

Сучасні погляди на лікування пацієнтів із пошкодженнями медіального та латерального менісків колінного суглоба (Огляд літератури)

Долгополов О.В.¹, Сіфоров Д.В.¹ ✉

Резюме. Проведено аналіз сучасної літератури з метою визначення тактики оперативного лікування хворих із пошкодженнями менісків колінного суглоба. Визначено, що застосування клітинних технологій при зшиванні пошкодженого меніска дозволяє отримати задовільні результати навіть у пацієнтів із розривами в аваскулярних зонах, незважаючи на те, що "золотим стандартом" оперативного лікування при розривах у "білій" зоні вважається парціальна меніскектомія. Використовуючи ту чи іншу методику зшивання, необхідно враховувати її переваги і недоліки, а також конкретні клінічні та фізичні особливості кожного пацієнта.

Ключові слова: аналіз літературних джерел; пошкодження меніска; шов меніска; колінний суглоб.

Вступ

Пошкодження меніска колінного суглоба є достатньо розповсюдженою патологією: 60-80 випадків на 100 000 осіб із поширеністю 12-14% серед усіх травм колінного суглоба. Частота розривів меніска збільшується при пошкодженні передньої хрестоподібної зв'язки (ПХЗ) і становить 22-86% [1]. У США з 850 000 випадків операцій на рік від 10% до 20% ортопедичних операцій припадають на хірургічні втручання з приводу пошкоджень менісків [1]. Пік випадків травматичних розривів менісків спостерігається у чоловіків 21-30 років і у жінок 11-19 років. Співвідношення чоловіків і жінок у межах 2,5:1 – 4:1. Дегенеративні розриви меніска найчастіше виникають у чоловіків у віці 40-60 років [2]. За результатами дослідження Jagra et al. виявлено, що понад 75% пацієнтів із деформуючим артрозом колінного суглоба мають супутнє пошкодження меніска [3].

Дія осьових сил у поєднанні з ротацією у колінному суглобі призводить до підвищення навантаження на меніск із наступним його ушкодженням. При цьому механізм травми визначає тип розриву. Розриви менісків можуть бути ізольованими, а також поєднуватися з пошкодженням ПХЗ та інших структур колінного суглоба [4].

Анатомія менісків

Меніски колінного суглоба (КС) – внутрішньосуглобові фіброзно-хрящові структури півмісяцевої форми [5, 6]. За структурним складом тканина меніска більше відповідає сухожилку, ніж зв'язці, оскільки містить 69%

міцних колагенових волокон і тільки 12% еластичних [7]. Основне призначення менісків полягає у створенні адаптаційного механізму, що забезпечує амортизацію між суглобовими поверхнями стегнової та великогомілкової кісток: меніски доповнюють свою поверхню площу суглобового хряща, тим самим значно знижуючи локальний тиск на нього в опорних зонах.

Гістотопографічно меніск складається з п'яти шарів (рис. 1): центрального, двох поверхневих (верхнього і нижнього) та двох проміжних. Центральний шар меніска має форму трикутника, основа якого зрощена з капсулою колінного суглоба, а верхівка звернена до центру суглоба та складається з товстих звивистих колагенових волокон, що утворюють пучки різної направленості. Поверхневі шари меніска (верхній і нижній), які контактують із суглобовими поверхнями стегна і великогомілкової кістки, складаються з тонкого шару волокнистої хрящової тканини. У поверхневих шарах пучки колагенових волокон тонкі, мають невелику звивистість і, перетинаючись один з одним, утворюють ніжну колагенову сіточку. По краях менісків верхній і нижній поверхневі шари з'єднуються між собою під гострим кутом. Колагенові структури поверхневих шарів меніска за гістотопографічною будовою подібні до матриксу гіалінового хряща.

Два проміжних шари (між двома поверхневими і глибоким шаром) утворені волокнистих хрящем, але в них пучки колагенових волокон значно товщі, ніж у поверхневих шарах.

Колагенові волокна центрального шару меніска мають переважно радіальний напрямок, а в проміжних шарах колагенові волокна розташовані паралельно уздовж осі півкола.

Кровообіг менісків забезпечується гілками *aa. medial et lateral genicularis* та капсулярними суди-

✉ Сіфоров Д.В., siforov1993@gmail.com

Долгополов О.В., poloff@ua.fm

¹ ДУ "Інститут травматології та ортопедії НАМН України", м. Київ

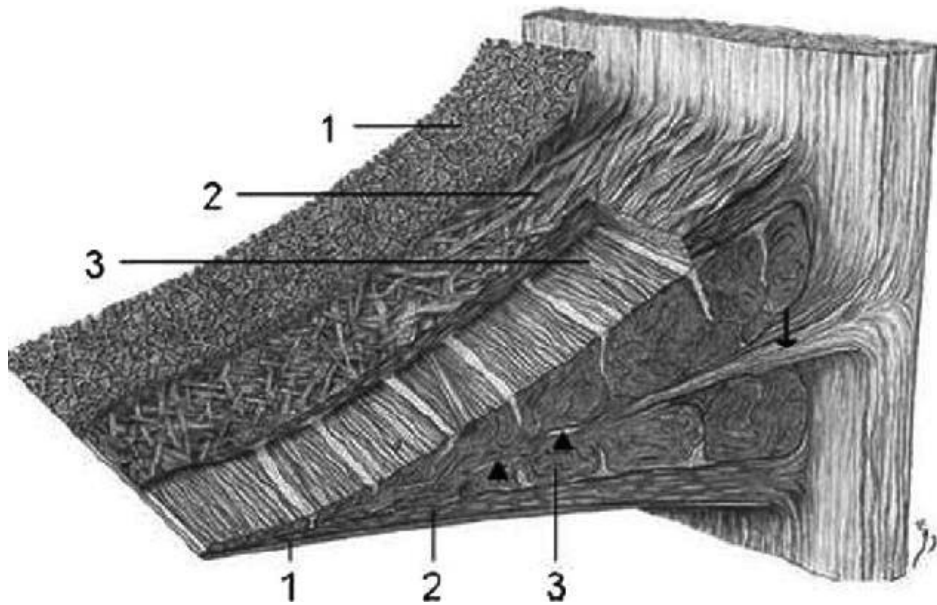


Рис. 1. Схематичне зображення шарів колагенових волокон (Wolf Petersen; Bernhard Tillmann, "Collagenous fibril texture of the human knee joint menisci", Springer-Verlag, 1998)

нами. Згідно з дослідженнями Arnoczky [8], кровопостачання менісків дозволяє виділити три зони: "червону" (з достатнім кровопостачанням), "червоно-білу" (перехідну) і "білу" (аваскулярну) зону, яка не має власного кровопостачання і живиться за рахунок дифузії синовіальної рідини. Соорер [9] описав ці зони, розділивши меніск на 3 радіальні відділи (зони А, В і С для медіального меніска та D, E, F – для латерального) та 4 округлі відділи в орієнтації від периферії до центру (рис. 2).

Особливо "червона" і, меншою мірою, "червоно-біла" зона демонструють достатній регенеративний потенціал із хорошими передумовами для успішного зшивання меніска (Arnoczky, 1999).

Сучасні дані свідчать про хороші та відмінні довгострокові функціональні результати після зшивання ушкоджених менісків. Таким чином, є прямий взаємозв'язок між відновленням цілісності меніска та профілактикою раннього прогресування деформуючого артрозу колінних суглобів. Однак невірне передопераційне планування та вибір тактики лікування пошкоджень меніска підвищують ризик повторного оперативного лікування [10].

Після зшивання меніска у червоній зоні позитивні результати спостерігаються більш ніж у 80% випадків, що досягається за рахунок ендогенного регенераторного потенціалу цієї зони [11, 12]. Позитивні резуль-

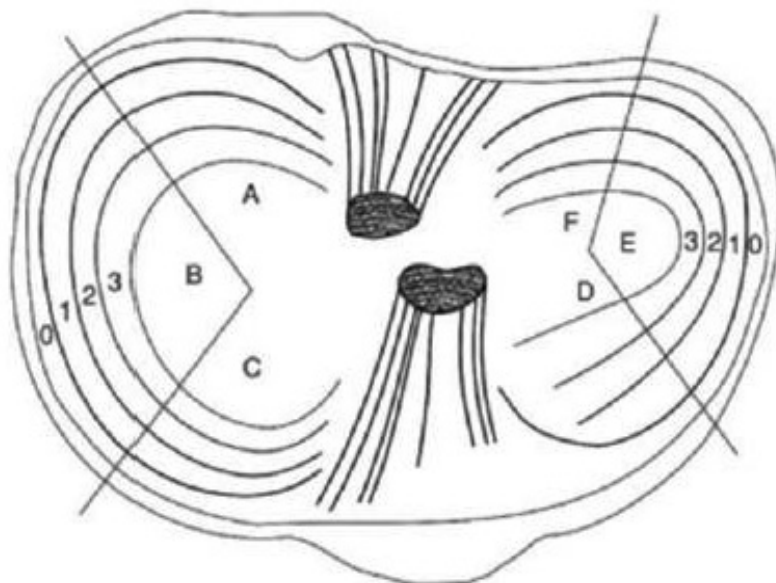


Рис. 2. Зональна класифікація Cooper (D.E. Cooper, S.P. Arnoczky, R.F. Warren, "Meniscal repair", Clin Sports Med, Jul 1991)

тати під час відновлення меніска у “червоно-білій” зоні коливаються в межах 71-84% через особливості кровопостачання [13]. Найбільш дискусійним залишається питання про відновлення менісків при поздовжніх розривах у “білій” зоні. “Золотим стандартом” при такому типі розривів є парціальна менісектомія, яка демонструє позитивні короткострокові результати зі значно меншим реабілітаційним періодом у порівнянні з реконструктивними операціями. Однак, згідно з результатами дослідження М. Baratz et al. [14], після парціальної менісектомії площа феморо-тібіального контакту зменшується на 10%, а піковий місцевий контактний тиск збільшується на 65% у порівнянні з інтактним колінним суглобом. Після тотальної менісектомії площа контакту зменшується приблизно на 75%, а величина пікового місцевого контактного тиску збільшується на 235% у порівнянні з неушкодженим колінним суглобом [14]. В експерименті Paletta et al. [15] дослідили біомеханічні зміни на трупному матеріалі після повного видалення латерального меніска і повідомили про зменшення загальної площі контакту на 50%, що призвело до збільшення пікового локального контактного тиску на суглобовий хрящ до 235-335%.

Діагностика

“Золотим стандартом” діагностики пошкоджень м'якотканинних структур колінного суглоба є магнітно-резонансна томографія (МРТ) із роздільною здатністю не менше 1,5 Тесла. Точність методу МРТ у діагностиці розривів меніска складає приблизно 90-95%. Нормальним МР-сигналом меніска вважається однорідний темний (гіпоінтенсивний) в режимі T2-T2W, а будь-яке інтраструктурне підвищення сигналу вважається патологічним і оцінюється за класифікацією Stoller [16] (рис. 3). Достовірною ознакою пошкодження меніска є фіксація сигналу підвищеної інтенсивності двічі поспіль, тобто на двох сусідніх зрізах, які охоплюють усю поверхню меніска.

МРТ-класифікація пошкоджень менісків

0 ступінь (норма), меніск без особливостей.

I ступінь – кулясте підвищення інтенсивності сигналу, не пов'язане з поверхнею меніска.

II ступінь – лінійне підвищення інтенсивності сигналу, не пов'язане з поверхнею меніска.

III ступінь (розрив) – підвищення інтенсивності сигналу, що виходить на суглобову поверхню. Виділяють IIIa ступінь, коли сигнал виходить на одну суглобову поверхню, та IIIb ступінь, коли розрив поширюється на обидві суглобові поверхні.

Ще один показник, який слід оцінювати за даними МРТ, – це наявність екструзії меніска, причиною якої є значне руйнування основних волокон кільцевого пучка колагену в меніска. Розриви, що призводять до екструзії, включають розриви заднього рогу / кореня меніска, радіальні розриви розміром понад 50% ширини меніска і великі складні розриви (більше однієї площини розщеплення через меніск) [17, 18].

У своєму дослідженні N. Muzaffar et al. [19] продемонстрували взаємозв'язок між МРТ-ознакою у вигляді екструзії меніска та артроскопічною картиною пацієнтів, що включені у дослідження. У пацієнтів з екструзією 2-3 мм у 47 випадках були розриви заднього рогу медіального меніска, в 18 випадках спостерігались розриви тіла медіального меніска, у 13 – розриви латерального меніска і два випадки розриву кореня медіального меніска.

Оцінка екструзії меніска за даними МРТ у фронтальній проекції проводилась шляхом вимірювання абсолютної екструзії та відсотка відносної екструзії. **Абсолютна екструзія** визначається як відстань між двома лініями, проведеними перпендикулярно до суглобової поверхні: одна по зовнішньому краю медіального тібіального плато, друга по зовнішньому краю меніска. **Приклад вимірювання екструзії.** Відносний

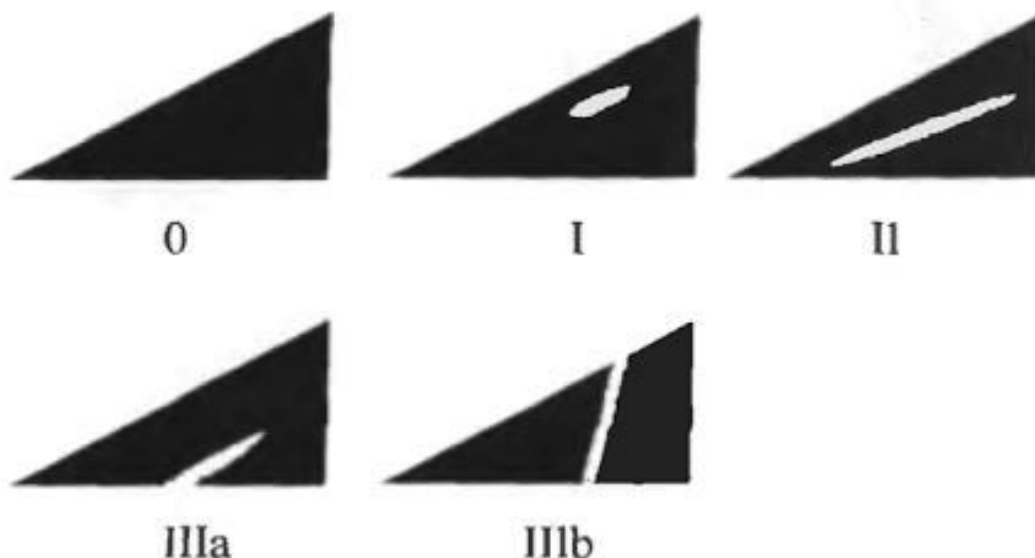


Рис. 3. Схема МРТ-сигналу при пошкодженні меніска за класифікацією Stoller

відсоток екструзії визначають як ширину витісненого меніска, розділену на ширину всього меніска (%): $a/b \cdot 100$, де a – абсолютна екструзія (мм) і b – ширина всього меніска (мм) (рис. 4).

Показання для реконструктивних операцій на менісках

1. Поздовжні розриви у “червоній” / “червоно-білій” зонах. Вертикальні поздовжні розриви найбільше за інші типи розривів підлягають зшиванню. Вони часто бувають повношаровими і можуть бути нестабільними (пошкодження за типом “ручка лійки”). Зазвичай вони виникають при травмах і пов’язані з розривами ПХЗ. Такі розриви часто бувають великими, і резекція пошкодженої частини прирівнюється до субтотальної резекції. Травматичні пошкодження менісків потребують ретельної оцінки на предмет можливості зшивання [20].

2. Паракапсулярні розриви (пошкодження рампи). Li et al. [21] повідомили про 23 випадки, де відновлення рампи здійснювалось за допомогою зшивальних систем all-inside із середнім періодом спостереження 14 місяців. У їх дослідженні середній бал за шкалою Lysholm зріс із $64,4 \pm 4,5$ до операції до $91,2 \pm 4,6$ після операції.

Лікування пошкоджень рампи виконуються за різними методиками залежно від технічних можливостей та досвіду хірурга.

3. Радіальні розриви. Радіальні розриви прямують у вертикальній площині та спрямовані від центру до пе-

риферії меніска. Досить часто такі розриви локалізуються на межі тіла та заднього рогу. Згідно з дослідженнями, радіальні розриви зустрічаються у чоловіків у віці 11-20 років та у жінок 51-70 років [22, 23]. Як правило, такі розриви виникають внаслідок травми. При радіальних розривах порушується рівномірний розподіл сил при осьових навантаженнях на колінний суглоб. За даними деяких авторів, ці розриви не піддаються зшиванню [24, 25]. Відновлення цілісності менісків при радіальних розривах можливе, якщо вони досягають паракапсулярної частини меніска, яка має достатнє кровопостачання [26].

4. Розриви дискоїдного меніска або його нестабільний тип, при якому латеральний меніск фіксований лише за допомогою меніск-стегнової зв’язки Wrisberg (рис. 5).

Описано різні техніки фіксації пошкодженого дискоїдного меніска. Згідно з даними літератури, жоден із них не показав відмінних результатів, тому рішення в основному ґрунтується на локалізації розриву, вартості, доступності та вподобаннях хірурга. При розривах або прикапсулярних відшаруваннях, обмежених передньою частиною меніска, найбільш часто використовується техніка зшивання outside-in [27]. У разі пошкоджень, розташованих у тілі або задньому розі, метод накладення швів inside-out був першим, який був запропонований для артроскопічного відновлення і дотепер вважається “золотим стандартом” [28].

5. Пошкодження кореня меніска. Розриви кореня меніска визначаються як радіальні розриви,



Рис. 4. Розрахунок ступеня екструзії меніска (Monil Karia, corresponding author1 Youssef Ghaly, Nawfal Al-Hadithy, Simon Mordecai, and Chinmay Gupte, “Current concepts in the techniques, indications and outcomes of meniscal repairs”, *Eur J Orthop Surg Traumatol.*, pp. 509-520, 2019)

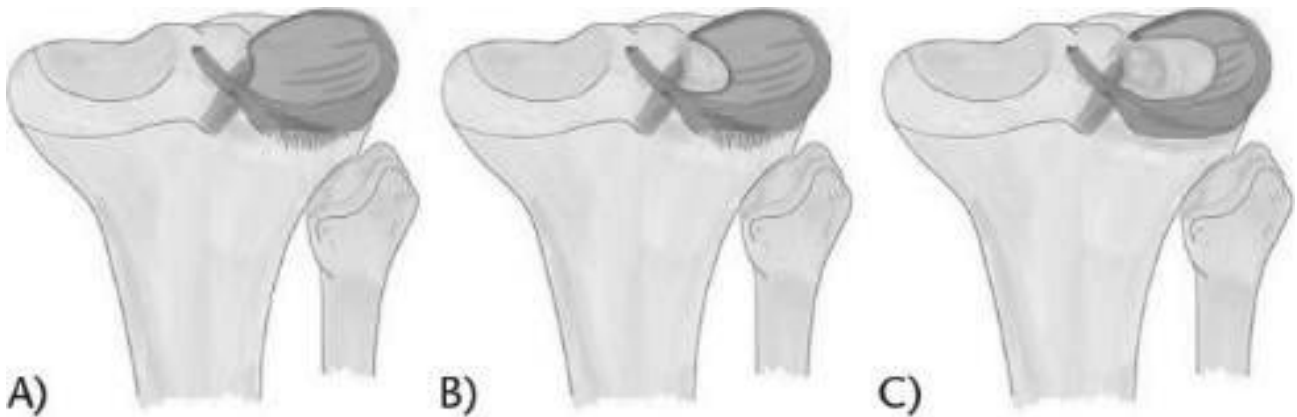


Рис. 5. Класифікація **Watanabe** для дискоїдного латерального меніска (Manuel Saavedra, Matías Sepúlveda, María Jesús Tuca, Estefanía Birrer, “Discoid meniscus: current concepts”, *EFORT Open Reviews*, 2020).
 (А) Тип I, повний тип, при якому меніск займає всю поверхню латерального тібіального плато, механічно стабільний. (В) Тип II, неповний тип, який покриває не більше 80% тібіального плато, стабільний.
 (С) Тип III (тип зв'язки **Wrisberg**), нестабільний тип

що локалізуються в межах 1 см від місця прикріплення меніска. Також можливий варіант із відривом кореня меніска разом із кістковим фрагментом. Цю травму можна біомеханічно порівняти з тотальною менісектомією, оскільки вона призводить до зменшення навантаження на меніскове кільце, зменшує площу тібіо-фemorального контакту та збільшує піковий контактний тиск на суглобовий хрящ в ураже-

ному відділі. Ці зміни призводять до прогресування раннього деформуючого артрозу. Повідомляється, що хірургічне відновлення (рис. 6) при пошкодженні кореня меніска покращує клінічні результати, знижує екструзію меніска й уповільнює початок дегенеративних змін [29].

Однією з проблем при рефіксації кореня меніска є наявність його залишкової екструзії. Chung et al. в 4 дослідженнях [30] повідомили, що екструзія меніска не зменшилася при оцінці 117 пацієнтів, у той час як Feutch et al. [31] виявили частоту збереження екструзії медіального меніска до 56%. Kim et al. виявили зменшення екструзії меніска у 86,7% пацієнтів [32].

Koga et al. [33, 34] описали метод артроскопічної централізації меніска з використанням м'яких якорів для рефіксації латерального меніска з метою відновлення його функції та нормалізації розподілу контактного тиску на суглобову поверхню. В основі операції лежить встановлення в латеральний край тібіального плато м'якого якоря через низький задньолатеральний порт із наступним прошиванням капсули колінного суглоба та її фіксацією до суглобової поверхні великогомілкової кістки (рис. 7).

Техніка артроскопічної централізації дозволяє фіксувати середню частину меніска на краю великогомілкового плато, тим самим зменшуючи екструзію меніска. Повідомляється про задовільні клінічні та рентгенологічні результати цієї процедури при екструзії латерального меніска [33, 34].

6. Горизонтальні розриви, які досягають васкуляризованих зон. Клінічні звіти про зшивання горизонтальних розривів (рис. 7) демонструють гарні результати [35, 36]. У нещодавно проведеному систематичному огляді було проаналізовано 9 незалежних досліджень, в яких повідомлялося про 78% задовільних результатів [37].



Рис. 6. Рефіксація заднього кореня медіального меніска із застосуванням двох транстібальних тунелів (LaPrade CM, LaPrade MD, Turnbull TL, Wijdicks CA, LaPrade RF. Biomechanical evaluation of the transtibial pull-out technique for posterior medial meniscal root repairs using 1 and 2 transtibial bone tunnels. *Am J Sports Med.* 2015;43(4):899-904)



Рис. 7. Демонстрація зшивання горизонтального розриву за допомогою системи all-inside Smith & Nephew

До того ж збагачена тромбоцитами плазма (PRP), фактори росту і застосування фібринового згустку, який розміщують між верхнім та нижнім фрагментом пошкодженого меніска, продемонстрували значний потенціал у прискоренні та покращенні загоєння меніска [38, 39] (рис. 8).

Лікування пошкоджень менісків у “білій” зоні

Техніка обгортання та створення каркасу навколо меніска заснована на методиці, розробленій R.P. Jakob [12], і вперше застосована у 2003 р. Обгортання меніска за допомогою колагенової мемб-

рани створює можливість для проростання клітин всередину матриксу та покращує стабільність швів. Станом на 2010 р. R.P. Jakob прооперував за такою методикою 30 пацієнтів зі складними, дегенеративними або травматичними пошкодженнями менісків у “червоно-білій” та “білій” зонах.

Колагеновий матрикс прошивався та фіксувався до пошкодженої частини меніска методикою inside-out (рис. 9).

Після середнього спостереження протягом 2,5 року (діапазон 1-5 років), у трьох пацієнтів (10%) отримано незадовільні клініко-рентгенологічні результати

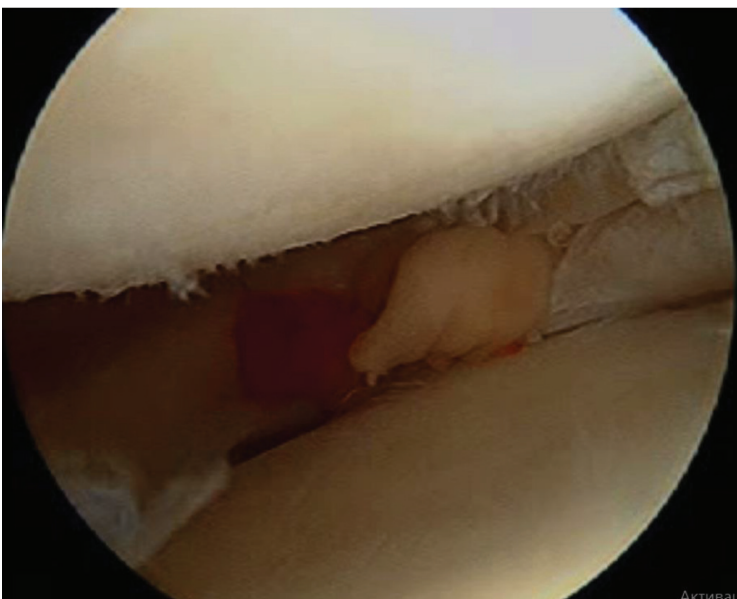


Рис. 8. Закладення фібринового згустку між фрагментами меніска

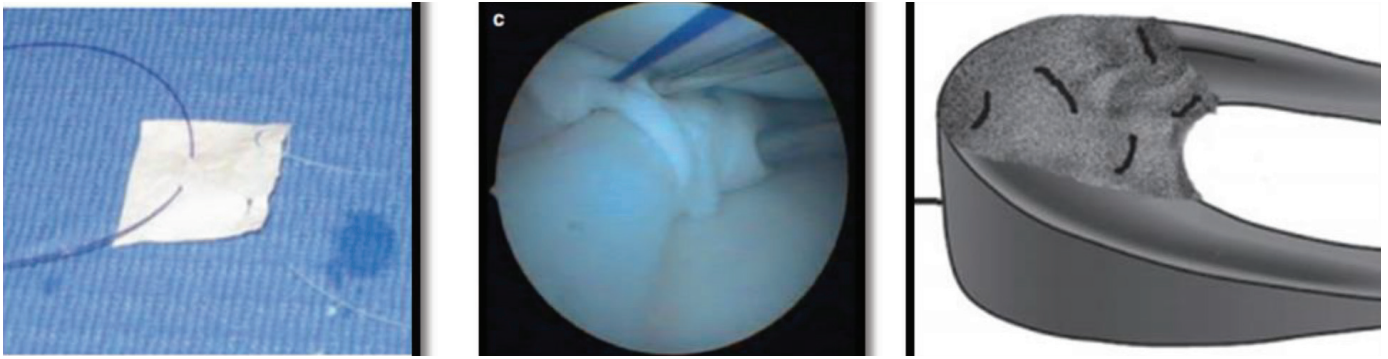


Рис. 9. Етапи створення каркасу із застосуванням колагенової мембрани (B. Lebel, C. Tardieu, B. Locker, C. Hulet (auth.), Philippe Beaufils, René Verdonk (eds.), *The Meniscus*, Springer, 2010)

лікування. У двох із них наступним етапом було виконано парціальну менісектомію, а у третього пацієнта (20-річна жінка з повторним швом із приводу “ручки лійки”) було виконано третю спробу зшивання у поєднанні з розвантажувальною остеотомією, що в кінцевому підсумку призвело до хорошого функціонального результату. У 27 хворих (90%) отримано задовільний результат. Крім того, були відзначені такі післяопераційні ускладнення: артрофіброз (один пацієнт), нейропатія підшкірного нерва (один пацієнт) і повторний розрив ПХЗ (один пацієнт) [12].

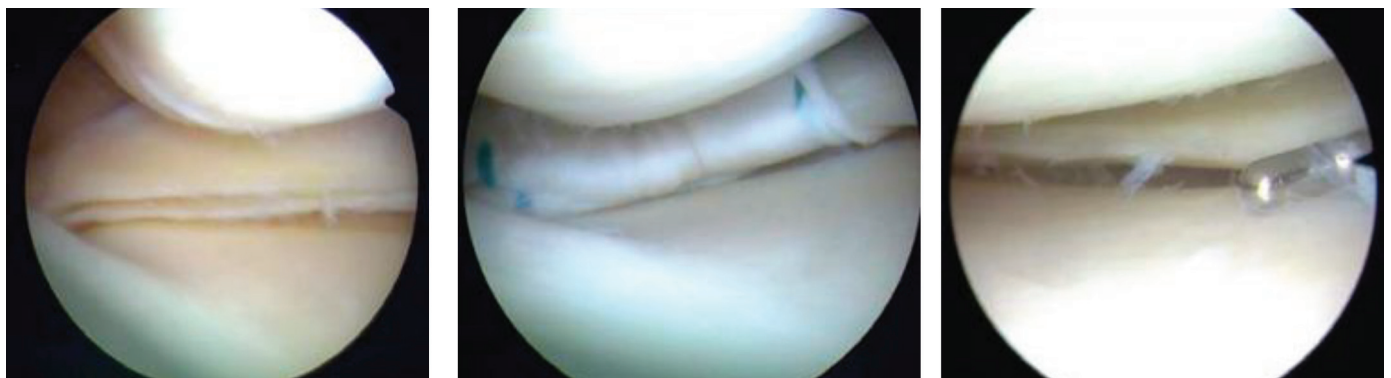
У 2012 р. Tomasz Piontek et al. [40] опублікували свою артроскопічну методику встановлення колагенового матриксу Chondro-Gide® (Geistlich Pharma AG, Wolhusen, Switzerland) із додатковим введенням пунктату кісткового мозку в зону розриву. У цій же публікації автори продемонстрували клінічний випадок лікування горизонтального розриву меніска за вказаною методикою (рис. 10).

У 2020 р. були опубліковані 5-річні результати [41] застосування вищевказаної методики для пацієнтів зі

складними пошкодженнями менісків у “білій” та “червоно-білій” зоні. У дослідженні брали участь 54 пацієнти, з 6 з яких були втрачені контакти на етапах спостереження. У 4 пацієнтів спостерігався виражений больовий синдром та набряк колінного суглоба після імплантації колагенової мембрани, і наступним етапом їм було виконано парціальну менісектомію. Ще 7 пацієнтів відмовились від проведення повторного МРТ-дослідження. Загалом задовільні результати було отримано у 88% пацієнтів. З урахуванням того, що в це дослідження входили пацієнти з пошкодженнями в “білій” та “червоно-білій” зоні, цей результат можна вважати задовільним, оскільки зазвичай пацієнтам із такими пошкодженнями рекомендується парціальна менісектомія.

Методика заміщення масивних дефектів меніска за допомогою фібринового згустку

У 2018 р. Tamiko Kamimura, M.D. та Masashi Kimura, M.D. [42] опублікували дещо нестандартну методику заміщення масивних дегенеративних дефектів латерального меніска. Згідно із методикою, виконувалась резекція

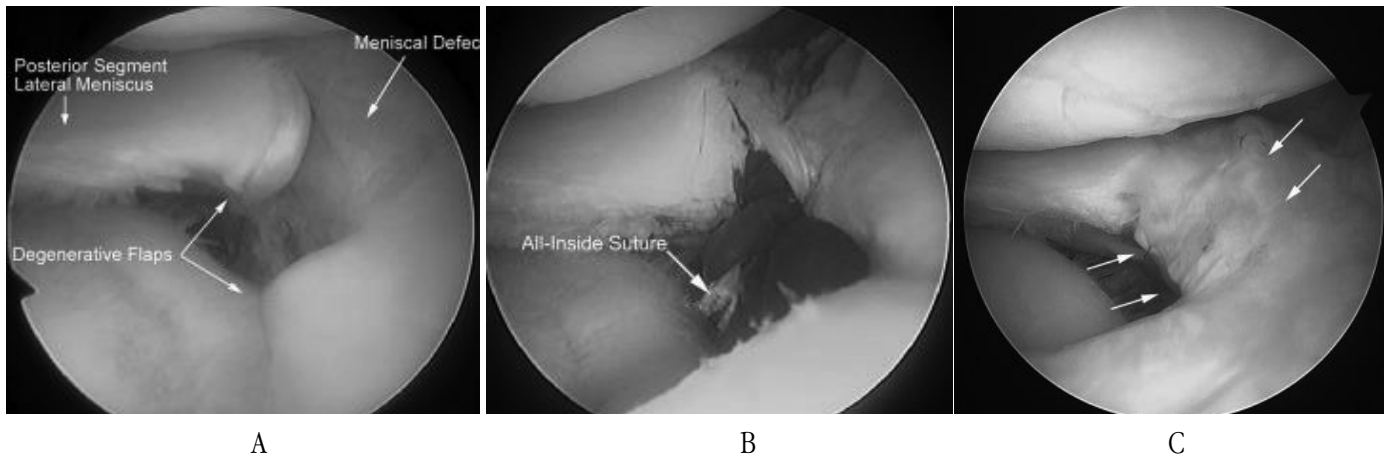


А

В

С

Рис. 10. Артроскопічне встановлення колагенового матриксу Chondro-Gide на горизонтальний розрив. А – перед встановленням матриксу. В – після встановлення матриксу. С – через 3 місяці після первинного оперативного втручання. Повторна артроскопічна ревізія була виконана через артрофіброз, який виник після пластики ПХЗ. (Tomasz Piontek, Kinga Ciemnińska-Gorzela, Andrzej Szulc, Michał Słomczykowski, Roland Jakob, “All-arthroscopic technique of biological meniscal tear therapy with collagen matrix”, *Polish Orthopedics and Traumatology*, pp. 39-45, 2012)



А

В

С

Рис. 11. Операція артроскопічної аутопластики дефекту тіла латерального меніска [42]. А – наявність дефекту тіла латерального меніска, В – імплантація фрагментів меніска, що піддалися резекції, загорнутих у фібриновий згусток, С – результат через 6 місяців (Tamiko Kamimura, M.D., and Masashi Kimura, M.D., “Repair of a Chronic Large Meniscal Defect With”, *Arthroscopy*, Volume 7, Issue 3, pp. E257-E263, Feb 2018)

ушкоджених частин меніска з подальшим обгортанням фрагментів у фібриновий згусток та імплантацією у місце дефекту (рис. 11).

Показаннями для застосування цієї методики є масивні, повношарові дефекти менісків, які виникають у результаті комплексних розривів, дегенеративних та застарілих розривів менісків, які неможливо зшити за стандартними методиками.

Протипоказання:

- 1) наявність значної варусної чи вальгусної деформації колінного суглоба;
- 2) пошкодження кореня меніска;
- 3) субтотальні дефекти менісків.

Хоча необхідні подальші дослідження для встановлення показань для цієї техніки, автори вважають, що використання фібринового згустку для реплантації фрагментів меніска може служити варіантом для відновлення масивних дефектів та хронічних дегенеративних дефектів, які виникають після менісектомії [42]. Збереження менісків залишається важливим питанням у травматології та ортопедії і вимагає подальшого розвитку даного напрямку [43].

Висновки

1. Збереження максимально можливої кількості меніскової тканини є важливим етапом профілактики прогресування раннього деформуючого артрозу, оскільки парціальна резекція хоч і дає задовільні короткострокові результати, проте призводить до біомеханічних змін у розподілі навантаження на суглобовий хрящ в ураженому відділі колінного суглоба.
2. Пошкодження в аваскулярній зоні можна відновити завдяки застосуванню клітинних технологій, про що свідчать публікації віддалених результатів у роботах ряду зарубіжних авторів.

3. Застосування фібринового згустку та залишків меніска, що піддалися резекції, дозволяє виконати аутопластику масивних дефектів та отримати хороший функціональний результат.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів під час підготовки статті.

References

1. Logerstedt DS, Snyder-Mackler L, Ritter RC, Axe MJ, Godges J. Knee pain and mobility impairments: meniscal and articular cartilage lesions. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* [Internet]. June. 2010 [cited 14 April. 2021];40(6):A1-597. Доступно на: <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.0304>.
2. Greis PE, Bardana DD, Holmstrom MC, Burks RT. Meniscal injury: i. basic science and evaluation. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* [Internet]. May. 2012 [cited 14 April. 2021];10(3):168-76. Доступно на: <https://doi.org/10.5435/00124635-200205000-00003>.
3. Jarraya M, Roemer FW, Englund M, Crema MD, Gale HI, Hayashi D, Katz JN, Guermazi A. Meniscus morphology: Does tear type matter? A narrative review with focus on relevance for osteoarthritis research. *Seminars in Arthritis and Rheumatism* [Internet]. Apr. 2017 [cited 14 April. 2021];46(5):552-61. Доступно на: <https://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2016.11.005>.
4. Browner BD. *Skeletal trauma: basic science, management, and reconstruction*. 3-те вид. [місце невідоме]: W.B. Saunders Company; 2002. 2626 с.
5. Kohn D, Moreno B. Meniscus insertion anatomy as a basis for meniscus replacement: a morphological cadaveric study. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* [Internet]. Feb. 1995 [cited 14 April. 2021];11(1):96-103. Доступно на: [https://doi.org/10.1016/0749-8063\(95\)90095-0](https://doi.org/10.1016/0749-8063(95)90095-0)
6. Makris EA, Hadidi P, Athanasiou KA. The knee meniscus: structure–function, pathophysiology, current repair techniques, and prospects for regeneration. *Biomaterials* [Internet]. Oct. 2011 [cited 14 April. 2021];32(30):7411-31. Доступно на: <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2011.06.037>.
7. Евсеев ВИ. *Биомеханика поврежденный коленного сустава: монография*. Москва: РУСАЙНС; 2018. 334 с.

- Yevseev VI. Biomechanics of knee injuries: monografiya. Moskva: RUSAYNS; 2018. 334 s. [in Russian].
8. Arnoczky SP, Warren RF. Microvasculature of the human meniscus. *The American Journal of Sports Medicine* [Internet]. Mar. 1982 [cited 14 April. 2021];10(2):90-5. Доступно на: <https://doi.org/10.1177/036354658201000205>.
 9. Cooper DE, Arnoczky SP, Warren RF. Meniscal repair. *Clinics in Sports Medicine* [Internet]. July. 1991 [cited 14 April. 2021];10(3):529-48. Доступно на: [https://doi.org/10.1016/s0278-5919\(20\)30608-6](https://doi.org/10.1016/s0278-5919(20)30608-6).
 10. Weber J, Koch M, Angele P, Zellner J. The role of meniscal repair for prevention of early onset of osteoarthritis. *Journal of Experimental Orthopaedics* [Internet]. Apr.,1. 2018 [cited 15 April. 2021];5(1). Доступно на: <https://doi.org/10.1186/s40634-018-0122-z>.
 11. Denti M, Pereira H, Hulet C, Peretti G. *Surgery of the meniscus*. [місце невідоме]: Springer; 2018. 606 с.
 12. Beaufils P, Verdonk R. *The meniscus*. [місце невідоме]: Springer; 2011. 424 с.
 13. Barber-Westin SD, Noyes FR. Clinical healing rates of meniscus repairs of tears in the central-third (red-white) zone. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* [Internet]. Jan. 2014 [cited 15 April. 2021];30(1):134-46. Доступно на: <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2013.10.003>.
 14. Baratz ME, Fu FH, Mengato R. Meniscal tears: the effect of meniscectomy and of repair on intraarticular contact areas and stress in the human knee. *The American Journal of Sports Medicine* [Internet]. July. 1986 [cited 14 April. 2021];14(4):270-5. Доступно на: <https://doi.org/10.1177/036354658601400405>.
 15. Paletta GA, Manning T, Snell E, Parker R, Bergfeld J. The effect of allograft meniscal replacement on intraarticular contact area and pressures in the human knee. *The American Journal of Sports Medicine* [Internet]. Sep. 1997 [cited 14 April. 2021];25(5):692-8. Доступно на: <https://doi.org/10.1177/036354659702500519>.
 16. Stoller DW, Martin C, Crues JV, Kaplan L, Mink JH. Meniscal tears: pathologic correlation with MR imaging. *Radiology* [Internet]. June. 1987 [cited 14 April. 2021];163(3):731-5. Доступно на: <https://doi.org/10.1148/radiology.163.3.3575724>.
 17. Costa CR, Morrison WB, Carrino JA. Medial meniscus extrusion on knee mri: is extent associated with severity of degeneration or type of tear? *American Journal of Roentgenology* [Internet]. July. 2004 [cited 14 April. 2021];183(1):17-23. Доступно на: <https://doi.org/10.2214/ajr.183.1.1830017>.
 18. Lerer DB, Umans HR, Hu MX, Jones MH. The role of meniscal root pathology and radial meniscal tear in medial meniscal extrusion. *Skeletal Radiology* [Internet]. Aug. 2004 [cited 15 April. 2021];33(10). Доступно на: <https://doi.org/10.1007/s00256-004-0761-2>.
 19. N M, O K, M A, S A. Meniscal extrusion in the knee: should only 3 mm extrusion be considered significant? An assessment by MRI and arthroscopy. *Malaysian Orthopaedic Journal* [Internet]. July,1. 2015 [cited 14 April. 2021];9(2):17-20. Доступно на: <https://doi.org/10.5704/moj.1507.013>.
 20. Karia M, Ghaly Y, Al-Hadithy N, Mordecai S, Gupte C. Current concepts in the techniques, indications and outcomes of meniscal repairs. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology* [Internet]. Oct. 2018 [cited 14 April. 2021];29(3):509-20. Доступно на: <https://doi.org/10.1007/s00590-018-2317-5>.
 21. Li Wp, Chen Z, Song B, Yang R, Tan W. The fast-fix repair technique for ramp lesion of the medial meniscus. *Knee Surgery & Related Research* [Internet]. Mar. 2015 [cited 15 April. 2021];27(1):56-60. Доступно на: <https://doi.org/10.5792/ksrr.2015.27.1.56>.
 22. Choi CJ, Choi YJ, Song IB, Choi CH. Characteristics of Radial Tears in the Posterior Horn of the Medial Meniscus Compared to Horizontal Tears. *Clinics in Orthopedic Surgery* [Internet]. 2011 [cited 19 April. 2021];3(2):128. Доступно на: <https://doi.org/10.4055/cios.2011.3.2.128>.
 23. Wu J, Zhao B, Cao JG, Chen X, Huang Jm. Risk factors comparison for radial and horizontal tears. *The Journal of Knee Surgery* [Internet]. Feb. 2016 [cited 19 April. 2021];29(08):679-83. Доступно на: <https://doi.org/10.1055/s-0036-1572415>.
 24. Fox MG. MR imaging of the meniscus: review, current trends, and clinical implications. *Magnetic Resonance Imaging Clinics of North America* [Internet]. Jan. 2007 [cited 15 April. 2021];15(1):103-23. Доступно на: <https://doi.org/10.1016/j.mric.2007.02.004>.
 25. Harper KW, Helms CA, Lambert HS, Higgins LD. Radial meniscal tears: significance, incidence, and MR appearance. *American Journal of Roentgenology* [Internet]. Dec. 2005 [cited 16 April. 2021];185(6):1429-34. Доступно на: <https://doi.org/10.2214/ajr.04.1024>.
 26. Snoeker BA, Bakker EW, Kegel CA, Lucas C. Risk factors for meniscal tears: a systematic review including meta-analysis. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* [Internet]. June. 2013 [cited 15 April. 2021];43(6):352-67. Доступно на: <https://doi.org/10.2519/jospt.2013.4295>.
 27. Kocher MS, Logan CA, Kramer DE. Discoid lateral meniscus in children. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* [Internet]. Nov. 2017 [cited 16 April. 2021];25(11):736-43. Доступно на: <https://doi.org/10.5435/jaaos-d-15-00491>.
 28. Laible C, Stein DA, Kiridly DN. Meniscal repair. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* [Internet]. Apr. 2013 [cited 15 April. 2021];21(4):204-13. Доступно на: <https://doi.org/10.5435/jaaos-21-04-204>.
 29. Santiago Pache, MD, Zachary S. Aman, BA, Mitchell Kennedy, BA, Gilberto Y. Nakama, MD, Gilbert Moatshe, MD, Connor Ziegler, MD, and Robert F. LaPrade, PhD, "Meniscal Root Tears: Current Concepts Review", *Arch Bone Jt Surg*, p. 250–259, Jul 2018. PMID: 30175171
 30. Chung KS, Ha JK, Ra HJ, Kim JG. A meta-analysis of clinical and radiographic outcomes of posterior horn medial meniscus root repairs. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* [Internet]. Oct. 2015 [cited 15 April. 2021];24(5):1455-68. Доступно на: <https://doi.org/10.1007/s00167-015-3832-0>.
 31. Feucht MJ, Kühle J, Bode G, Mehl J, Schmal H, Südkamp NP, Niemeyer P. Arthroscopic transtibial pullout repair for posterior medial meniscus root tears: a systematic review of clinical, radiographic, and second-look arthroscopic results. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* [Internet]. Sep. 2015 [cited 16 April. 2021];31(9):1808-16. Доступно на: <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2015.03.022>.
 32. Chung KS, Ha JK, Yeom CH, Ra HJ, Jang HS, Choi SH, Kim JG. Comparison of clinical and radiologic results between partial meniscectomy and refixation of medial meniscus posterior root tears: a minimum 5-year follow-up. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* [Internet]. Oct. 2015 [cited 15 April. 2021];31(10):1941-50. Доступно на: <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2015.03.035>.
 33. Koga H, Muneta T, Yagishita K, Watanabe T, Mochizuki T, Horie M, Nakamura T, Okawa A, Sekiya I. Arthroscopic centralization of an extruded lateral meniscus. *Arthroscopy Techniques* [Internet]. Dec. 2012 [cited 15 April. 2021];1(2):e209-e212. Доступно на: <https://doi.org/10.1016/j.jeats.2012.08.001>.
 34. Koga H, Nakamura T, Nakagawa Y, Ozeki N, Ohara T, Shioda M, Kohno Y, Amemiya M, Sekiya I. Arthroscopic centralization using knotless anchors for extruded medial meniscus. *Arthroscopy Techniques* [Internet]. Mar. 2021 [cited 15 April. 2021];10(3):e639-e645. Доступно на: <https://doi.org/10.1016/j.jeats.2020.10.051>.
 35. Noyes FR, Barber-Westin SD. Arthroscopic repair of meniscal tears extending into the avascular zone in patients younger than

twenty years of age. The American Journal of Sports Medicine [Internet]. July. 2002 [cited 15 April. 2021];30(4):589-600. Доступно на: <https://doi.org/10.1177/03635465020300042001>.

36. Accadbled F, Cassard X, Sales de Gauzy J, Cahuzac JP. Meniscal tears in children and adolescents: results of operative treatment. Journal of Pediatric Orthopaedics B [Internet]. Jan. 2007 [cited 14 April. 2021];16(1):56-60. Доступно на: <https://doi.org/10.1097/bpb.0b013e328010b707>.

37. Kurzweil PR, Lynch NM, Coleman S, Kearney B. Repair of horizontal meniscus tears: a systematic review. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery [Internet]. Nov. 2014 [cited 14 April. 2021];30(11):1513-9. Доступно на: <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2014.05.038>.

38. Ionescu LC, Lee GC, Huang KL, Mauck RL. Growth factor supplementation improves native and engineered meniscus repair in vitro. Acta Biomaterialia [Internet]. Oct. 2012 [cited 15 April. 2021];8(10):3687-94. Доступно на: <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2012.06.005>.

39. Kamimura T, Kimura M. Repair of horizontal meniscal cleavage tears with exogenous fibrin clots. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy [Internet]. Feb. 2011 [cited 15 April. 2021];19(7):1154-7. Доступно на: <https://doi.org/10.1007/s00167-011-1404-5>.

40. Tomasz Piontek, Kinga Ciemnińska-Gorzela, Andrzej Szulc, Michał Słomczykowski, Roland Jakob, "All-arthroscopic technique of biological meniscal tear therapy with collagen matrix", Polish Orthopedics and Traumatology, pp. 39-45, 2012. PMID: 23306285.

41. Ciemnińska-Gorzela K, Bąkowski P, Naczek J, Jakob R, Piontek T. Complex meniscus tears treated with collagen matrix wrapping and bone marrow blood injection: clinical effectiveness and survivorship after a minimum of 5 years' follow-up. Cartilage [Internet]. June. 2020 [cited 15 April. 2021];194760352092476. Доступно на: <https://doi.org/10.1177/1947603520924762>.

42. Kamimura T, Kimura M. Repair of a chronic large meniscal defect with implantation of autogenous meniscal fragments using a tubular-shaped fibrin clot. Arthroscopy Techniques [Internet]. Mar. 2018 [cited 14 April. 2021];7(3):e257-e263. Доступно на: <https://doi.org/10.1016/j.eats.2017.09.002>.

43. Зазірний ІМ, Семенів ІП, Сім'ячко ЄА. Зшивання менисків колінного суглоба – від початку до сьогодення. Вісник ортопедії, травматології та протезування. 2019;(3):57-65. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Votip_2019_3_11.

Zazirnyi IM, Semeniv IP, Simiachko YeA. Crosslinking of the menisci of the knee joint – from the beginning to the present. Visnyk ortopedii, travmatolohii ta protezuvannia. 2019;(3):57-65. – Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Votip_2019_3_11. [in Ukrainian].

Modern Views on the Treatment of Patients with Injuries of the Medial and Lateral Menisci of the Knee Joint (Literature Review)

Dolgopolov O.V.¹, Siforov D.V.¹

¹SI "Institute of Traumatology and Orthopedics of NAMS of Ukraine", Kyiv

Summary. We have analyzed the literature to determine the tactics of the knee menisci injury surgical treatment. It has been determined that the use of cellular technologies for suturing a damaged meniscus allows satisfactory results even in patients with ruptures in the avascular zones, despite the fact that partial meniscectomy is considered the "gold standard" of surgical treatment for ruptures in the "white" zone. It should be considered the advantages and disadvantages of different stitching techniques and the specific clinical and physical characteristics of each patient.

Key words: analysis of literature; meniscal tear; meniscus suture; knee-joint.

Современные взгляды на лечение пациентов с повреждениями медиального и латерального менисков коленного сустава (Обзор литературы)

Долгополов А.В.¹, Сифоров Д.В.¹

¹ГУ "Институт травматологии и ортопедии НАМН Украины", г. Киев

Резюме. Выполнен анализ современной литературы с целью определения тактики оперативного лечения больных с повреждениями менисков коленного сустава. Определено, что применение клеточных технологий при сшивании поврежденного мениска позволяет получить удовлетворительные результаты даже у пациентов с разрывами в аваскулярных зонах, несмотря на то, что "золотым стандартом" оперативного лечения при разрывах в "белой" зоне считается парциальная менискэктомия. Используя ту или иную методику сшивания, необходимо учитывать ее преимущества и недостатки, а также конкретные клинические и физические особенности каждого пациента.

Ключевые слова: анализ литературных источников; повреждения мениска; шов мениска; коленный сустав.