

Ускладнення ревізійного ендопротезування колінного суглоба

Г. В. Гайко^{1, A, E, F}, В. М. Підгаєцький^{1, B, C, D, E}, О. М. Сулима^{1, B, C, D, E}, В. М. Чорний^{2, B, C, D, E}

¹Державна установа «Інститут травматології та ортопедії Національної академії медичних наук України», м. Київ,

²Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, Україна

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних; D – написання статті; E – редагування статті;
F – остаточне затвердження статті

Ключові слова:

колінний суглоб,
нестабільність
компонентів
колінного
суглоба, ревізійне
ендопротезування.

Запорізький
медичний журнал.
2024. Т. 26, № 4(145).
С. 288-295

*E-mail:
pidgvm72@gmail.com

У зв'язку з поширенням ендопротезування та збільшенням спектра показань до протезування колінного суглоба особливою актуальністю набула проблема щодо термінів функціонування суглоба. Несвоєчасна діагностика та неадекватне лікування хворих із розхитуванням компонентів ендопротеза призводять до виникнення значних дефектів кісткової тканини. Ця проблема зумовлена неодноразовим втручанням на суглобі, великим об'ємом дефектів і тривалістю ревізійних втручань, що спричиняють катастрофічні наслідки для хворого – видалення ревізійного протеза та навіть ампутації кінцівки. Актуальними залишаються дослідження, спрямовані на покращення лікування хворих із нестабільністю компонентів ендопротеза колінного суглоба.

Мета роботи – вивчити та проаналізувати результати ревізійного ендопротезування колінного суглоба; визначити причини помилок та ускладнень ревізійного ендопротезування для їх профілактики у майбутньому.

Матеріали і методи. Здійснили ретроспективний аналіз 50 повторних ревізійних ендопротезувань колінного суглоба, які виконані в центрі ендопротезування ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України» у період з 2013 до 2022 року. У цих пацієнтів вивчили клінічні та рентгенологічні результати ревізії. Усі ревізійні протези, використані під час дослідження, напівобмеженого типу. Для всіх імплантатів застосували техніку цементування. Під час ревізії групи септичних ускладнень використали техніку повного цементування, призначили чутливі антибіотики; у групі асептичних ускладнень застосували техніку часткового цементування з призначенням чутливих антибіотиків.

Результати. Проаналізовано результати лікування 50 ревізійних ендопротезувань, що виконані з приводу нестабільності компонентів ендопротеза. Вивчили структуру ускладнень і визначили причини невдач ревізійного ендопротезування колінного суглоба. Ці відомості є перспективними щодо уникнення ускладнень, а також для розробки новітніх індивідуальних підходів до ревізійного ендопротезування.

Висновки. Аналіз невдач ревізійних ендопротезувань колінного суглоба показав переважання септичних ускладнень (56,0 % випадків). У разі септичного ускладнення ревізійного ендопротезування переважали ураження *Staphylococcus aureus* (57,1 %), в інших випадках збудником були грамнегативні мікроорганізми. До факторів, які призводять до асептичних ускладнень, належать ті, що пов'язані з хірургічним втручанням (81,8 %), пацієнтом (45,4 %), а також їх поєднання (72,7 %). Як достовірні причини розхитування стегового ревізійного компонента визначили залишкову вальгусну деформацію та медіальну нестабільність у фронтальній площині. Як вірогідні причини розхитування великогемілкового компонента класифіковано залишкову варусну деформацію та латеральну нестабільність у фронтальній площині.

Keywords:

knee joint, knee
joint instability,
revision
arthroplasty.

Zaporozhye
Medical Journal.
2024;26(4):288-295

Complications of revision knee arthroplasty

H. V. Haiko, V. M. Pidhaietskyi, O. M. Sulyma, V. M. Chornyi

Due to the growing scale of arthroplasty and the widening of indications for knee joint replacement, the durability of joint functioning has become a critical issue. Untimely diagnosis and inadequate treatment of patients with endoprosthesis component loosening leads to major bone defects.

This problem arises from repeated joint interventions, large bone defects and duration of revision surgeries, that is fraught with catastrophic consequences for patients – revision prosthesis removal or even limb amputation. The project aims to improve the treatment for patients with instability of components after knee joint arthroplasty.

The aim of the study is to analyze the results of revision knee arthroplasty and identify the causes of mistakes and complications of revision arthroplasty with the intention of prevention.

Materials and methods. A retrospective analysis of 50 revision knee arthroplasties performed at the Centre for Arthroplasty of the State Institution "Institute of Traumatology and Orthopedics of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine" was conducted. Clinical and radiological findings were evaluated for all patients. All revision prostheses used in this study were of the semi-constrained type. Cementation technique was used for all implants. In the revision of the septic complication group, a full cementation technique with antibiotics according to a sensitivity profile were used, while in the aseptic complication group, a surface cementation technique with antibiotics according to sensitivities were used.

Results. The authors of the project have analyzed the results of treatment of 50 revision arthroplasty procedures performed between 2013 and 2022 for instability of the endoprosthesis components. The structure of complications has been examined and the causes of failure in revision knee arthroplasty have been identified. This study has shown promise in preventing complications and developing personalized approaches to revision arthroplasty.

Conclusions. The analysis of revision knee arthroplasty failure has shown the prevalence of septic complications (56.0 %). In the case of septic complications after revision arthroplasty, *Staphylococcus aureus* prevailed (57.1 %), gram (-) microorganisms were

causative agents in other cases. Factors resulting in aseptic complications included those associated with the surgical intervention (81.8 %), the patient (45.4 %) and the combination thereof (72.7 %). Significant causes of the femoral revision component loosening were residual valgus deformity, medial instability in the frontal plane; significant causes of the tibial component loosening were residual varus deformity and lateral instability in the frontal plane.

Незважаючи на постійні зусилля хірургів протягом останніх десятиліть щодо вдосконалення дизайну колінних імплантатів, хірургічного інструментарію та методів вивчення, 20 % пацієнтів з різних причин залишаються незадоволеними після тотального ендопротезування колінного суглоба (ТЕП КС) [1,2].

Ревізійне тотальне ендопротезування колінного суглоба є дуже складною хірургічною технікою оперативного втручання, що характеризується високим рівнем ускладнень і невдач, частою втратою кісткової маси та низькою якістю кісткової тканини. Дефіцит кісткової тканини є доволі поширеним під час ревізійних операцій, що можуть бути спричинені асептичними та септичними процесами. Він призводить до прямої механічної втрати кістки, остеолізу, а також може бути ятрогенним результатом видалення імплантату.

Отже, ревізійне ендопротезування колінного суглоба завжди є складнішою операцією, що підтверджено загалом гіршими результатами порівняно з первинним ТЕП КС. В ідеалі прогнозування може допомогти визначити пацієнтів із підвищеним ризиком повторних невдач. Однак для ревізійного ендопротезування колінного суглоба досі не розроблено моделі прогнозування [3,4].

Моделі прогнозування, що розроблені для первинного ТЕП КС, можуть стати хорошою відправною точкою, але загалом мають недостатню дискримінаційну здатність і низьку зовнішню валідність [5]. Розроблення клінічно релевантних моделей прогнозування потребує даних, що всебічно характеризують і чинники, пов'язані з пацієнтом, і результати.

На результати ревізійної операції впливають кілька факторів, як-от якість індекс-процедури (ТЕП КС), аспекти, пов'язані з процедурою ревізії, в також вік, стать, фізичний стан пацієнта, його супутні захворювання та ступінь ожиріння. Дані всесвітніх реєстрів ендопротезування суглобів свідчать, що в останні роки, за умови використання сучасних протезів колінного суглоба, покращення хірургічної техніки і заходів для профілактики інфекцій, в 95 % випадків строк виживання становить не менше ніж 15 років [6,7].

Однак проблема ревізійного ендопротезування в сучасній ортопедії стоїть надзвичайно гостро, що підтверджено збільшенням частоти виконання цього втручання [8].

У 60–80 % випадків для досягнення кращих клінічних результатів ревізійне ТЕП КС виконують у строк 2–5 років після первинної операції [9]. Причинами ревізійного втручання може стати неправильне положення чи спрацьованість компонентів ендопротеза колінного суглоба, асептичне розхитування, нестабільність, перипротезні переломи та інфекція, що в останні роки стає провідним чинником. Труднощі ревізійного втручання, пов'язані з втратою кісткової маси, недостатністю м'яких тканин та іншими факторами, погіршують ефективність такого лікування порівняно з первинним ендопротезуванням колінного суглоба [3,4,5,10,11].

Мета роботи

Вивчити та проаналізувати результати ревізійного ендопротезування колінного суглоба; визначити причини помилок та ускладнень ревізійного ендопротезування для їх профілактики у майбутньому.

Матеріали і методи дослідження

Здійснили ретроспективний аналіз 50 повторних ревізійних ендопротезувань колінного суглоба, що виконані республіканському центрі ендопротезування ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України» в період з 2013 до 2022 року. У цих 50 пацієнтів вивчили клінічні та рентгенологічні результати ревізії ТЕП КС. Їхній середній вік на час ревізійної операції становив $65,6 \pm 6,3$ року (діапазон – від 52 до 77 років). Усі пацієнти надали письмову інформовану згоду на участь. Дослідження схвалене Комітетом з біоетики при Державній установі «Інститут травматології та ортопедії Національної академії медичних наук України», протокол від 21.08.2023 № 521/К-2023.

Усі ревізійні протези, використані під час дослідження, напівобмеженого типу: Nexgen LCCK (Zimmer, Індіана, США) – 32 протези; Triathlon (Stryker Orthopaedics, Mahwah, NJ, США) – 18 колінних суглобів.

Для всіх імплантатів застосували техніку цементування. Під час ревізії ТЕП КС групи септичних ускладнень використали техніку повного цементування, призначили чутливі антибіотики; у групі асептичних ускладнень застосували техніку часткового цементування з призначенням чутливих антибіотиків.

Серед чинників, які призводять до виникнення ускладнень після ТЕП КС, розрізняли ті, що пов'язані з власне оперативним втручанням, з пацієнтом, а також їх поєднання.

Під час обстеження здійснили клініко-анамнестичні, рентгенологічні, МРТ- і КТ-дослідження. У разі виявлення кісткових дефектів під час ревізійного втручання користувалися класифікацією AORI [12].

Дослідження здійснили, використовуючи загальноклінічні, загальні та спеціальні ортопедичні методи для вивчення локальних змін у колінному суглобі. Визначили індекс маси тіла, вивчили анамнез щодо травм колінного суглоба, попередніх оперативних втручань і ранніх післяопераційних проблем після первинного ендопротезування. Перед лікуванням, перед випискою хворого з клініки та під час контрольних оглядів (через 3, 6, 12 місяців, надалі – щороку) здійснили обстеження.

Септичні ускладнення, що потребують повторного ревізійного ТЕП КС, діагностовано за критеріями визначення інфекції. У пацієнтів з інфекційними симптомами (біль, припухлість і відчуття печіння в колінному суглобі) визначали наявність таких критеріїв:

- позитивний бактеріальний посів зразка або більше ніж 5 поліморфноядерних нейтрофілів у полі зору;
- кількість лейкоцитів (WBC) $\geq 15\ 000$ клітин/мм³ з гіперсегментованими нейтрофілами ≥ 90 %;

1

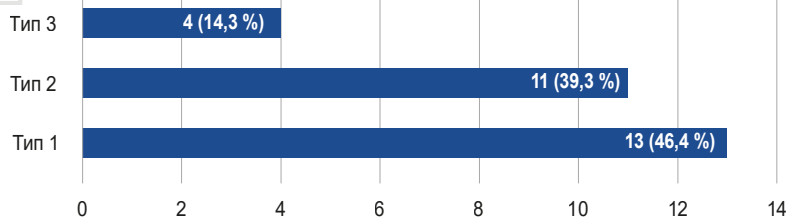


Рис. 1. Розподіл хворих залежно від типу ППІ.

2

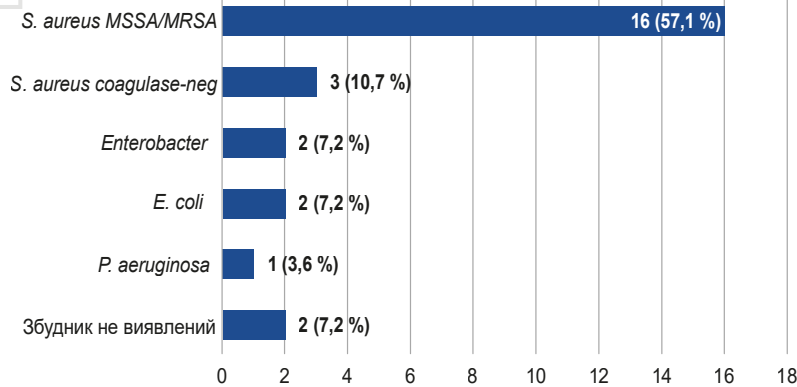


Рис. 2. Результати мікробіологічного обстеження інтраопераційного матеріалу пацієнтів із ППІ.

– швидкість зсідання еритроцитів ≥ 70 –80 мм/год або рівень С-реактивного білка $> 10,0$ мг/дл;
– наявність дренажних нориць [13].

Якщо в пацієнта виявляли будь-яку з цих ознак, діагностували перипротезну інфекцію (ППІ). В усіх хворих брали інтраопераційний матеріал для визначення збудника інфекції. Для визначення типу ППІ користувалися класифікацією за Coventry–Fitzgerald–Tsukayama [14,15].

Для клінічного оцінювання колінного суглоба хворих після ТЕП КС користувалися власною системою визначення стану колінного суглоба, яка розроблена на основі відомого функціонального індексу Лекена [16,17]. Суму балів 27–36 визначили як хороший результат, 16–26 – як задовільний, ≥ 15 – незадовільний.

Обрахунки виконали за допомогою бази даних обстеження хворих з ускладненнями після ТЕП КС, яка сформована в Microsoft Excel 2010. Результати опрацювали за допомогою відомих методів: із застосуванням критерію Краскела–Волліса, обчислення поліхоричного та тетрахоричного показника зв'язку, порівняння двох середніх. Використали програмні середовища MS Excel 2010 і Statistica 12.6 (StatSoft Inc.). Для перевірки гіпотези нормального розподілу використали моменти вищого порядку (асиметрія та ексцес).

Результати

З-поміж 50 обстежених хворих із повторними ревізіями ТЕП КС септична нестабільність колінного суглоба діагностована в 28 (56,0 %) випадках, асептична – в 22 (44,0 %) хворих.

Розподіл хворих залежно від типу ППІ наведено на рис. 1. Найбільше пацієнтів з першим (46,4 %) і другим

(39,3 %) типами ППІ; третій тип ППІ виявили лише в 14,3 % випадків; осіб із четвертим типом не було.

Збудник ППІ верифіковано в 26 (92,9 %) випадках. Результати мікробіологічного дослідження інтраопераційного матеріалу пацієнтів із ППІ наведено на рис. 2. Встановили, що в 57,1 % випадків збудниками були грампозитивні мікроорганізми, зокрема *Staphylococcus aureus*, грамнегативну мікрофлору виявили 35,7 % пацієнтів. Терміни виникнення інфекційних ускладнень – від 2 тижнів до 3,5 року після повторного ТЕП КС.

Вивчили також ускладнення, що виникали протягом перших тижнів після ревізіоних операцій у хворих із нестабільними компонентами ревізіонного ендопротеза (рис. 3). Отже, такі післяопераційні ускладнення як гематоми, синовіти становили майже 70 %; залежність достовірна – $Z = 7,25$, $p < 0,01$.

У хворих з асептичним розхитуванням ревізіонного протеза ранні ускладнення виявили у 60 % випадків, вони істотно погіршили результати ревізіонного протезування колінного суглоба. Після ранніх ускладнень значно частіше визначали тугоухомість у ревізіонному протезованому суглобі. Крім того, на результат ревізії вплинули оперативні втручання до ендопротезування ($t = 1,53$ і вище, $p < 0,05$), ранні ускладнення, як-от гематоми, синовіти ($t = 1,49$ і вище, $p < 0,05$), супутні захворювання колінного суглоба в анамнезі ($\chi^2 = 4,55$, $n = 2$, $p < 0,05$), пошкодження зв'язкового апарату ($\chi^2 = 7,55$, $n = 2$, $p < 0,05$), судин і нервів під час ендопротезування ($\chi^2 = 6,55$, $n = 2$, $p < 0,05$).

Визначили також пізні чинники, що призводять до виникнення асептичних ускладнень ревізіонного ТЕП КС. З-поміж них найбільше ускладнень, пов'язаних власне з оперативним втручанням (81,8 % від загальної кількості). Розподіл факторів, що спричиняють ускладнення та

3

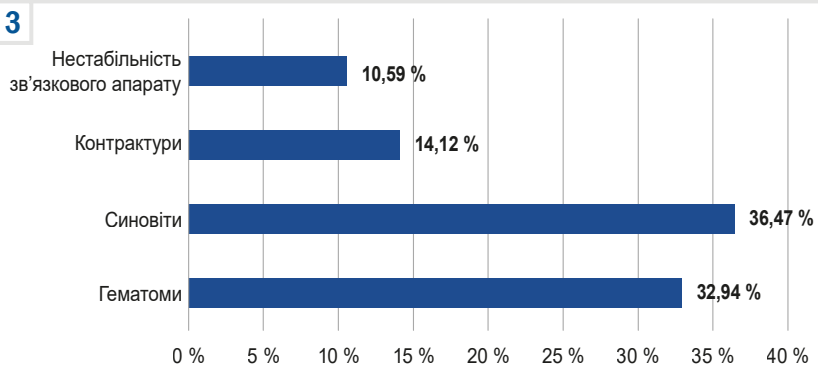


Рис. 3. Розподіл хворих із нестабільними компонентами протеза залежно від виявлених раних післяопераційних ускладнень.

4

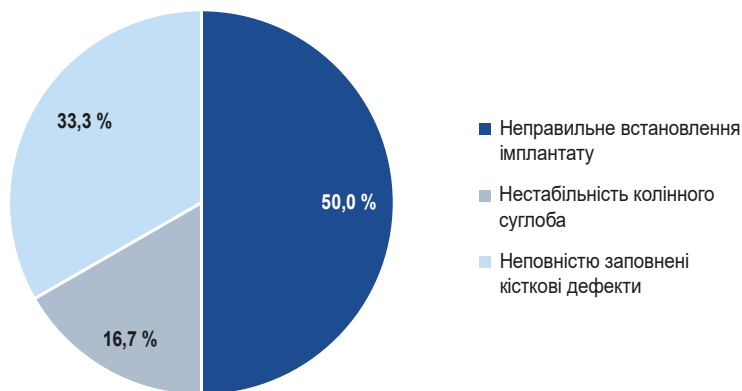


Рис. 4. Чинники, пов'язані з власне оперативним втручанням, що призводять до асептичних ускладнень після ревізійного ТЕП КС.

5

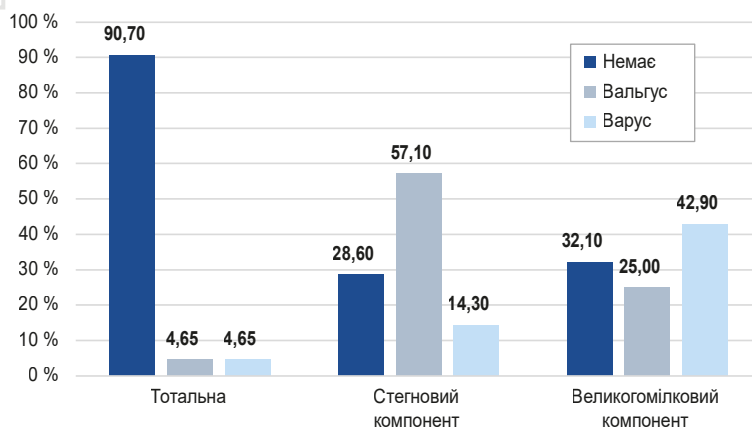


Рис. 5. Розподіл випадків нестабільності за типом залишкової деформації кінцівки.

пов'язані з власне оперативним втручанням, наведено на рис. 4.

Зауважимо, що більшість (50 %) чинників, що пов'язані з власне оперативним втручанням, становили помилки під час встановлення компонентів ендопротеза (варусне або вальгусне положення). У 6 (33,3 %) пацієнтів виявлено складні кісткові дефекти 3–4 типів за AORI [12]. Цим хворим кісткові дефекти заміщені не в повному обсязі, і це спричинило порушення біомеханічних характеристик системи «протез – кістка» та розвиток повторної асептичної нестабільності компонентів ендопротеза. У 16,7 % пацієнтів під час ревізійного оперативного втручання не вдалося досягти ідеального балансингу зв'язкового апарату. Це

підтверджено післяопераційними рентгенограмами прооперованих хворих.

За даними, що наведені на рис. 5, випадки нестабільності за типом залишкової деформації мали таку структуру: якщо не було деформації, нестабільність виникла в 61,2 % випадків; з вальгусною деформацією – 20,0 %; з варусною – 18,8 %. Серед усіх випадків нестабільності ендопротезів колінних суглобів достовірно домінувала група без залишкової деформації ($t = 5,98$ і вище, $p < 0,05$). У групі з тотальною нестабільністю компонентів також з високою достовірністю домінували випадки без залишкової деформації – 90,7 % ($t = 15,54$ і вище, $p < 0,05$). У разі ізольованої нестабільності стегового компонента (СК) встановлено достовірне

6

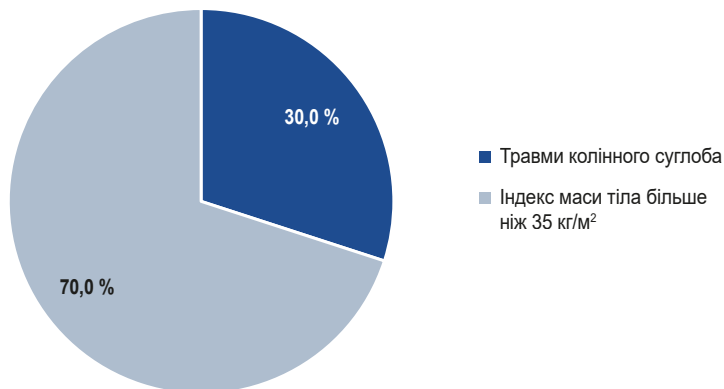


Рис. 6. Чинники, пов'язані з самим пацієнтом, що призводять до асептичних ускладнень після ревізійного ТЕП КС.

7

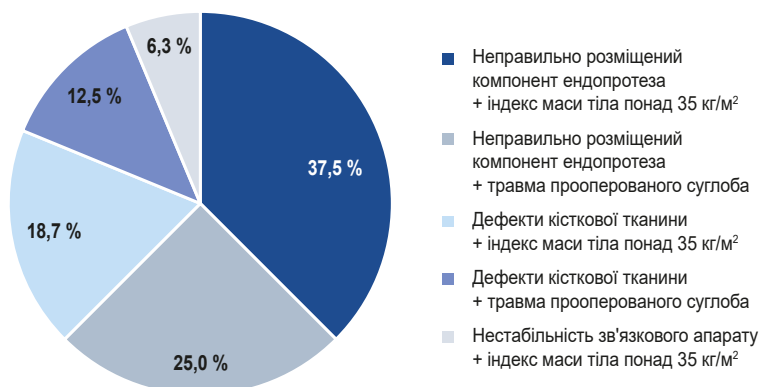


Рис. 7. Поєднання чинників, пов'язаних із пацієнтом та оперативним втручанням, що спричинили асептичні ускладнення після ревізійного ТЕП КС.

домінування вальгусної деформації – 57,1 % випадків ($t = 1,53$ і вище, $p < 0,05$). При ізольованій нестабільності великогомілкового компонента (ВК) встановлено вірогідне домінування варусної деформації – 12 (57,1 %) випадків ($t = 1,41$ і вище, $p < 0,05$). Крім того, виявили достовірну кореляцію за χ^2 між нестабільністю та залишковою деформацією ($\chi^2 = 4,55$, $n = 2$, $p < 0,05$). Отже, порушення осі кінцівки, а саме залишкова деформація (варусна чи вальгусна) достовірно впливає на результат ревізійного ендопротезування. Зауважимо, що вальгусна деформація є причиною розхитування стегнового компонента, а варусна – великогомілкового.

Ускладнення, пов'язані з пацієнтом, становили 45,4 % випадків від загальної кількості. Розподіл чинників, що призводять до виникнення ускладнень, пов'язаних із пацієнтом, наведено на рис. 6. У результаті аналізу даних виявили, що серед чинників, пов'язаних із пацієнтом, переважав (70,0 % випадків) індекс маси тіла понад 35 кг/м² (за рекомендаціями ВООЗ, це відповідає II та більше стадії ожиріння). У 3 (30,0 %) пацієнтів у післяопераційному періоді були травми колінного суглоба.

Поєднання наведених чинників становило 72,7 % (16 випадків) від загальної кількості ускладнень після виконання ревізійного ТЕП КС. Розподіл поєднання чинників наведено на рис. 7. У результаті аналізу даних встановили, що 37,5 % випадків ускладнень, пов'язаних із пацієнтом та оперативним втручанням, спричинені високим індексом маси тіла (понад 35 кг/м²) і неправильним розміщенням компонента ендопротеза. Крім того, 4 (25,0 %) випадки зумовлені травмою колінного

суглоба в післяопераційному періоді та неправильним розміщенням компонента ендопротеза; 18,7 % – неповним заповненням кісткових дефектів та індексом маси тіла більше ніж 35 кг/м²; 2 (12,5 %) випадки – неповним заповненням кісткових дефектів і травмою колінного суглоба; 6,3 % – нестабільністю зв'язкового апарату й індексом маси тіла більше ніж 35 кг/м².

Для визначення передопераційного планування (великі кісткові дефекти, вибір ревізійного імплантату) використовували 3D-сканування та розробку імітаційних моделей. Ця методика застосована у 30 % (15 випадків).

У разі септичної нестабільності ТЕП КС виконали двоетапне ревізійне ендопротезування зі встановленням спейсера, насиченого чутливим антибіотиком, на строк 3–6 місяців і ревізійним ендопротезуванням після ретельної перевірки серологічних і мікробіологічних даних [18].

Обговорення

За післяопераційними рентгенограмами визначили якість цементування ревізійного ендопротеза. Виміряли площу контакту цементної мантії та кістки стегна, гомілки у відсотках. Визначили пряму залежність результату ревізійного ендопротезування та відсотка контакту кістки з цементною мантією (88,8 % – 90 % – 100 %). Залежність достовірна з $Z = 7,25$, $p < 0,01$.

Дослідили також вплив розмірів резорбції кістки різної локалізації на результати ревізійного ендопротезування.

Таблиця 1. Вплив розмірів дефектів стегнової та великогомілкової кістки на результати ревізійного ендопротезування колінного суглоба

Види дефектів за AORI	Обстежені компоненти, n	Середній об'єм дефектів кісткової тканини, см ³	Середній бал ендопротеза	
			До ревізії	Після ревізії
F1	11	17,20 ± 0,51	2,10 ± 0,29	2,80 ± 0,51
F2	20	34,80 ± 0,71	1,80 ± 0,41	2,70 ± 0,21
F3	12	70,30 ± 0,10	1,20 ± 0,29	2,10 ± 0,33
T-1	23	16,90 ± 0,21	1,90 ± 0,18	2,70 ± 0,24
T-2	12	32,40 ± 0,42	1,70 ± 0,31	2,80 ± 0,26
T-3	8	75,90 ± 0,28	1,10 ± 0,40	2,20 ± 0,36
Загалом	80	–	–	–

n: кількість обстежених колінних суглобів.

Таблиця 2. Вплив ушкоджень зв'язкового апарату колінного суглоба на результати ревізійного протезування, бали

Пошкодження зв'язкового апарату	Кількість хворих, n (%)	Оцінка стану протезованого суглоба до ревізійного протезування, середній бал	Оцінка стану протезованого суглоба після ревізійного протезування, середній бал
Без ушкоджень зв'язкового апарату	22 (51)	1,80 ± 0,36	2,80 ± 0,16
Бокової латеральної зв'язки	8 (20)	1,40 ± 0,60	2,40 ± 0,30
Бокової медіальної зв'язки	7 (14)	1,60 ± 0,48	2,40 ± 0,68
Розгинального апарату	13 (15)	1,50 ± 0,18	2,40 ± 0,68

Об'єм дефекту кістки обрахували за формулою:

$$V = \frac{\pi (D^2 - d^2)}{4} h, \quad (1)$$

де D – діаметр кістки на рівні дефекту, см;

d – ширина кістково-мозкового каналу стегнової кістки, см;

h – висота дефекту, см.

Для визначення об'єму кісток використали формулу $V = m / \rho$. Підставивши значення маси, яка для здорової стегнової кістки становить 400 г, для гомілкової – 300 г, та густину – 1500 кг/м³ (1,5 г/см³), одержали $V_{\text{стегн.}} = 266,6 \text{ см}^3$; $V_{\text{гомилк.}} = 200 \text{ см}^3$. Надалі обрахували об'єм дефекту та масу. Встановили, що об'єм дефекту I типу становить 17,1 см³, або 25,65 г. У відсотковому співвідношенні дефект I типу для стегнової кістки дорівнює 6,41 %, для гомілкової – 8,55 %. Об'єм дефекту II типу становить 34,35 см³, або 51,52 г. У відсотковому співвідношенні дефект II типу для стегнової кістки дорівнює 12,88 %, для гомілкової – 17,17 %. Об'єм дефекту III типу становить 70,75 см³, або 106,125 г. У відсотковому співвідношенні дефект III типу для стегнової кістки дорівнює 26,53 %.

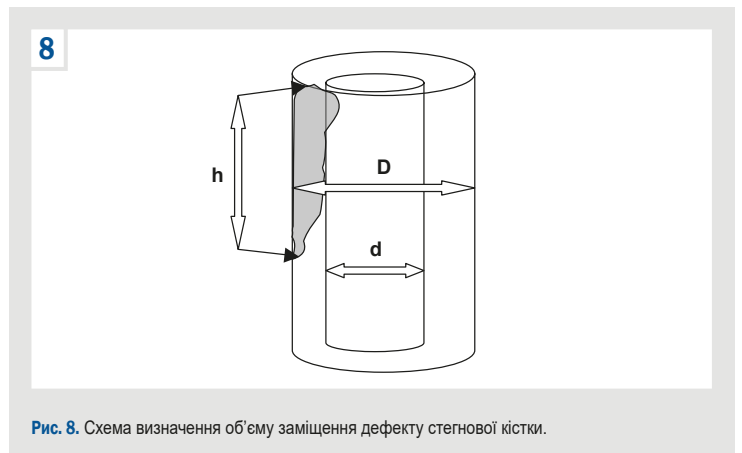
Дефект III типу для гомілки математично можна описати як параболоїд, що формує та задає форму, здійснену обертанням навколо осі ординат (OX), з визначеними обмеженнями лініями $y^2 = 4x$; $y = 0$; $x = 3,4$. Використали граничний інтеграл з межами $a = 0$; $b = 3,4$ за формулою:

$$v = \pi \int_0^{3,4} 4x \, dx = 2\pi x^2 \Big|_0^{3,4} = 23,12\pi = 72,59 \text{ см}^3.$$

Об'єм дефекту III типу становить 72,59 см³, або 108,88 г. У відсотковому співвідношенні дефект III типу для гомілкової кістки дорівнює 36,29 %.

У таблиці 1 наведено вплив втрати кісткової тканини на результати ревізійного ендопротезування.

Отже, визначили залежність результату ревізійного ендопротезування від типу та розміру дефектів. Кореляційна залежність сильна (за Пірсоном $\chi^2 = 7,27$ при

**Рис. 8.** Схема визначення об'єму заміщення дефекту стегнової кістки.

$n = 1$, $p < 0,01$), і збільшенням втрати кісткової тканини значно погіршувалась оцінка в балах (1,2 та 1,3 бала). Після ревізії у цих хворих функціональний результат залишався задовільним (стегно – $t = 4,88$, $p < 0,05$; гомілка – $t = 3,58$, $p < 0,05$), у хворих із невеликими дефектами функціональний результат істотно покращився. Різниця за оцінкою в балах також вірогідна при дефектах усіх типів ($t = 7$, $p < 0,01$). Критичним для порушення функції є розмір дефекту 20 см.

Крім того, вивчили вплив пошкодження зв'язкового апарату колінного суглоба на результати ревізійних операцій (табл. 2).

Встановили, що дані щодо пошкодження зв'язкового апарату аналогічні таким при дефектах кістки. Виявлена пряма залежність втрати функції суглоба від ушкоджень зв'язкового апарату ($t = 5,329$ та нижче, $p < 0,05$). Визначили також, що у хворих без ушкоджень зв'язкового апарату одержали кращі результати ревізійного ендопротезування колінного суглоба. Сильна кореляційна залежність виявлена між пошкодженнями зв'язкового апарату та погіршенням оцінки в балах і до ревізійного протезування, і після нього ($\chi^2 = 8,6$ при $n = 3$, $p < 0,1$). Отже, відновлення зв'язкового апарату колінного суглоба під час ревізійного ендопротезування

Таблиця 3. Розподіл пацієнтів на групи за результатами оцінювання стану колінного суглоба

Термін обстеження	Оцінка стану колінного суглоба (бали)							
	Хороша (36–27 балів)		Задовільна (26–16)		Незадовільна (≥ 15)		Загалом	
	n	%	n	%	n	%	n	%
До оперативного втручання	–	–	14	28,0	36	72,0**	50	100,0
Після оперативного втручання	48	96,0*	2	4,0	–	–	50	100,0
Через 3 роки після оперативного втручання	45	90,0*	5	10,0	–	–	50	100,0

*: відмінності статистично вірогідні ($p \leq 0,01$) порівняно з показниками групи хворих до оперативного втручання з хорошою оцінкою стану колінного суглоба; **: відмінності статистично достовірні ($p \leq 0,01$) порівняно з показниками групи хворих через 3 роки після оперативного втручання із незадовільною оцінкою стану колінного суглоба.

необхідне незалежно від ревізійного ендопротеза, що використали.

Функціональний стан колінного суглоба оцінили в строк 3 роки після повторного оперативного втручання. Результати наведено в таблиці 3.

Проаналізувавши результати, що одержали, зауважимо: впровадження нових технологій, ретельна передопераційна підготовка хворих дала змогу досягти статистично достовірних ($p \leq 0,01$) хороших результатів лікування у 96 % хворих після повторного ревізійного втручання. Ці результати (90 % випадків) фактично зберігаються і через три роки спостереження [19,20,21].

Висновки

1. Аналіз невдач ревізійних ендопротезувань колінного суглоба показав переважання септичних ускладнень (56,0 % випадків).

2. У разі септичного ускладнення ревізійного ендопротезування переважали ураження *Staphylococcus aureus* (57,1 %), в інших випадках збудником були грамнегативні мікроорганізми.

3. До факторів, які призводять до асептичних ускладнень, належать ті, що пов'язані з хірургічним втручанням (81,8 %), пацієнтом (45,4 %), а також їх поєднання (72,7 %).

4. Як достовірні причини розхитування стегнового ревізійного компонента визначили залишкову вальгусну деформацію ($t = 1,53$ і вище, $p < 0,05$) та медіальну нестабільність у фронтальній площині ($t = 1,52$ і вище, $p < 0,05$). Як вірогідні причини розхитування великогомілкового компонента класифіковано залишкову варусну деформацію ($t = 1,41$ і вище, $p < 0,05$) та латеральну нестабільність у фронтальній площині ($t = 2,58$ і вище, $p < 0,05$).

5. Нестабільність зв'язкового апарату ревізійного ендопротеза залежала від попередніх оперативних втручань ($\chi^2 = 2,55$, $n = 2$, $p < 0,05$), неадекватного балансування зв'язкового апарату ($\chi^2 = 2,3$, $n = 2$, $p < 0,05$) й помилкового вибору конструкції ендопротеза ($\chi^2 = 3,55$, $n = 3$, $p < 0,05$).

6. Причини виникнення тугорухомості в ревізійному протезованому суглобі: оперативні втручання до ендопротезування ($t = 1,53$ і вище, $p < 0,05$), ранні ускладнення, зокрема гематоми, синовіти ($t = 1,49$ і вище, $p < 0,05$), супутні захворювання в анамнезі ($\chi^2 = 4,55$, $n = 2$, $p < 0,05$), пошкодження зв'язкового апарату ($\chi^2 = 7,55$, $n = 2$, $p < 0,05$), судин, нервів під час ендопротезування ($\chi^2 = 6,55$, $n = 2$, $p < 0,05$), залишкові деформації осі кінцівок ($\chi^2 = 4,55$, $n = 2$, $p < 0,05$).

Конфлікт інтересів: відсутній.

Conflicts of interest: authors have no conflict of interest to declare.

Надійшла до редакції / Received: 08.02.2024

Після доопрацювання / Revised: 30.05.2024

Схвалено до друку / Accepted: 05.06.2024

Відомості про авторів:

Гайко Г. В., д-р мед. наук, професор, керівник відділу травматології та ортопедії дорослих, ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», м. Київ; академік НАМН України. ORCID ID: 0000-0002-5168-6431

Підгаєцький В. М., канд. мед. наук, старший науковий співробітник відділу травматології та ортопедії дорослих, ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», м. Київ.

ORCID ID: 0000-0001-7304-9145

Сулима О. М., канд. мед. наук, старший науковий співробітник відділу травматології та ортопедії дорослих, ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», м. Київ.

ORCID ID: 0000-0002-1314-8915

Чорний В. М., д-р мед. наук, професор каф. травматології та ортопедії, Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, Україна.

ORCID ID: 0000-0002-8273-9276

Information about the authors:

Haiko H. V., MD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Traumatology and Orthopedics of Adults, State Institution "Institute of Traumatology and Orthopedics of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kyiv, Academician of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine. Pidhaietskyi V. M., MD, PhD, Senior Researcher of the Department of Traumatology and Orthopedics of Adults, State Institution "Institute of Traumatology and Orthopedics of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kyiv. Sulyma O. M., MD, PhD, Senior Researcher of the Department of Traumatology and Orthopedics of Adults, State Institution "Institute of Traumatology and Orthopedics of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kyiv. Chornyi V. M., MD, PhD, DSc, Professor of the Department of Traumatology and Orthopedics, Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Ukraine.

References

- Wyles CC, Tibbo ME, Yuan BJ, Trousdale RT, Berry DJ, Abdel MP. Long-Term Results of Total Knee Arthroplasty with Contemporary Distal Femoral Replacement. *J Bone Joint Surg Am.* 2020;102(1):45-51. doi: 10.2106/JBJS.19.00489
- Wang KY, LaVelle MJ, Gazgalis A, Bender JM, Geller JA, Neuwirth AL, et al. Bilateral Total Knee Arthroplasty: Current Concepts Review. *JBJS Rev.* 2023;11(1). doi: 10.2106/JBJS.RVV.22.00194
- Zeng W, Yu Z, Wang S, Chen A, Zeng Y, Yang Q, et al. Long-term results of synovectomy in total knee arthroplasty: a prospective, randomized controlled trial. *Chin Med J (Engl).* 2023;136(1):73-81. doi: 10.1097/CM9.0000000000002205
- González-Sáenz-de-Tejada M, Quintana JM, Arenaza JC, Azcarate-Garitano JR, Esnaola-Guisasola PM, García-Sánchez I, et al. Long-term health related quality of life in total knee arthroplasty. *BMC Musculoskelet Disord.* 2023;24(1):327. doi: 10.1186/s12891-023-06399-6

5. Carter J, Springer B, Curtin BM. Early complications of revision total knee arthroplasty in morbidly obese patients. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2019;29(5):1101-4. doi: [10.1007/s00590-019-02403-9](https://doi.org/10.1007/s00590-019-02403-9)
6. Mak RW, Chau WW, Chung KY, Chiu KH, Ho KK. The long-term results of total knee arthroplasty in octogenarian. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2021;29(3):23094990211055226. doi: [10.1177/23094990211055226](https://doi.org/10.1177/23094990211055226)
7. Nelson SB, Pinkney JA, Chen AF, Tande AJ. Periprosthetic Joint Infection: Current Clinical Challenges. *Clin Infect Dis.* 2023;77(7):e34-e45. doi: [10.1093/cid/ciad360](https://doi.org/10.1093/cid/ciad360)
8. Wignadasan W, Chang JS, Kayani B, Kontoghiorghe C, Haddad FS. Long-term results of revision total knee arthroplasty using a rotating hinge implant. *Knee.* 2021;28:72-80. doi: [10.1016/j.knee.2020.11.009](https://doi.org/10.1016/j.knee.2020.11.009)
9. Rashed S, Lakhani S, Mann A, Best LM, Shehzad S, Saeed MZ. The impact of the largest national joint registry on current knee replacement longevity estimates: An analysis and review of knee prosthesis brand and fixation technique. *J Arthroplasty.* 2021;36(9):3168-73.e1. doi: [10.1016/j.arth.2021.05.001](https://doi.org/10.1016/j.arth.2021.05.001)
10. Lachiewicz PF, Wellman SS, Peterson JR. Antibiotic Cement Spacers for Infected Total Knee Arthroplasties. *J Am Acad Orthop Surg.* 2020;28(5):180-8. doi: [10.5435/JAAOS-D-19-00332](https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-19-00332)
11. Baek JH, Lee SC, Jin H, Kim JW, Ahn HS, Nam CH. Long-term outcomes of total knee arthroplasty in patients with windswept deformity. *J Orthop Sci.* 2023;28(5):1068-73. doi: [10.1016/j.jos.2022.08.002](https://doi.org/10.1016/j.jos.2022.08.002)
12. Pitsaer E, Chergui S, Lavoie F. Long-term results of a rotationally unconstrained fixed-bearing total knee prosthesis. *Int Orthop.* 2024;48(4):965-70. doi: [10.1007/s00264-024-06097-5](https://doi.org/10.1007/s00264-024-06097-5)
13. Hakim J, Volpin G, Amashah M, Alkeesh F, Khamaisy S, Cohen M, et al. Long-term outcome of total knee arthroplasty in patients with morbid obesity. *Int Orthop.* 2020;44(1):95-104. doi: [10.1007/s00264-019-04378-y](https://doi.org/10.1007/s00264-019-04378-y)
14. Ahmed SS, Begum F, Kayani B, Haddad FS. Risk factors, diagnosis and management of prosthetic joint infection after total hip arthroplasty. *Expert Rev Med Devices.* 2019;16(12):1063-70. doi: [10.1080/17434440.2019.1696673](https://doi.org/10.1080/17434440.2019.1696673)
15. Li K, Cuadra M, Scarola G, Odum S, Otero J, Griffin W, et al. Complications in the treatment of periprosthetic joint infection of the hip: when do they occur? *J Bone Jt Infect.* 2021;6(7):295-303. doi: [10.5194/jbji-6-295-2021](https://doi.org/10.5194/jbji-6-295-2021)
16. Baek JH, Lee SC, Choi K, Ahn HS, Nam CH. Long-term survivorship of total knee arthroplasty with a single-radius, high-flexion posterior stabilized prosthesis. *Knee.* 2021;30:275-82. doi: [10.1016/j.knee.2021.04.017](https://doi.org/10.1016/j.knee.2021.04.017)
17. Chun KC, Baik JS, Kim KR, Chun CH. Long-term Results of Partial Release Versus Nonrelease of the Posterior Cruciate Ligament at Cruciate-Retaining Total Knee Arthroplasty: Minimum 15-Year Follow-up. *Orthopedics.* 2022;45(4):233-8. doi: [10.3928/01477447-20220225-01](https://doi.org/10.3928/01477447-20220225-01)
18. Tao J, Yan Z, Pu B, Chen M, Hu X, Dong H. Comparison of dynamic and static spacers for the treatment of infections following total knee replacement: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Surg Res.* 2022;17(1):348. doi: [10.1186/s13018-022-03238-7](https://doi.org/10.1186/s13018-022-03238-7)
19. Bourdon CE, Broberg JS, McCalden RW, Naudie DD, MacDonald SJ, Lanting BA, et al. Comparison of long-term kinematics and wear of total knee arthroplasty implant designs. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2021;124:104845. doi: [10.1016/j.jmbbm.2021.104845](https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2021.104845)
20. Bakircioglu S, Caglar O, Tokgozoglul AM, Atilla B. The influence of alignment in long-term functional outcome of total knee arthroplasty. *Int Orthop.* 2022;46(9):1985-90. doi: [10.1007/s00264-022-05420-2](https://doi.org/10.1007/s00264-022-05420-2)
21. Monotti IC, Preston CA, Kidd SW. Treatment Outcomes for Periprosthetic Femoral Fractures in Cementless Press-Fit Total Hip Replacement. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 2020;33(5):370-376. doi: [10.1055/s-0040-1709486](https://doi.org/10.1055/s-0040-1709486)