprosthesis in different types of its fixation]. *Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics*. 2015;3:21-26. Russian.
44. Loskutov OO, Levadnyi YeV. [Analysis of the stress state of the «hip – implant» system elements in functional loads on hip endoprosthesis]. *Travma*. 2015;16(6):48-54. Russian.

Стаття надійшла в редакцію 10.07.2021 р.