

УДК 617.581/.582-089.843-071.3/-073.7

Синегубов Д. А., канд. мед. наук, доцент кафедри травматології та ортопедії
Дніпровського державного медичного університету,

<https://orcid.org/0000-0003-2724-5588>

Лоскутов О. Є., академік НАМН України, д-р мед. наук, професор кафедри травматології та ортопедії Дніпровського державного медичного університету,

<https://orcid.org/0000-0003-0579-6742>

Олійник О. Є., д-р мед. наук, професор, завідувач кафедри травматології та ортопедії
Дніпровського державного медичного університету,

<https://orcid.org/0000-0002-0382-2590>

Лоскутов О. О., д-р мед. наук, декан факультету безперервного професійного медичного розвитку Київського медичного університету

Дніпровський державний медичний університет, Україна
Київський медичний університет, Україна

Аналіз рентгенантропометричних параметрів проксимального відділу стегнової кістки з позиції планування ендопротезування кульшового суглоба

Реферат. У структурі захворюваності сучасного суспільства хвороби кісток та суглобів займають одну з провідних позицій. При хірургічному лікуванні важких форм ураження кульшового суглоба ендопротезування є радикальним методом лікування. При цьому кількість операцій ендопротезування в світі щорічно збільшується. Передопераційне планування установки стегнового компонента ендопротезу виконується шляхом аналізу рентгенантропометричних параметрів проксимального відділу стегнової кістки.

Мета. На підставі порівняльної оцінки рентгенантропометричних характеристик проксимального відділу стегнової кістки розробити алгоритм планування імплантації стегнового компонента ендопротезу кульшового суглоба.

Матеріали і методи. Проведено оцінку рентгенантропометричних показників 232 пацієнтів (258 суглобів) з різними нозологічними формами ураження кульшового суглоба, яким виконано операцію тотального ендопротезування; 26 пацієнтам виконувалось двостороннє етапне ендопротезування кульшових суглобів. Ідіопатичний коксартроз III ст. (ІК) було діагностовано у 42 пацієнтів, диспластичний коксартроз III ст. (ДК) – у 46 хворих, асептичний некроз головки стегнової кістки IV ст. (АНГСК) – у 62, медіальний перелом шийки стегнової кістки (МП) – у 48 пацієнтів, ревматоїдний артрит (РА) – у 32 пацієнтів, травматичний коксартроз (ТК) – у 2 хворих. Безцементний тип фіксації ендопротезів використовувався у 187 випадках (72,5 %), у решті випадків – 71 (27,5 %), застосовувалася цементна фіксація ніжки, при цьому тотальний цементний ендопротез встановлювався у 33 випадках (12,8 %), а у 38 випадках (14,7 %) імплантувався ендопротез з гібридною фіксацією. Для якісно-кількісної оцінки будови проксимального відділу стегнової кістки використані наступні методики: кортикальний індекс (КІ), морфокортикальний індекс (МКІ), індекс звуження кістково-мозкового каналу Noble, індекс Споторно–Романьйоли, оцінка проксимального відділу стегнової кістки за Dorr L. et al.

Результати. На підставі аналізу описових та розрахункових рентгенантропометричних показників при різних нозологічних формах ураження кульшового суглоба, аналізу залежності рентгенантропометричних показників та конструкцій встановлених ніжок ендопротезів був розроблений алгоритм вибору конструкції стегнового компонента ендопротеза та типу його фіксації.

Обговорення. Рентгенантропометричні показники при ІК вказували на зниження кісткової маси в зоні імплантації ніжки ендопротеза та тенденцію до прямої форми каналу проксимального відділу стегнової кістки. При ДК будова каналу проксимального відділу стегнової кістки більше має тенденцію до конічної форми, при цьому втрата кісткової маси в зоні імплантації ніжки ендопротеза виражена менше, ніж при ІК. При АНГСК превалював «нормальний» тип каналу, що вказувало на можливість безцементної фіксації ніжки ендопротеза, а при РА будова каналу свідчила про вірогідність цементної фіксації ніжки. При МП за рентгенантропометричними показниками було встановлено найбільша втрата кісткової маси, що вказувало на тенденцію до типу каналу «димохідна труба» та цементну фіксацію ніжки ендопротеза.

Висновки. Описові та розрахункові методи оцінки рентгенантропометричних показників проксимального відділу стегнової кістки ефективно використовувати в сукупності. Для отримання повноцінної характеристики необхідно провести оцінку хоча б одного описового і як мінімум двох розрахункових рентгенантропометричних параметрів проксимального відділу стегнової кістки, що в сукупності з визначенням інтегрального індексу Споторно–Романьйоли дозволить оптимально спланувати вибір конструкції ніжки та тип її фіксації. Розроблений алгоритм дозволяє стандартизувати визначення рентгенантропометричних параметрів проксимального відділу кістково-мозкового каналу стегнової кістки та оптимізувати підходи до вибору конструкції ніжки ендопротеза та типу її фіксації і забезпечити як якісну первинну стабільність стегнового компонента, так і подальшу довготривалу експлуатацію ендопротеза кульшового суглоба.

Ключові слова: кульшовий суглоб, рентгенантропометрія, передопераційне планування, ендопротезування, остеопороз.

Вступ

У структурі захворюваності сучасного суспільства хвороби кісток та суглобів займають одну з провідних позицій. Так, за даними ряду авторів, захворюваність на остеоартроз в Україні становить понад 3400 на 100 тис. населення [2] і за останні роки спостережень зросла майже на 8 %. У світі понад 600 мільйонів людей страждають від остеоартрозу, а за прогнозами, до 2050 року кількість випадків досягне 1 мільярда [15]. Тяжкі форми коксартрозу в 13,2–40,4 % призводять до тривалих термінів втрати працездатності та інвалідності [3, 7–9, 19, 27]. При хірургічному лікуванні важких форм ураження кульшового суглоба ендопротезування є радикальним методом лікування. Ендопротезування кульшового суглоба дозволяє усунути біль, збільшити обсяг рухів у суглобі і відновити функцію ураженої кінцівки [5, 20, 21, 28]. При цьому кількість операцій ендопротезування, що виконуються в західно-європейських і скандинавських країнах, Австралії, Канаді, США щорічно збільшується [12, 13, 18, 22, 25, 29, 30, 33]. За даними A. Steinbrucketal (2019), на середину 2019 року в Німеччині було виконано 1 млн 200 тис. ендопротезувань кульшового і колінного суглобів. У Франції до 2050 року кількість операцій тотального ендопротезування кульшового суглоба подвоїться і досягне майже 300 000 щорічно [17]. Conor M. Jones та співавт. (2025) наводять дані, що тотальне ендопротезування кульшового суглоба за період з 2013 по 2022 збільшилося з 305082 операцій до 594981 та, за прогнозами, досягне 2 174 382 до 2040 року з річним темпом зростання 7,6 % з 2023 по 2040 рік. За прогнозами, кількість операцій тотального ендопротезування кульшового суглоба зросте до 176 % до 2040 року [26]. Очевидно, що така велика кількість виконуваних ендопротезувань прямо і побічно свідчить про ефективність цього виду оперативного втручання, разом з тим, це ставить перед сучасною ортопедією ряд завдань, пов'язаних із забезпеченням добрих результатів – тобто тривалим фізіологічним функціонуванням імплантованого ендопротезу.

Слід зазначити, що «добрий результат» ендопротезування кульшового суглоба, як критерій оцінки проведеної операції, є інтегральним показником. Він формується протягом низки етапів, як то: визначення показань–протипоказань до операції, передопераційне планування, виконання імплантації ендопротезу, ранній та пізній післяопераційний період, моніторування функції імплантованого ендопротезу. Кожен із етапів зумовлює ступінь ефективності ендопротезування. Тому очевидно, що визначення якості стандартів етапів ендопротезування забезпечить прогнозований позитивний результат оперативного втручання у великій популяції,

незалежно від індивідуальних особливостей.

Одним із важливих етапів операції ендопротезування кульшового суглоба є передопераційне планування. Передопераційне планування установки стегнового компонента ендопротезу має такі цілі: 1) визначення різновиду типорозміру ніжки; 2) визначення оптимального розташування ніжки у кістково-мозковому каналі; 3) максимальне вирівнювання довжин кінцівок [1, 32]. Це досягається шляхом аналізу рентгенантропометричних параметрів проксимального відділу стегнової кістки. В результаті формується уявлення про стан кісткової тканини, особливості будови каналу проксимального відділу стегнової кістки, що впливає на вибір конструкції ніжки ендопротезу та типу її фіксації. Об'єктивна оцінка якісно-кількісних показників кісткової тканини в області імплантації компонентів ендопротезу сприяє вибору адекватної конструкції стегнового компонента, що зумовлює первинну та тривалу стабільність фіксації, сприяючи збільшенню термінів експлуатації імплантату. Зазначимо, що якість кісткової тканини, дизайн конструкції ніжки, техніка виконання операції, стабільна первинна фіксація компонентів ендопротезу та пористість покриття суттєво впливають на остеointegraцію при безцементному ендопротезуванні [1].

Мета

Метою роботи було на підставі порівняльної оцінки рентгенантропометричних характеристик проксимального відділу стегнової кістки розробити алгоритм планування імплантації стегнового компонента ендопротезу кульшового суглоба.

Описові та розрахункові методи оцінки рентгенантропометричних показників проксимального відділу стегнової кістки

Якісно-кількісна оцінка будови проксимального відділу стегнової кістки здійснювалася наступними методиками:

1) **розрахункові**, коли для визначення параметрів проводяться обчислення співвідношень різних анатомо-геометричних показників проксимального відділу стегнової кістки;

2) **описові**, коли особливості будови проксимального відділу стегнової кістки визначаються шляхом порівняльної візуальної оцінки конкретного кульшового суглоба з анатомічним еталоном.

Кортикальний індекс (КІ). Було запропоновано Barnet і Nordin як метод визначення ступеня виразності остеопенії та остеопору в діафізах п'ясткових кісток кисті [11]. В ортопедії застосовують підрахунок кортикального індексу лише на рівні проксимального відділу стегнової кістки [14]. Для цього на прямій

рентгенограмі кульшового суглоба відступають від середини малого вертлюга відстань 10 см донизу. Проводять лінію, що проходить перпендикулярно до вертикальної осі стегнової кістки. Вимірюється зовнішній діаметр стегна Z і ширина інтрамедулярного каналу X (рис. 1).

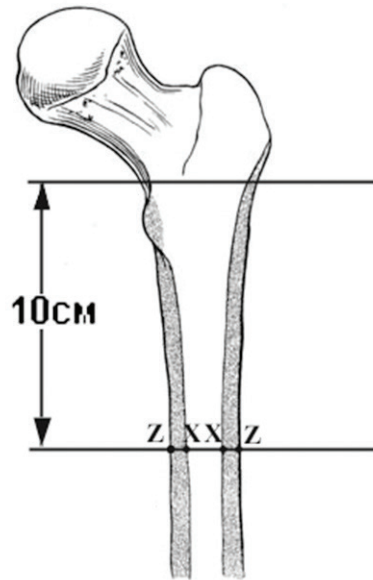


Рис. 1. Кортикальний індекс проксимального відділу стегнової кістки (Н. U. Cameron, 1992)

Кортикальний індекс визначається як співвідношення різниці зовнішнього діаметра кістки та діаметра кістково-мозкового каналу та зовнішнього діаметра кістки, цей параметр показує товщину кортикальної кістки:

$$KI = \frac{Z - X}{Z} \times 100\%$$

У нормі значення кортикального індексу для стегнової кістки має бути більшим за 54 % [1].

Індекс Сінгха. Описано Singh M. et al. [31]. Автори, виходячи з оцінки рентгенографічного зображення проксимального відділу стегнової кістки, вивчили структуру кісткових трабекул. Індекс Сінгха може бути орієнтовним візуальним методом оцінки щільнос-

ті кісткової тканини за рентгенівськими знімками. Залежно від зміни характеру структури кісткових трабекул у зоні трикутника Ward, шийки стегнової кістки та у міжвертлюговій зоні розрізняють 7 ступенів зміни кісткової щільності проксимального відділу стегнової кістки. Умовно остеопороз визначають при значеннях індексу Сінгха нижче IV ступеня, остеопенію – при V–VI ступенях (рис. 2).

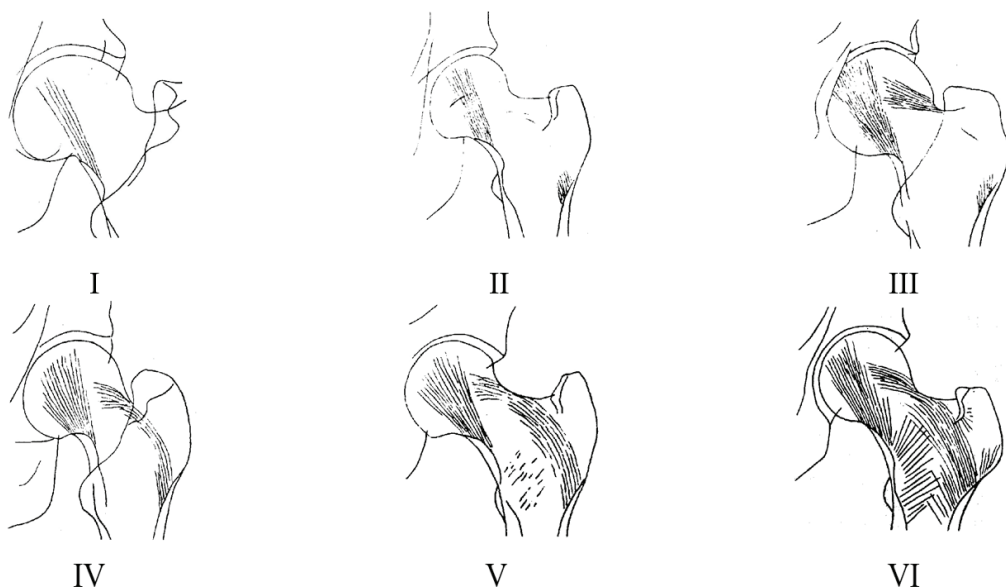


Рис. 2. Значення індексу M. Singh при зниженні щільності кістки

Морфо-кортикальний індекс (МКІ) [32] дозволяє оцінити зміну ширини кістково-мозкового каналу у напрямку діафізарної частини стегнової кістки. Вимірюють відстань TT1 від верхньої точки малого вертлюга до зовнішньої точки кортикального шару, що знаходиться на одному рівні. Потім відступають дистальніше на 7 см і вимірюють відстань DD1 між зовнішніми стінками кортикального шару (рис. 3). Морфо-кортикальний індекс дорівнюватиме співвідношенню TT1 до DD1:

$$\text{MKI} = \text{TT}^1 / \text{DD}^1$$

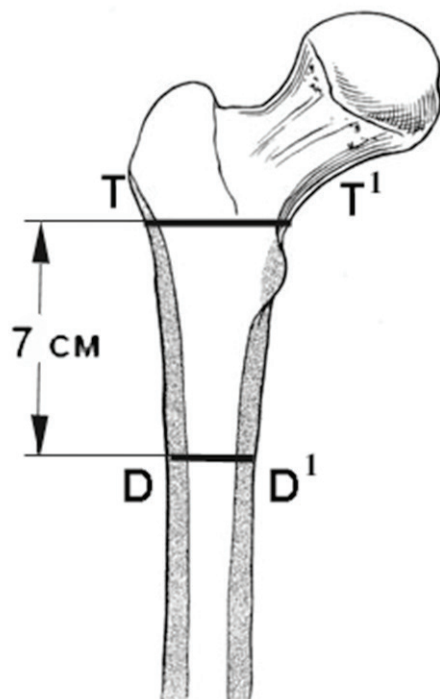


Рис. 3. Морфо-кортикальний індекс Споторно–Романьолі

Чим більше значення МКІ, тим більше виражена конічна форма кістково-мозкового каналу і краще буде первинна стабільна фіксація безцементної ніжки.

Також автори описують три варіанти будови проксимального відділу стегнової кістки: диспластичний, конічний (нормальний) та циліндричний (рис. 4).

Індекс Споторно–Романьолі. Запропонована італійськими ортопедами Л. Споторно та С. Романьолі [4, 32] система бальної оцінки вибору типу фіксації ендопротезу враховує наступні критерії: стать, вік, значення індексу Сінгха та морфо-кортикального індексу (табл. 1).

Відповідно до цієї системи, автори рекомендують підраховувати суму балів, на підставі якої визначають вибір типу фіксації ендопротезу. При сумі до 4 балів показано безцементне ендопротезування; при сумі 5 балів – можливе безцементне ендопротезування; а при сумі 6 балів і більше показано цементне ендопротезування.

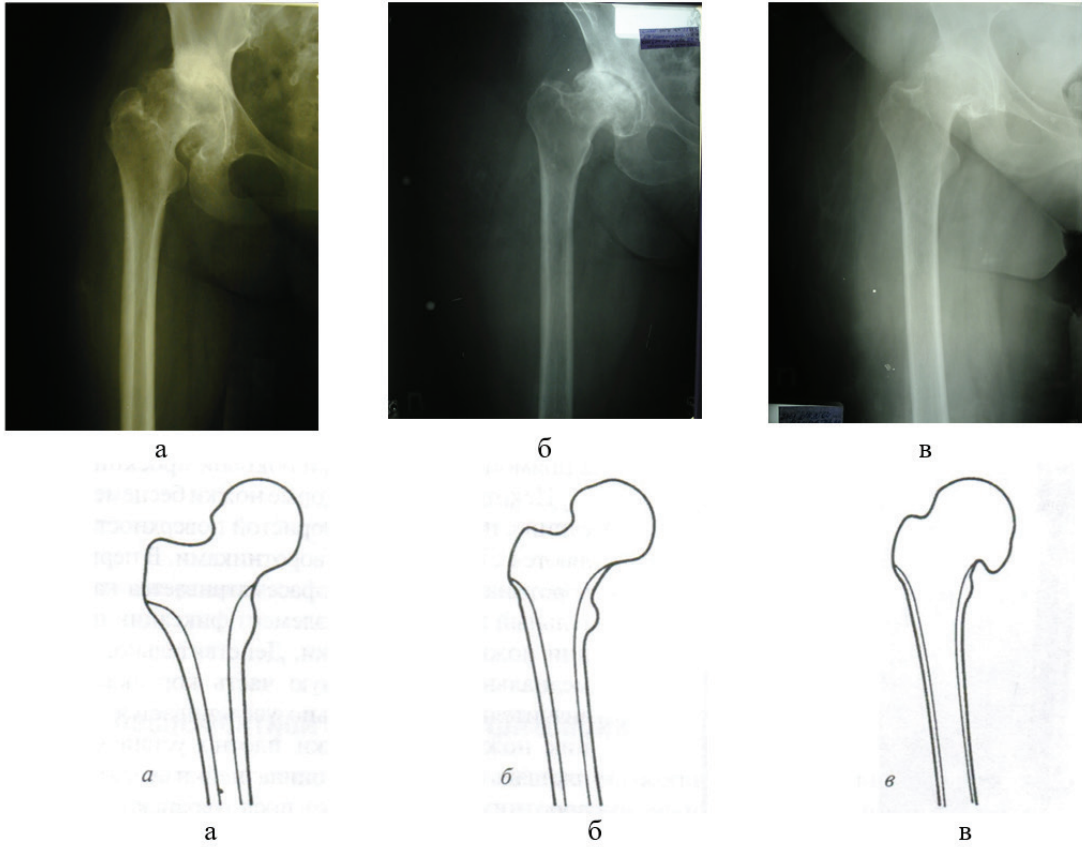


Рис. 4. Форми стегнового каналу по Spotorno (приклади рентгенограм та схеми): а – диспластичний; б – нормальний; в – циліндричний

Таблиця 1. Підрахунок індексу Споторно–Романьйоли.

Стать	Бал	Вік	Бал	Індекс Сінгха	Бал	МКІ	Бал
Ч	0	< 50	0	7	0	> 3	0
Ж	1	51-60	1	6-5	1	3-2,7	1
		61-70	2	4-3	2	2,6-2,3	2
		> 70	4	2-1	4	< 2,3	4

Варіанти будови проксимального відділу стегнової кістки за Dorr L. et al. [14, 16]. Для визначення типу фіксації ніжки ендопротезу американський ортопед Laurence Dorr та співавтори розрізняють три варіанти будови проксимального відділу стегнової кістки: **A, B** та **C**, які оцінюються за рентгенограмами кульшового суглоба у прямій та бічній проекціях. При цьому, в основу методу покладено оцінку вираженості кортикального шару стегнової кістки.

При типі A кортикальні стінки на обох рентгенологічних проекціях товсті. Особлива увага приділяється медіальній кортикальній стінці нижче малого вертлюга на прямому знімку та задній кортикальній стінці на бічній проекції.

При типі B медіальна кортикальна стінка на передній проекції починає стоншуватися, але це не дуже помітно. Однак у бічній проекції задня кортикальна стінка значно витончена, починаючи з проксимальної частини. По задній кортикальній стінці видно передвертлюгове стоншування. Це визначається зі зникнення смугастості кістки внаслідок резорбтивного процесу. Через таке нерівномірне стоншення, коли задня кортикальна стінка стоншується більше, ніж медіальна, канал починає розширюватися більше в сагітальній проекції, ніж у фронтальній площині.

При типі C медіальний та задній кортикальні шари стають дуже тонкими. У бічній рентгенівській проекції вони можуть настільки витончитися, що кісткова структура матиме вигляд «пуху». Такий вигляд має проксимальний відділ стегнової кістки при остеопорозі. Кістково-мозковий канал більше розширено на бічній, ніж на прямій рентгенівській проекції (рис. 5).

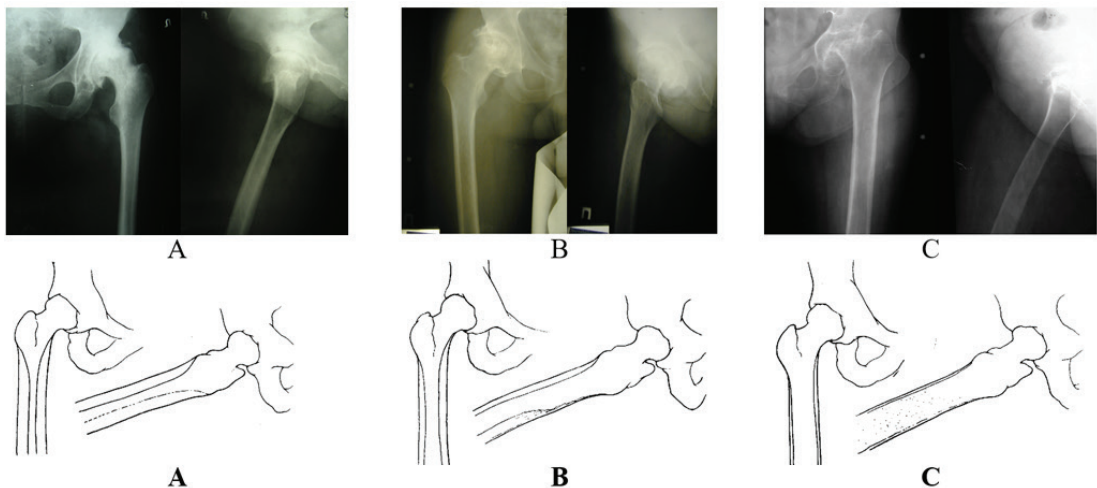


Рис. 5. Типи проксимального відділу стегнової кістки за L. Dorr et al. (приклади рентгенограм та схеми)

Таким чином, автори відзначають, що встановлення безцементної ніжки при типі А проксимального відділу стегнової кістки не викликає труднощів. При типі В для досягнення стабільної безцементної фіксації потрібно досить скрупульозно обробити свердлами медіальну і латеральну кортикальну стінки. Досягти надійної безцементної фіксації ніжки при типі С досить складно, а іноді неможливо.

Пізніше L. Dorr et al. запропонували методику розрахункової оцінки форми каналу як співвідношення між діаметром вузької частини дистального відділу кістково-мозкового каналу (істмус каналу) та вузькою частиною проксимального відділу – істмусу калькара. Для цього на прямій рентгенограмі кульшового суглоба визначають ендостальні точки. Проксимальні ендостальні точки відзначають на 3 см вище за лінію, що проходить через середину малого вертлюга. Дистальні ендостальні точки відзначають на рівні 10 см нижче лінії, що проходить через середину малого вертлюга. Потім проводять лінії, що проходять уздовж кістково-мозкового каналу стегна через проксимальні та ендостальні точки (рис. 6).

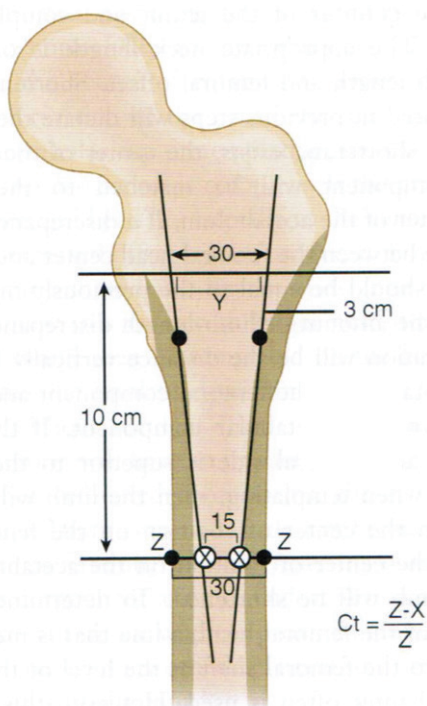


Рис. 6. Визначення співвідношення «істмус каналу – істмус калькара» (Brown Th.E. et al., 2009)

Співвідношення відстані між проведеними лініями на рівні дистальних точок (X) і 3 см вище за проксимальні ендостальні точки (Y) і становить значення співвідношення «істмус каналу – істмус калькара». Для типу А за Dogg значення цього індексу становитиме менше 0,5; для типу В – між 0,5 і 0,75; для типу С – більше 0,75 [10, 16].

Індекс звуження кістково-мозкового каналу Noble [23]. Визначає можливість встановлення безцементної ніжки ендопротезу. Вимірюють ширину кістково-мозкового каналу на рівні запланованої остеотомії шийки стегнової кістки, яку виконують під час операції ендопротезування (АВ). Другим рівнем вимірювання ширини кістково-мозкового каналу є рівень «перешийка» (істмусу), або його дистальна діафізарна частина, де розташовується дистальний кінець ніжки ендопротезу (СD) (рис. 7).

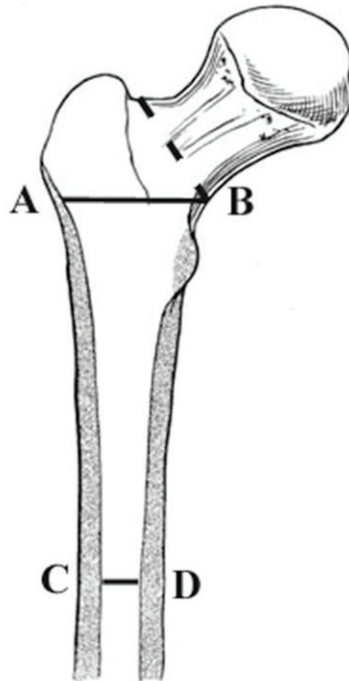


Рис. 7. Розрахунок індексу звуження кістково-мозкового каналу за Noble (пунктиром вказано рівень остеотомії шийки стегнової кістки)

Індекс звуження кістково-мозкового каналу Noble визначається як співвідношення:

AB/CD

Автор виділяє три варіанти форми кістково-мозкового каналу проксимального відділу стегнової кістки:

1) **«димохідна труба»** – широка проксимальна частина каналу, значення індексу звуження каналу менше 3,0;

2) **«нормальний»** – канал з помірним розширенням проксимальної частини лише на рівні остеотомії, значення індексу звуження каналу – 3,0–4,5;

3) **«келих шампанського»** – розширення проксимальної частини, і звуження дистальної частини каналу, виражена конічна форма. Значення індексу звуження каналу понад 4,5.

При формі каналу типу «келих шампанського» або «нормальний» буде можлива надійна фіксація безцементної ніжки, при каналі типу «димохідна труба» при безцементній фіксації ніжки можуть виникнути труднощі.

Методи оцінки щільності кісткової тканини по рентгенологічному зображенню прості у виконанні, наочні, не вимагають наявності дорогого обладнання та можуть успішно застосовуватися практикуючими хірургами-ортопедами для визначення типу фіксації стегнового компонента ендопротезу. Однак для повнішого уявлення про структуру кісткової тканини проксимального відділу стегнової кістки доцільно використовувати декілька методів рентгенантропометрії.

Оскільки на сьогоднішній день найточнішим методом, що дає точні уявлення про стан кісткової тканини певної ділянки, є метод денситометрії, авторами були вивчені кореляційні зв'язки між основними розрахунковими рентгенантропометричними характеристиками проксимального відділу стегнової кістки та Т-критерієм. На підставі розрахунків автори дійшли висновку, що при плануванні типу фіксації тотального ендопротезу кульшового суглоба слід брати до уваги дані двофотонної рентгенівської денситометрії (DEXA) проксимального відділу стегнової кістки, кортикального індексу, індексу Noble та Споторно-Романьолі [6].

Матеріали і методи

Проведено оцінку рентгенантропометричних показників 232 пацієнтів (258 суглобів) з різними нозологічними формами ураження кульшового суглоба, яким виконано операцію тотального ендопротезування; 26 пацієнтам виконувалось двостороннє етапне ендопротезування кульшових суглобів. Таким чином, всього виконано 258 операцій. Усі пацієнти проходили лікування у відділенні

ортопедії клінічної бази кафедри травматології та ортопедії Дніпровського державного медичного університету. Рентгенограми для аналізу відбиралися шляхом випадкового вибору. За передопераційними рентгенограмами кульшового суглоба, виконаними у прямій та бічній проекціях, вивчали наступні рентгенантропометричні показники: розрахункові – кортикальний індекс (КІ), морфо-кортикальний індекс (МКІ), індекс Споторно-Романьолі, індекс Noble; як описові методики визначали тип каналу проксимального відділу стегнової кістки за Dorr et al. Індекс Сінгха визначали за підрахунком індексу Споторно-Романьолі.

Серед пацієнтів було 54 чоловіків і 178 жінок. Двостороннє ураження кульшових суглобів відзначалося у 26 хворих, у решти 206 діагностовано одностороннє ураження кульшового суглоба. Вік хворих варіював від 28 до 84 років. Середній вік чоловіків становив $55,3 \pm 12,7$ років, жінок – $58,5 \pm 12,99$ років (табл. 2).

Таблиця 2. Розподіл хворих з патологією кульшового суглоба, яким було виконано операцію ендопротезування, за статтю та віком.

Стать / Вік	21–30	31–40	41–50	51–60	61–70	71 і старше	Всього
чоловіки	3	2	11	17	16	5	54
жінки	3	14	28	43	58	32	178
разом	6	16	39	60	74	37	232

За нозологічними формами ураження кульшового суглоба хворі розподілилися таким чином: ідіопатичний коксартроз III ст. (ІК) було діагностовано у 42 пацієнтів, диспластичний коксартроз III ст. (ДК) – у 46 хворих, асептичний некроз головки стегнової кістки IV ст. (АНГСК) – у 62, медіальний перелом шийки стегнової кістки (МП) – у 48 пацієнтів, ревматоїдний артрит (РА) – у 32 пацієнтів, травматичний коксартроз (ТК) – у 2 хворих.

Усім пацієнтам було виконано тотальне ендопротезування кульшового суглоба (258 операцій). Безцементний тип фіксації ендопротезів використовувався у 187 випадках (72,5%), в решті випадків – 71 (27,5%), застосовувалася цементна фіксація ніжки, при цьому тотальний цементний ендопротез встановлювався у 33 випадках (12,8%), а у 38 випадках (14,7%) імплантувався ендопротез з гібридною фіксацією. Вітчизняні модульні ендопротези ОРТЕН встановлювалися у 202 випадках (78,3%). За інших 56 операцій (21,7%) імплантувалися ендопротези інших конструкцій: Biomet – 24, Zimmer VerSys – 10, Zimmer CPT – 8, Omnifit – 6, Exeter – 6, W. Link – 2.

Результати та їх обговорення

При аналізі рентгенантропометричних показників у пацієнтів з ІК (44 суглоби) було встановлено, що значення кортикального індексу мали великий розкид і становили від 23,7 до 62,2 %, в середньому $50,9 \pm 9,4$ %. Значення МКІ також були невисокими і склали в середньому $2,49 \pm 0,4$. Індекс Споторно–Романьйолі змінювався у бік збільшення та в середньому становив $6,7 \pm 2,6$. Індекс Noble варіював від 1,84 до 5,43, в середньому склавши $3,4 \pm 0,7$. Серед типів будови каналу за Dorr переважав тип В (25 випадків з 44), тип С визначений у 17 випадках, тип А – у двох. Таким чином, значення рентгенантропометричних показників при ідіопатичному коксартрозі вказували на зниження кісткової маси в зоні імплантації ніжки ендопротезу та тенденцію до прямої форми каналу проксимального відділу стегнової кістки.

У пацієнтів з диспластичним коксартрозом (59 суглобів) значення кортикального індексу також мали широку варіабельність і становили від 25,1 до 67,9 %, в середньому $52,6 \pm 8,3$ %. Морфо-кортикальний індекс в середньому становив $2,8 \pm 0,5$. Середні величини індексу Споторно–Романьйолі досягали значення $5,03 \pm 2,4$. Значення індексу Noble склали від 2,0 до 4,81, в середньому $3,8 \pm 0,7$. Тип будови каналу за Dorr було визначено як А в 28 випадках, В – у 21 випадку, С – у 10.

Порівнюючи ці дві групи спостережень, можна зробити висновок, що при диспластичному коксартрозі будова каналу проксимального відділу стегнової кістки більше має тенденцію до конічної форми, при цьому втрата кісткової маси в зоні імплантації ніжки ендопротезу виражена менше, ніж при ідіопатичному коксартрозі.

У групі медіальних переломів шийки стегнової кістки (48 спостережень) відзначалися низькі середні значення кортикального індексу, морфо-кортикального індексу, індексу Noble – вони склали, відповідно, $47,4 \pm 10,3\%$, $2,43 \pm 0,37$ та $3,34 \pm 0,8$. Середній індекс Споторно–Романьйолі, навпаки, мав найвище значення і склав $7,2 \pm 2,3$. Тип будови каналу за Dorr був визначений у 6 випадках як В, у 42 – як С. Таким чином, у зазначеній групі спостережень показання до вибору цементного типу фіксації визначалися найбільш переконливо.

У групі пацієнтів з асептичним некрозом головки стегнової кістки (АНГ-СК) – 62 спостереження – середні значення кортикального індексу склали $49,9 \pm 7,7$ %, що було незначно нижче, ніж в групах ІК та ДК. Також визначалося порівняльно низьке значення МКІ, яке склало $2,4 \pm 0,4$. Значення індексу Noble сягало $3,47 \pm 0,6$, що вказувало на тенденцію превалювання «нормального» типу каналу в даній дослідній групі. Індекс Споторно–Романьйолі визначався як $5,23 \pm 1,9$, що вказувало на можливість безцементної фіксації ніжки

ендопротеза. Тип будови каналу за Dorr в двох випадках відповідав типу А, в 19 випадках – типу В, в 23 випадках – типу С. У 18 спостереженнях ми розцінили будову каналу стегнової кістки як перехідний тип В-С.

У групі спостережень пацієнтів з ревматоїдним артритом (РА) значення кортикального індексу були невисокими і склали $46,9 \pm 8,6$ %. Значення МКІ наближалися до показників у групі медіальних переломів і склали $2,44 \pm 0,4$, а індекс Noble наближався до показників у групі АНГСК і мав значення $3,46 \pm 0,7$. Індекс Споторно–Романьолі був $5,9 \pm 2,4$, що вказував на тенденцію наближення до цементного методу фіксації ніжки. Тип будови каналу за Dorr в трьох випадках відповідав типу А, в 10 випадках – типу В, в 14 випадках – типу С. Також у цій групі спостереження нами були визначені 5 випадків, які відповідали перехідному типу каналу В-С.

Аналіз даних у групі спостережень пацієнтів з травматичним коксартрозом, яка була малочисельною групою, не виявив переконливих тенденцій та закономірностей, але, на нашу думку, це питання потребує подальшого поглибленого вивчення.

Слід зазначити, що рентгенантропометричні особливості при АНГСК, РА та ТК мають подібні риси: широкий кістково-мозковий канал із відносно збереженою товщиною кортикального шару частіше спостерігався при АН-СБК; у хворих з РА і ТК мали місце явища остеопорозу, що в свою чергу призводило до зменшення товщини кортикального шару і відповідно, збільшення просвіту кістково-мозкового каналу, що підтверджувалося значеннями розрахункових рентгенантропометричних індексів.

Середні значення рентгенантропометричних даних у групах спостережень наведено у таблиці 3.

Таблиця 3. Середні значення рентгенантропометричних показників при різних формах ураження кульшового суглоба.

Нозологічні групи	КІ, %	МКІ	Індекс Noble	Індекс Споторно	Тип за Dorr			
					А	В	В-С	С
ІК (n=44)	$50,9 \pm 9,4$	$2,49 \pm 0,4$	$3,4 \pm 0,7$	$6,7 \pm 2,6$	2	25	-	17
ДК (n=59)	$52,6 \pm 8,3$	$2,80 \pm 0,5$	$3,8 \pm 0,7$	$5,03 \pm 2,4$	28	21	-	10
МП (n=48)	$47,4 \pm 10,3$	$2,43 \pm 0,37$	$3,34 \pm 0,8$	$7,7 \pm 1,3$	0	6	-	42
АНГСК (n=62)	$49,9 \pm 7,7$	$2,40 \pm 0,4$	$3,47 \pm 0,6$	$5,23 \pm 1,9$	2	19	18	23
РА (n=32)	$46,9 \pm 8,6$	$2,44 \pm 0,4$	$3,46 \pm 0,7$	$5,9 \pm 2,4$	3	10	5	14
ТК (n=2)	$49,2 \pm 0,5$	$2,47 \pm 0,2$	$3,39 \pm 0,5$	$5,4 \pm 0,6$	0	1	-	1

Виконано аналіз залежності рентгенантропометричних показників та конструкцій встановлених ніжок ендопротезів. Для цього всі імплантовані ніжки (n=258) були розділені на 4 групи: першу групу склали випадки, коли під час операції встановлювалися безцементні конічні ніжки (82 спостереження, що включають 42 ніжки ORTEH, 24 ніжки Biomet, 10 ніжок Zimmer VerSys і 6 ніжок Omnifit). Версії конічної ніжки ORTEH були представлені у вигляді стандартного конуса (28 спостережень) та двохплощинного конуса (14 спостережень). До другої групи увійшли випадки встановлення безцементної ніжки ORTEH з метафізарною фіксацією з шийно-діафізарним кутом 140° – 48 спостережень; третю групу склали випадки імплантації безцементних ніжок ORTEH із метафізарно-діафізарною фіксацією – 57 спостережень; у четверту групу було включено всі цементні ніжки – 71 випадок, зокрема 55 – ORTEH, 8 – Zimmer CPT, 6 – Exeter, 2 – Link. Порівняльні результати вказані в таблиці 4.

Таблиця 4. Середні значення рентгенантропометричних показників проксимального відділу стегнової кістки в залежності від встановленої конструкції ніжки ендопротезу кульшового суглоба.

Тип ніжки	KI, %	MKI	Індекс Noble	Індекс Споторно	Тип за Dorr
Безцементна конічна ніжка	55,8±8,8	2,75±0,6	3,8±0,8	5,1±5,7	A
Безцементна ніжка двоплощинний конус	53,9±7,1	2,65±0,3	3,87±0,8	5,4±1,9	A
Безцементна з метафізарною фіксацією з шийно-діафізарним кутом 140°	54,4±8,6	2,67±0,5	3,56±0,65	5,26±2,2	B
Безцементна з метафізарно-діафізарною фіксацією	47,7±7,2	2,47±0,36	3,4±0,6	5,7±1,8	B
Цементна	45,8±8,5	2,27±0,3	3,14±0,5	8,3±2,1	C

Як видно з таблиці 6, конічна ніжка встановлювалася при рентгенантропометричних параметрах проксимального відділу стегнової кістки, наближених до конічної форми кістково-мозкового каналу, на що вказують високі значення кортикального індексу, MKI та індексу Noble. У цій групі переважав тип А кістково-мозкового каналу за Dorr. Інтегральний показник індексу Споторно–Романьолі був мінімальним, порівняно з іншими групами спостереження.

У групі, де встановлювалися безцементні ніжки з метафізарною фіксацією, значення кортикального індексу та морфо-кортикального індексу наближалися до показників групи, де імплантувалися безцементні конічні ніжки, але значення індексу Noble було нижчим, ніж у групі конічних ніжок. Тип кістково-мозкового каналу за Dorr відповідав типу В.

Показники у групі, де встановлювалися ніжки з метафізарно-діафізарною фіксацією, мали знижені значення кортикального індексу, морфо-кортикального індексу та індексу Noble. Індекс Споторно-Романьйоли був вищим, ніж для інших груп безцементної фіксації, а структура кістково-мозкового каналу відповідала типу В за Dorr.

У групі з імплантацією цементних ніжок привертала увагу найнижчі показники кортикального індексу, МКІ та індексу Noble у порівнянні з іншими групами. Відповідно індекс Споторно-Романьйоли мав найвище значення, що опосередковано вказувало на значне зниження мінеральної щільності кісткової тканини проксимального відділу стегнової кістки. Будова кістково-мозкового каналу в більшості випадків відповідала типу С за Dorr.

Слід зазначити, що за нашими розрахунками інтегральний індекс Споторно-Романьйоли у всіх групах був вище 5,0, що вказувало на наявність у більшості пацієнтів, які спостерігаються, ознак зниження кісткової щільності в області проксимального відділу стегнової кістки різного ступеня вираженості. Однак доцільно при плануванні вибору конструкції ніжки та типу її фіксації враховувати показники кількох рентгенантропометричних параметрів проксимального відділу стегнової кістки.

На основі проведених досліджень, нами було розроблено наступний алгоритм оцінки рентгенантропометричних характеристик проксимального відділу стегнової кістки для вибору конструкції ніжки та типу її фіксації.

Алгоритм вибору типу фіксації та конструкції ніжки

1. За відповідністю форми каналу типу А за Dorr, значенням кортикального індексу вище 54 %, індексу Noble вище 3,6 і морфокортикального індексу понад 2,6 характеристики проксимального відділу стегнової кістки наближаються до «диспластичного» і в цьому випадку найбільш оптимальним є планування імплантації **конічної безцементної ніжки**.

2. Якщо форма каналу відповідає типу В, кортикальний індекс знаходиться в межах 50–54 %, МКІ – 2,5–2,7, індекс Noble – 3,5–3,7, то можлива імплантація **безцементної ніжки з метафізарною фіксацією з шийно-діафізарним кутом 140°**.

3. При формі каналу типу В за Dorr, значення кортикального

індексу 50–45 %, МКІ – 2,3–2,5, індексу Noble – 3,2–3,4, доцільно планувати встановлення **безцементної ніжки з метафізарно-діафізарною фіксацією**.

4. Якщо канал відповідає типу С за Dorr, показники кортикального індексу нижче 40 %, значення МКІ нижче 2,3, а індексу Noble нижче 3,3, то параметри проксимального відділу стегнової кістки мають характеристики «циліндричного» і в цьому випадку найбільш доцільно планування встановлення **ніжки з цементним типом фіксації**.

Оскільки індекс Споторно–Романьйоли є інтегральним і поєднує вікові та статеві параметри пацієнта з описовим (індекс Сінгха) та розрахунковим (МКІ) методами оцінки проксимального відділу стегнової кістки, він може використовуватися на завершальному етапі аналізу рентгенантропометричних характеристик проксимального відділу стегнової кістки при визначенні типу фіксації ніжки ендопротезу та порівнюватися з підсумковими даними аналізу згідно з запропонованим алгоритмом.

Висновки

1. Описові та розрахункові методи оцінки рентгенантропометричних показників проксимального відділу стегнової кістки ефективно використовувати в сукупності для отримання найбільш повного уявлення про будову проксимального відділу стегнової кістки.

2. Для отримання повноцінної характеристики необхідно провести оцінку хоча б одного описового і як мінімум двох розрахункових рентгенантропометричних параметрів проксимального відділу стегнової кістки, що в сукупності з визначенням інтегрального індексу Споторно–Романьйоли дозволяє оптимально спланувати вибір конструкції ніжки та тип її фіксації.

3. Розроблений алгоритм дозволяє стандартизувати визначення рентгенантропометричних параметрів проксимального відділу кістково-мозкового каналу стегнової кістки та оптимізувати підходи до вибору конструкції ніжки ендопротезу та типу її фіксації і забезпечити як якісну первинну стабільність стегнового компонента та подальшу експлуатаційну довготривалість ендопротеза кульшового суглоба.

Стаття надійшла в редакцію / Received: 10.03.2026

Отримання позитивної рецензії: 15.03.2026

Прийнято до друку / Accepted: 25.03.2026

Analysis of X-Ray Anthropometric Parameters of the Proximal Femur from the Position of Planning Hip Joint Arthroplasty

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

1 Dnipro State Medical University

2 Kyiv Medical University

Abstract: In the structure of morbidity of modern society, diseases of bones and joints occupy one of the leading positions. In the surgical treatment of severe forms of hip joint diseases, hip arthroplasty is a radical method of treatment. At the same time, the number of total hip arthroplasties in the world is increasing annually. Preoperative planning of the implantation of the femoral component of the endoprosthesis is performed by analyzing the radiographic anthropometric parameters of the proximal femur.

Objective. Based on a comparative assessment of radiographic anthropometric characteristics of the proximal femur, to develop an algorithm for planning implantation of the femoral component of a hip joint endoprosthesis.

Materials and methods. An assessment of radiographic anthropometric parameters was performed in 232 patients (258 joints) with various nosological forms of hip joint diseases who underwent total hip arthroplasty; 26 patients underwent bilateral staged hip arthroplasty. Idiopathic coxarthrosis of the III degree (IC) was diagnosed in 42 patients, dysplastic coxarthrosis of the III degree (DC) – in 46 patients, aseptic necrosis of the femoral head of the IV degree (ANFH) – in 62, medial femoral neck fracture (MF) – in 48 patients, rheumatoid arthritis (RA) – in 32 patients, traumatic coxarthrosis (TC) – in 2 patients. Cementless fixation of endoprostheses was used in 187 cases (72.5%), in the remaining cases – in 71 (27.5%), cement fixation of the stem was used, while a total cement endoprosthesis was installed in 33 cases (12.8%), and in 38 cases (14.7%) an endoprosthesis with hybrid fixation was implanted. The following methods were used for qualitative and quantitative assessment of the structure of the proximal femur: cortical index (CI), morpho-cortical index (MCI), No-ble medullary canal narrowing index, Spotorno–Romagnoli index, assessment of the proximal femur according to Dorr L. et al.

Results. Based on the analysis of descriptive and calculated radiographic anthropometric indicators in various nosological forms of hip joint involvement, analysis of the dependence of radiographic anthropometric indicators and the designs of the installed stems of endoprostheses, an algorithm was developed for selecting the design of the femoral component of the endoprosthesis and the type of its fixation.

Discussion. Radiographic anthropometric indicators in IC revealed a decrease in bone mass in the area of implantation of the endoprosthesis stem and a tendency to a straight shape of the proximal femoral canal. In DC, the structure of the proximal femoral canal tends to a conical shape, while the loss of bone mass in the area of implantation of the endoprosthesis stem is less pronounced than in IC. In ANFN, the “normal” type of canal prevailed, which indicated the possibility of cementless fixation of the endoprosthesis stem, and in RA, the structure of the canal indicated the likelihood of cement fixation of the stem. In MF, the greatest loss of bone mass was established according to radiographic anthropometric indicators, which indicated a tendency to a “pipe” type of canal and cement fixation of the endoprosthesis stem.

Conclusions. Descriptive and calculated methods for assessing of radiographic anthropometric parameters of the proximal femur should be effectively used in combination. To obtain a full-fledged characteristic, it is necessary to assess at least one descriptive and at least two calculated radiographic anthropometric parameters of the proximal femur, which, together with the determination of the Spotorno-Romagnoli integral index, will allow to optimize plan the choice of the stem design and the type of its fixation. The developed algorithm allows to standardize the determination of radiographic anthropometric parameters of the proximal femur and optimize approaches to the selection of the endoprosthesis stem design and the type of its fixation, and to ensure both high-quality primary stability of the femoral component and subsequent operational longevity of the hip joint endo-prosthesis.

Keywords: hip joint, radiographic anthropometry, preoperative planning, arthroplasty, osteoporosis.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

REFERENCES

1. Ендопротезування кульшового суглоба: монографія під ред. проф. О. Є. Лоскутова // О. Є. Лоскутов, А. Ю. Науменко, О. О. Лоскутов та ін. – Дніпропетровськ: Ліра. – 2010. – 344 с.
2. Епідеміологія остеоартрозу <https://compendium.com.ua/uk/clinical-guidelines-uk/osteoartroz-praktichna-nastanova/glava-1-epidemiologiya-osteoartrozu/>
3. Корж М. О., Філіпенко В. А., Дідух Н. В. Остеоартроз – підходи до лікування. Вісник ортопедії травматології та протезування. 2004; 3: 75–79.
4. Левенець В. М. Показання до тотального протезування кульшового суглоба // Ортопедія, травматологія та протезування. / В. М. Левенець – К.: Здоров'я, 1995. – Вип. 24. – С. 27–30.
5. Лоскутов О. Є., Олійник О. Є. Ендопротезування кульшового суглоба: досягнення та перспективи. Лікування та діагностика. 2006; 1–2: 136–140.
6. Лоскутов О. Є. Методи оцінки щільності кісткової тканини при плануванні типу фіксації тотального ендопротезу кульшового суглоба: методичні ре-комендації / О. Є. Лоскутов, В. Б. Макаров, Д. А. Синегубов. – Київ, 2006. – 20 с.
7. Фіщенко В. О., Кириченко В. І., Яремич С. Ю., Браніцький О. Ю., Карпінська О. Д. Остеоартроз кульшового суглоба. Клінічні та соціальні аспекти захворювання. Аналітичний огляд літератури. Частина I. Травма. 2019; 20 (1): 118–125. DOI: 10.22141/1608-1706.1.20.2019.1
8. Яременко О. Б., Корнієнко Є. Б., Тер-Вартаньян С. Г. Досвід застосування імплантату синовіальної рідини Гілуаль Артро у лікуванні хворих на го-нартроз. Український ревматологічний журнал. 2011; 1 (43): 52–55.
9. Яременко О. Б. Сучасна медикаментозна терапія остеоартрозу. Український ревматологічний журнал. 2003; 3 (13): 24–32.
10. Arthritis and Arthroplasty. The Hip. / Th.E. Brown, Q. Cui, W.M. Mihalko, K.L. Saleh // Philadelphia, Saunders Elsevier, 2009. – 428 p.
11. Barnett E, Nordin BEC. Radiological assessment of bone density. British Journal of Radiology. 1961; 34: 683–692.
12. Badley E, DesMeules M. Arthritis in Canada: An Ongoing Challenge. 2003. Ottawa, Canada.
13. Bilateral Endoprosthetic Total Hip or Knee Arthroplasty / J.Pfeil, Ph.Höhle, Ph.Rehbein // Dtsch. Arztebl. Int. – 2011. – Vol. 108. – N27. – P. 463–468.
14. Cameron HU The Technique of Total Hip Arthroplasty. New York: Mosby Year Book, 1992.
15. Dell'Isola A, Recenti F, Giardulli B, Lawford BJ, Kiadaliri A. Osteoarthritis year in review 2025: Epidemiology and therapy. Osteoarthritis Cartilage. 2025 Nov; 33(11):1300–1306. doi: 10.1016/j.joca.2025.08.015. Epub 2025 Sep 4.
16. Dorr L, Faugere MC, Mackel AM. et al. Structural and cellular assessment of bone quality of proximal femur. Bone. 1993; 14 (3): 231–242.
17. Erivan R, Villatte G, Dartus J, Reina N, Descamps S, Boisgard S. Progression and projection for hip surgery in France, 2008–2070: epidemiologic study with trend and projection analysis. Orthop Traumatol Surg Res. 2019; 105 (7): 1227–1235.
18. Espehaug B, Furnes O, Engesaeter LB, Havelin LI. Hip arthroplasty in Norway 1989–2008. Tidsskr. Nor. Lægeforen. 2011; 131(16): 1543–1548.
19. Hawker GA, Badley EM, Croxford R. et al A population-based nested case-control study of the costs of

-
- hip and knee replacement surgery. *Med Care*. 2009; 47: 732–741.
20. Hoorntje A, Janssen KY, Bolder SBT, et al. The effect of total hip arthroplasty on sports and work participation: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2018; 48 (7): 1695–1726.
21. Ollivier M, Frey S, Parratte S, Flecher X, Argenson JN. Pre-operative function, motivation and duration of symptoms predict sporting participation af-ter total hip replacement. *Bone Joint J*. 2014; 96-B (8): 1041–1046.
22. Morrison SR, Lim B, Hall AJ, Clement ND, Gee C, Walmsley P. The im-pact of waiting for hip and knee arthroplasty in people of working age: an evaluation of the workforce productivity and macroeconomic effects in patients under 65 years. *Orthop Procs*. 2026;108-B(SUPP_3):1–1. doi:10.1302/1358-992X.2026.3.001.
23. Noble PC Proximal Femoral Geometry and the Design of Cementless Hip Replacement // *Orthopaedics and Related Sciences*. – 1990. – Vol. 1-G. – P. 86–91.
24. Trends in Medicare Arthroplasty Procedure Volume: Projecting From 2025 to 2040. Jones CM, Potluri AS, Federico VP, Nie JW, Forlenza EM, Serino J 3rd, Della Valle CJ. *J Arthroplasty*. 2025; 40 (11): 2781–2790.e1. doi: 10.1016/j.arth.2025.05.124. Epub 2025 Jun 10.
25. Orthopaedic surgeon workforce and volume assessment for total hip and knee replacement in the United States: preparing for an epidemic / R. Iorio [et al.] // *J. Bone Joint Surg*. – 2008. – Vol. 90-A, N 7. – P. 1598–1605.
26. Patell, Nham F, Zalikha L, El-Othmani MM. Epidemiology of total hip arthroplasty: demographics, comorbidities and outcomes. *Arthroplasty*. 2023; 5 (1): 2. doi: 10.1186/s42836-022-00156-1.
27. Palazzo C., Ravaut J.F., Papelard A. et al. (2014) The burden of musculo-skeletal conditions. *PLoS One*, 9(3): e90633. doi:10.1371/journal.pone.0090633 Посилання: (www.umj.com.ua/uk/publikatsia-223041-shho-kazhut-eksperti-z-frantsiyi-pro-osteoartrit)
28. Pentland V, Thompson Z, Dayimu A, Demiris N, Bohm E, Campbell D, et al. Survivorship of modern total hip replacement to 30 years: systematic re-view, meta-analysis, and extrapolation of global joint registry data. *Lancet*. 2026 Feb 28; 407 (10531):855–866. doi: 10.1016/S0140-6736(25)02305-0.
29. Prevalence of primary and revision total hip and knee arthroplasty in the United States from 1990 through 2002. /S. Kurtz, F. Mowat, K. Ong et al. // *J. Bone Joint Surg*. – 2005. – Vol. 87-A. – N7. – P. 1487–1497.
30. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. / S. Kurtz, K. Ong, E. Lau et al. // *J. Bone Joint Surg*. – 2007. – Vol. 89-A. – N4. – P. 780–785.
31. Singh M. Changes in trabecular pattern of the upper end of the femur as an index of osteoporosis / M. Singh, M.B. Nagrath, P.S. Maini // *The Journal of Bone and Joint Surgery*. – 1970. – Vol. 52-A. – P. 457–467.
32. Spotorno L, Romagnoli S. The CLS uncemented total hip replacement system. /– Thun: Werbelinie AG. – 1991. – 26 p.
33. Total hip arthroplasty in Denmark: incidence of primary operations and revisions during 1996–2002 and estimated future demands. / A.B. Pedersen, et al. // *Acta Orthop*. – 2005. – Vol. 76. – N2. – P. 182–189.
34. Huft- und Knieendoprothetik in Deutschland. Steinbrück A., et al. *Ortho-paedische Nachrichten*. DKOU, 10, 2019.