

Тарасенко Олег Миколайович,

доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри хірургічних дисциплін,
Чорноморський національний університет імені Петра Могили
Surgerychnu@gmail.com
<http://orcid.org/0000-0001-9152-179X>
м. Миколаїв, Україна

Заборовський В'ячеслав Ігорович,

викладач кафедри хірургічних дисциплін,
Чорноморський національний університет імені Петра Могили,
pan.zaborovskyi@chmnu.edu.ua
<http://orcid.org/0000-0002-1285-5001>
м. Миколаїв, Україна

Чеботарь Марина Едуардівна,

студентка 5 курсу, гр. 5203,
Чорноморський національний університет імені Петра Могили,
mchebotar2000@gmail.com
м. Миколаїв, Україна

Сучасний стан фіксації тканин в ортопедії та травматології

Особливості процесів ремоделювання кісткової тканини впливають на використання новітніх молекулярно-клітинних методів лікування переломів, зокрема використання біологічного клею. На даний час клейові матеріали застосовуються в хірургії досить широко, але важливо критично оцінювати сучасний стан методів фіксації тканин в ортопедії та травматології. Медичні клеї є особливим видом полімерних алоімплантів. Основне їх призначення – міцне з'єднання живих тканин при оптимальному співвідношенні між хорошими адгезивними властивостями, швидкістю біодеструкції та мінімальною запальною реакцією. Найбільш поширені клеї, що використовуються в хірургії, такі: поліуретани, ціаноакрилати, епоксиди та клеї на основі суміші натурального та синтетичного каучуків. Важливо окремо обговорити клеї, що використовуються не тільки в ортопедії та травматології, але також і в нейрохірургії, щелепно-лицьовій хірургії, вертебології, кардіохірургії, торакальній хірургії та стоматології. Це кістковозамінний матеріал Kryptonite. Біологічний клей Bio Glue – хірургічний клей, призначений для герметизації та укріплення хірургічних швів і склеювання тканин між собою. Казеїнові клеї відносяться до класу лужних клеїв, що перетворюються в желе і приймають тверду форму. Хірургічний клей «Кріофіт» – фібринтромбіновий герметик створює позитивне середовище для прикріплення, диференціювання та приживання трансплантованих клітин, виключає можливість їх неконтрольованої міграції. PRF (Platelet Rich Fibrin) – це багатий на тромбоцити фібрин, отриманий з крові центрифугуванням. Залежно від протоколу обробки крові отримують і-PRF – ін'єкційний багатий на тромбоцити фібрин. Менш відомим синтетичним медичним клеєм є система ЖРФ (желатино-резорцин-формальдегідна композиція). У роботах Braun-wald N.S. та ін. та Tatoes C.J., Braunwald N.S. показано, що клей надійно з'єднує тканини в умовах вологого середовища, має меншу гістотоксичну дію, швидко розсмоктується. Сучасний стан застосування медичного клею, як основного (а не додаткового) методу фіксації тканин має значні перспективи. Важливо продовжити вивчення властивостей матеріалів для досягнення найбільш високих результатів у склеювання живих тканин.

Ключові слова: медичний клей, фіксація тканин, ортопедія і травматологія.

Tarasenko Oleh Mykolaiovych, Science Doctor, Professor, Head of the Department of Surgical Disciplines, Petro Mohyla Black Sea National University, Surgerychnu@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-9152-179X>, Mykolaiv, Ukraine

Zaborovsky Viacheslav Ihorovych, Lecturer of the Department of Surgical Disciplines, Petro Mohyla Black Sea National University, pan.zaborovskyi@chmnu.edu.ua, <http://orcid.org/0000-0002-1285-5001>, Mykolaiv, Ukraine

Chebotar Maryna Eduardivna, 5th year student, group number 5203, Petro Mohyla Black Sea National University, mchebotar2000@gmail.com, Mykolaiv, Ukraine

Current state of tissue fixation in orthopedics and traumatology

Peculiarities of bone tissue remodeling processes affect the use of the latest molecular and cellular methods of fracture treatment, in particular, the use of biological glue. Currently, adhesive materials are used in surgery quite widely, but it is important to soberly assess the current state of tissue fixation methods in orthopedics and traumatology. Medical adhesives are special type of polymer alloimplants. Their main purpose is a strong connection of living tissues with an optimal ratio between good adhesive properties, speed of biodestruction and minimal inflammatory reaction. The most common adhesives used in surgery are: polyurethanes, cyanoacrylates, epoxies, and adhesives based on a mixture of natural and synthetic rubbers. It is important to separately discuss the glue, which is used not only in orthopedics and traumatology, but also in neurosurgery, maxillofacial surgery, vertebrology, cardiac surgery, thoracic surgery and dentistry. It is a bone replacement material called Kryptonite. Biological glue Bio Glue is a surgical glue intended for sealing and strengthening surgical sutures and gluing tissues

together. Casein glues belong to the class of alkaline glues that turn into jelly and take a solid form. Surgical glue “Cryofit” – fibrin/thrombin sealant creates a positive environment for the attachment, differentiation and survival of transplanted cells, excludes the possibility of their uncontrolled migration. PRF (Platelet Rich Fibrin) is fibrin rich in platelets obtained from blood by centrifugation. Depending on the blood processing protocol, i-PRF is obtained – injectable fibrin rich in platelets. A less well-known synthetic medical glue is the ZRF system (gelatin-resorcinol-formaldehyde composition). In the works of Braunwald N.S. etc. and Tatoes C.J., Braunwald N.S. it is shown that the glue reliably connects tissues in a humid environment, has a lower histotoxic effect, and is quickly absorbed. The current state of using medical glue as the main (and not additional) method of tissue fixation has significant prospects. It is important to continue studying the properties of materials to achieve the highest results in gluing living tissues.

Key words: medical glue, tissue fixation, orthopedics and traumatology.

Вступ

Як відомо, хірургічні шви, за допомогою яких лікарі стягують краї рани, мають безліч недоліків. Вони болючі, залишають шрами, вимагають високої кваліфікації медперсоналу. Крім цього, шовний матеріал потрібно згодом видаляти. Що стосується фіксації кісткової тканини, то різні сплави металу, що містяться в пластинах, гвинтах, стрижнях та інших конструкціях, незважаючи на багаторічні удосконалення, все одно часто викликають відторгнення металу, металоз [3], алергічні реакції та інші ускладнення. Лікування переломів довгих трубчастих кісток вимагає профілактики утворення псевдоартрозів, котра насамперед полягає у підвищеній увазі до раціональності фізичних навантажень на уражену кінцівку, контролі над правильністю іммобілізації, вчасному виявленні порушень обміну, зокрема кальцію та білків [12]. У класифікації наслідків травм використовують МКФ, яка дозволяє оцінити не тільки медичні, а й соціальні аспекти наслідків травми [15]. Крім удосконалення матеріалів для лікування травм та хірургічних ран, постійно іде пошук нових речовин, щоб підвищити ефективність та безпечність хірургічних втручань [4]. Особливості самих процесів ремоделювання кісткової тканини впливають на використання новітніх молекулярно-клітинних методів лікування переломів, зокрема використання біологічного клею [13].

На даний час клейові матеріали застосовуються в хірургії досить широко. За лічені хвилини можна безболісно склеїти тканини пацієнта, з подальшим розсмоктуванням цих речовин. Великою перевагою хірургічного клею є його гарна адгезивна здатність, його можна наносити на ділянку з волоссяним покривом. Медичний клей зупиняє капілярні кровотечі, без утворення широких зон крайового некрозу, що виділяє його з-поміж сучасних коагуляторів. Медичні клеї ні в якому разі не повинні перешкоджати формуванню сполучнотканинного рубця і регенерації тканин, повинні бути позбавлені бластоматозної дії, а продукти біодеструкції повинні виводитися з організму. Разом із цим, хірургічні клеї повинні мати гідрофільність, бактерицидні та пнемо-холо-гемостатичні властивості. Бажано бути простими у використанні, біодоступними та зберігати всі свої властивості після стерилізації та зберігання.

Але сучасні медичні клеї також мають низку недоліків. Наприклад, при склеюванні внутрішніх хірургічних розрізів, все ще використовуються шви і медичні скоби, оскільки клей зрештою розчиняється в рідині і використовується тільки як додатковий ізолюючий і фіксуючий матеріал, а, аж ніяк, не як основний. У таких фіксуючих матеріалів, як стібки і скоби, є також свої недоліки, основні з яких – це розвиток місцевої запаль-

ної реакції на наявність стороннього тіла всередині організму і постійного ушкодження місця кріплення шовного матеріалу та тканин в ході протікання фізіологічних функцій органу, що зшивався. Внаслідок цього значною мірою збільшується ризик виникнення кровотеч або ряду інших ускладнень, що неприпустимо як для лікаря так і для пацієнта, сильно обмежуючи останнього у життєдіяльності та працездатності.

Сучасні клеї також не досить добре працюють із рваними ранами та зубчастими надрізами; більш-менш ними зручно користуватись у тому разі коли розріз відносно рівний, чистий і обмежений у глибині. Робота з вивчення медичних клеїв та їх удосконаленням через постійне вивчення біохімії живих істот типу мідій і молюсків дає надію на більш широке використання цих речовин в медичній практиці.

Методологія та методи дослідження

Медичні клеї є особливим видом полімерних алоімплантатів. Основне їх призначення – міцне з'єднання живих тканин при оптимальному співвідношенні між хорошими адгезивними властивостями, швидкістю біодеструкції та мінімальною запальною реакцією. Клейовий шов часто формується в умовах наявності великої кількості рідини (тканинних речовин). Тому, крім загальних вимог до медичних клеїв пред'являються спеціальні вимоги. Клейова композиція повинна або мати високу поверхневу активність, для того, щоб витіснити вологу з тканинної поверхні, яка перешкоджає адгезії клею, або зв'язати цю вологу хімічним шляхом. Хірургічні біологічні клеї, призначені для герметизації хірургічних швів (напр. BioGlue), тим самим запобігаючи протіканню крізь них рідин (ексудат, лімфа, сеча, шлунковий сік) та/або повітря [11]. До них відносяться ліофілізована плазма та фібриновий клей. Ліофілізована плазма була використана в офтальмології для фіксації трансплантатів при поширивій пересадці рогівки [2]. З 70-х років минулого століття в хірургічну практику почали впроваджувати біоінертні багатокомпонентні фібринові клеї [10].

За фізико-хімічними і механічними властивостями медичні клеї поділяються на кілька груп, залежно від природи тканин, що склеюються. Особливості живих тканин (наприклад, кісткової тканини, тканини паренхіматозних та порожнистих органів) та характер їх патологічних змін вкрай різноманітні, тому вимоги до медичних клеїв також різні.

Виклад основного матеріалу

Найбільш поширені клеї, що використовуються в хірургії, такі:

1. Поліуретани – утворюються шляхом взаємодії ізоціанатів та полієфірів [5]. Потенційні можливості таких клеїв обумовлені спорідненістю з органічними

молекулами живих тканин. Даний тип поєднує властивості тканинного клею та пломбувальної маси для усунення порожнинних дефектів. Наприклад, клей Ліпатової є сумішшю макродізоціанату з ароматичним дізоціанатом (R – залишок ароматичного дізоціанату і R' – залишок простого або складного поліефіру). Як каталізатор застосовується фенол (диметиламінометил). Затверділий клей містить алофанати та біурети, які легко гідролізуються. Стійке з'єднання матеріалів у воді забезпечують поліуретанові клеї (КЛ-1, КЛ-2, КЛ-3 та ін.). Клей не має загальної та місцевої токсичної дії, забезпечує хорошу адгезію до тканин, проте тривалий час полімеризації (більше 10 хвилин) є незручним для роботи хірурга. Клінічний досвід підтвердив перспективність використання клею КЛ-3 при урологічних операціях у хворих з приводу видалення каменів нирок та сечоводів, резекції нижнього полюса нирки, аномалії розвитку нирок, резекції балії та ін. Використовується клей КЛ-3 також при пластиці периферичних нервів в нейрохірургії. Створення клейового епіневрального шва за допомогою медичного поліуретанового клею КЛ-3 у поєднанні з біодеструктованою поліуретановою плівкою – підкладкою забезпечувало повне відновлення пошкодженого нерва. Клей КЛ-3 успішно застосовано при безшовних нейрохірургічних операціях на головному мозку: при відновленні калібру мозкових артерій з мішчастими аневрзмами; у пластиці мозкових нориць передньої черепної ями та трепанаційних отворів; для закриття дефектів твердої мозкової оболонки; фіксації кісткових уламків та ін. У поєднанні з лікарськими препаратами біодеструктований клей КЛ-3 застосовувався також при лікуванні злоякісних пухлин головного мозку гліобластом [5].

Також значних успіхів при лікуванні нориць різної етіології та локалізації досягнуто при використанні синтетичних алопластичних матеріалів – медичних клеїв та пломбувальних матеріалів. Час полімеризації клею можна регулювати в широких межах шляхом введення в клейову систему різних кількостей прискорювача реакції полімеризації. За наявності вологи полімер, що формується, збільшується в обсязі і являє собою дрібнопористу високоеластичну масу, що поєднує властивості медичного клею і пломбувальної маси. До складу клейової композиції як наповнювачі можуть бути введені лікарські препарати – протеолітичні ферменти, антибіотики, антисептики та ін. Клейова композиція КЛ-3 була використана і для лікування бронхіальних нориць, а також у щелепно-лицьовій та загальній хірургії.

2. Ціанакрилати – це матеріали, які утворюють високоміцні сполуки. Їх основна перевага – швидке затвердіння, викликане полімеризацією [11]. Застосовуються для внутрішніх тканин організму [6]. Історія використання ціанакрилатних композитів у флебології бере свій початок з 1995 р., коли один із авторів статті «Ціанакрилатні клейові композиції та їх застосування у флебології», вирішив оцінити ступінь можливої оклюзії варикозно-змінених вен, взявши як облітеруючу речовину одну з відомих клейових сполук [10]. Експериментальні дослідження з морфологічного обґрунтування використання даної ціанакрилатної сполуки

з метою облітерації вен були проведені на 6 собаках, які показали, що при помірному ступені вираженості асептичного запалення, в строк до 3 місяців відбувалася поступова повна облітерація просвіту вен [10, 11].

Вони використовувалися в абдомінальній хірургії [8], торакальній хірургії [6], серцево-судинній хірургії [9, 10], нейрохірургії. Було доведено принципову можливість успішного використання ціанокрилатних клеїв у різних сферах хірургії. Разом з тим, поряд з перевагами, були виявлені недоліки – різке зниження склеювальних здібностей в умовах надлишку вологи, недостатня еластичність полімерної плівки, гістотоксичність окремих видів адгезивів, які вимагали продовження робіт з удосконалення синтетичних клейових композицій. Відкриття Кувером ціанакрилатних клеїв стало новою сторінкою у вивченні можливостей клейового з'єднання високої склеювальної здатності. На відміну від раніше відомих клеїв ціанакрилати виявляли склеювальну здатність щодо більшості матеріалів при звичайній температурі та у вологому середовищі. Склеювальний ефект наставав дуже швидко і виявлявся при переході клею з мономерного стану в полімерне без виділення тепла та зміни об'єму. Клей не потребує спеціальних каталізаторів, що значно спростило техніку його застосування. Основою ціанакрилатних клеїв є мономерні ефіри оеціан акрилової кислоти. Радикал К може бути різним: СЯ(, С2Я5, С2//7, СНЧ і т.д.) Наявність у молекулі мономеру двох електроноакцепторних груп CN і CO, що стимулюються навіть дуже слабкими основами, викликає сильну поляризацію подвійного зв'язку, що обумовлює надзвичайну легкість аніонної полімеризації алкіл-а-ціанакрилатів. При склеюванні живих тканин ініціаторами полімеризації ціанакрилатів є не тільки ОП-групи, але і Л'/С-групи амінокислот, що призводить до міцного з'єднання полімерної плівки з живою тканиною. Найбільшого поширення серед нових хімічних ціанакрилатних сполук у СРСР набули: МК-6 (ТУ 64-3-138-77), МК-2 (ТУ 64-7-66-80), КЛ-3, МК-8, МК-7, МК-14І, Ціакрин СО-4, Ціакрин ЕО (ТУ 6-09-30-76), акриловий та колагеновий гель, проламін та різні силіконові композиції. Про успішне використання перелічених сполук у хірургії повідомляли багато фахівців. Клеюча здатність проявляється до більшості природних, штучних та синтетичних матеріалів. Виняток становлять неполярні матеріали, до яких належать фторопласт-4, поліетилен та деякі інші. Однією з важливих властивостей ціанакрилатних клеїв є їх стерильність. Спеціальні бактеріологічні дослідження довели їхню бактерицидну та бактеріостатичну дію. На модельному (агаровому) середовищі, зараженому кишковою паличкою та золотистим стафілококом, ціанакрилатні композиції пригнічували ріст бактерій, виявляли бактеріостатичний ефект щодо гнійної кокової флори, як чутливої, так і нечутливої до антибіотиків. Однак було встановлено, що клеї можуть проявляти подразнювальну дію в мономерному стані, в процесі та після закінчення полімеризації. Гістотоксичність клеїв проявляється диференційовано по відношенню до різних тканин, особливо до нервової тканини з виникненням прояву клітинної інфільтрації та загибелі тіл нейронів.

Багато дослідників вважають, що кісткова тканина найбільш придатна для склеювання, тому ціанакрилатні клеї отримали найбільш широке застосування при остеосинтезі в травматології та ортопедії. У кістках, реакція на клей менш виражена, ніж у інших тканинах і проявляється головним чином появою гігантських клітин характерної реакції на чужорідне тіло. Багаторічні клінічні та експериментальні спостереження наслідків остеосинтезу за допомогою ціанакрилатних композицій свідчать про відсутність канцерогенності клеїв та змін біохімічних показників крові пацієнтів. Ціанакрилатні клеї застосовуються у складі пломбувальної маси для заповнення порожнин, що утворилися в кістках після видалення доброякісних пухлин. Як наповнювач використовуються кісткове борошно, кістковий щепінь або трансплантати з гомологічної кістки, а скріплюючого агента – ціанакрилатні композиції. Застосування ціанакрилатних клеїв для відновлення пошкодженого сухожилля призводить до утворення тонкої та еластичної плівки (своєрідної муфти), що покриває область шовного з'єднання і не перешкоджає ковзання сухожилля. Він є ізолятором, що перешкоджає утворенню спайок між сухожиллями і оточуючими тканинами. Морфологічні зміни в сухожильній тканині не супроводжувалися виразними запальними явищами і не перешкоджали реакції людини на капронову нитку.

3. Епоксиди – смоли на основі епоксидної смоли, у ряді випадків мають високу міцність. Однак низька швидкість утворення хімічних зв'язків робить їх малопридатними для хірургічного застосування. Епоксидні клеї добре клеять кісткову тканину, але не придатні для з'єднання м'яких тканин, оскільки наявність навіть мінімальної кількості вологи перешкоджає їх полімеризації [5].

4. Клеї на основі суміші натурального та синтетичного каучуків мають низьку стабільність властивостей, що є серйозною перешкодою для склеювання тканин.

Не менш важливо згадати клей, що використовується не тільки в ортопедії та травматології, але також і в нейрохірургії, щелепно-лицьовій хірургії, вертебрології, кардіохірургії, торакальній хірургії та стоматології. Це кістковозамінний матеріал Кryptonite. Він має високі адгезивні властивості до кісткової тканини і металу, має низьку температуру полімеризації (40°C), високу міцність і фізіологічну пружну деформацію. Може бути використаний як клей, у пасноподібній формі та у вигляді сформованого хірургом імпланту. Криптоніт використовується для заповнення дефектів кісткової тканини, остеосинтезу, первинної фіксації уламків кісток, склеювання груднини, вертебропластики та кіфопластики. Плюсом є можливість застосування з будь-якими антибіотиками. Матеріал загустіває протягом 15 хвилин з моменту замішування. Міцність застиглому матеріалу на злам вище, ніж у губчастій кістці, але нижче, ніж компактної. Має високий коефіцієнт пружної деформації. Матеріал подвоює свій об'єм приблизно через 5-8 хвилин після замішування. Після 8 хвилин збільшення обсягу відбувається приблизно на 10%.

Біологічний клей Bio Glue – хірургічний клей, призначений для герметизації та укріплення хірургічних

швів і склеювання тканин між собою [14]. Це двокомпонентний хірургічний клей, що складається з очищеного бичачого сироваткового альбуміну (БСА) та глутеральдегіду. Наявність у його складі біологічних та хімічних компонентів дозволяє зберегти високу еластичність та хорошу міцність [7]. Біологічний герметик використовується у різних клінічних умовах як біологічний зв'язуючий агент і може уникнути недоліків традиційної фіксації або простого видалення для деяких пальцевих остеохондральних ушкоджень [14].

Даний клей найчастіше застосовують у хірургії по всьому світі. За час, що пройшов з початку клінічного використання BioGlue у 1998 р., з його застосуванням виконано понад 750 000 хірургічних операцій. Для підтвердження безпеки цього матеріалу було проведено дослідження на вівцях для з'ясування впливу BioGlue на нервову тканину. BioGlue® був нанесений на задній корінець спинномозкового вузла поперекового відділу хребта. З'ясовано, що тканинна реакція з боку ТМО була нестійкою, обмеженою та не призводила до дії на нерв. Серед хірургічних клеїв BioGlue має найбільшу міцність та найтриваліший термін розсмоктування. Зберігаючи підтримку тканин протягом приблизно двох років він забезпечує надійну герметизацію навіть найпроблемніших тканин (наприклад, при герметизації куксів бронхів в онкохірургії та фтизіопульмонології) [7, 11].

Отримання казеїнового клею засноване на осадженні його з знежиреного молока: а) дією кислот (соляної, сірчаної); б) природним бродінням під дією молочної кислоти; в) дією сичужини.

Для видалення вільних кислот сир промивають, висушують, дрібно розмелюють і пропускають через сито (20-30 ниток в 1 пог. см). Казеїн у порошок дуже гігроскопічний і при висиханні важко віддає залишок вологи; нерозчинний в ефірі, спирті та інших органічних розчинниках; практично нерозчинний також і в дистильованій воді. Міцні кислоти руйнують казеїн. Водні розчини лугів, лужних земель, карбонати, бікарбонати, основні солі слабких кислот є добрими розчинниками казеїну. Казеїнові клеї відносяться до класу лужних клеїв, що перетворюються в желе і приймають тверду форму в результаті подвійної дії:

- а) хімічної реакції гідролізу;
- б) повільного випаровування води.

Характерно для казеїну те, що ці реакції протікають за кімнатної температури. Найпростіший спосіб приготування водотривких казеїнових клеїв заснований на утворенні казеїнату кальцію. Ці клеї мають дуже обмежену в часі «дієздатність», внаслідок чого їх застосування незручно. В даний час широко застосовуються ідеї типу казеїн-луг-вода. Ці речовини, взяті в рівних співвідношеннях, створюють різні умови гідролітичного розкладання казеїну, від якого залежить швидкість утворення колоїдних частинок. Останнім часом стали виготовляти готові клеї в порошок, які перед вживанням розчиняються у звичайній воді кімнатної температури. Дуже тверда вода для цієї мети непридатна. Склад сухих клеїв дуже різноманітний (більшість їх запатентовано). Як приклад наводимо рецепт нескладного казеїнового клею в порошок: казеїну – 100,0 гашеного

вапна-16,0; фтористого натрію-8,0; ретельно змішати. Клей розчиняється у 250 г води кімнатної температури. Казеїновий клей у порошку повинен зберігатися в сухому приміщенні, в міцній повітронепроникній упаковці. У польових умовах клей возять у бляшаному або склянному посуді в дрібній розфасовці (1-0,5 кг). При зберіганні порошку казеїнового клею в сирому, слабо провітрюваному приміщенні, в поганому закупуванні, він піддається під дією плісняви або личинок комах швидкому руйнуванню. Клей, що відволожився, також стає непридатним до вживання.

Особливу увагу слід приділити хірургічному клею «Кріофіт». Фібринотромбіновий герметик створює позитивне середовище для прикріплення, диференціювання та приживання трансплантованих клітин, виключає можливість їх неконтрольованої міграції. Він дозволив хірургам-ортопедам значно розширити можливості лікування пацієнтів. Фібринотромбіновий клей використовувався для відновлення функцій великих суглобів. Суть їх методу полягала в наступному: спочатку у пацієнта виконують забір жирової клітковини шляхом ліпосакції, далі з біоматеріалу виділяють клітини стромально-судинної фракції. Проводять артромію пошкодженого суглоба та вводять у ділянку дефекту хрящової тканини отримані ССФ-клітини разом з фібриновим герметиком. Кінцевою стадією операції є виконання 8 згинально-розгинальних рухів через 5 хвилин з моменту введення препарату. Потім рану зшивають. Процедура виконується за системою дуплоджект, що дозволяє одночасно вводити клітини ССФ і фібриновий клей. Хірургічний заживляючий клей для ран «Кріофіт» продемонстрував надійну адгезивність та здатність до регенеративних процесів, що підкреслює його численні переваги. З огляду на те, що клей можна виробляти з біоматеріалу пацієнтів, його значення в лікуванні пацієнтів є значним. Хірургічний клей «Кріофіт», поєднаний з антибактеріальними пре-

паратами, виявився дієвим методом боротьби з бактеріями та вірусами на ділянках, з титановими імплантатами, а також при профілактиці хірургічних інфекцій.

PRF (Platelet Rich Fibrin) – це багатий на тромбоцити фібрин, отриманий з крові центрифугуванням. Залежно від протоколу обробки крові отримують i-PRF –ін'єкційний багатий на тромбоцити фібрин [1, 2]. A-PRF –потік фібрину збагачений тромбоцитарними факторами. А також фібриновий клей – рідкий фібрин, що швидко полімеризується. Поряд з гарною адгезією є і недоліки фібринового клею: швидка полімеризація ускладнює його застосування та ускладнює хірургічну техніку, у місці нанесення часто відзначається виникнення спайкового процесу [1, 2]. Проте, його широко використовують у стоматології та травматології для приготування Sticky bone – суміш кісткового матеріалу та активного, багатого на тромбоцити фібрину. Цією сумішшю заповнюють кісткові дефекти, місця «складання» кісток після переломів.

Менш відомим синтетичним медичним клеєм є система ЖРФ (желатино-резорцин-формальдегідна композиція). У роботах Braun-wald N.S. та ін. та Tatoes C.J., Braunwald N.S. показано, що клей надійно з'єднує тканини в умовах вологого середовища, має меншу гістотоксичну дію, швидко розсмоктується. Разом з тим, відзначено подразнювальну дію формальдегіду на тканині. Інгредієнти треба змішувати та нагрівати, що створює значні незручності під час роботи.

Висновок

Важливо продовжити вивчення властивостей матеріалів для досягнення найбільш високих результатів у склеювання живих тканин. Медичний клей був би дуже корисним в екстремальних умовах і стане чудовою альтернативою сучасним методам зшивання ран. Цей передовий матеріал суттєво спростить роботу медичних працівників та підвищить якість життя самого пацієнта.

Інформація про конфлікт інтересів.

Конфлікту інтересів немає.

Інформація про фінансування. Автори гарантують, що не отримували жодних винагород у будь-якій формі, здатних вплинути на результати роботи.

Особистий внесок кожного автора у виконання роботи: Тарасенко О.М. – визначення назви статті, мети, висновків статті, Заборовський В.І. – набір та обробка матеріалу, Чеботарь М. Е. – допомога в формуванні статті, підбір літератури.

ЛІТЕРАТУРА

- Redl H, et al. The influence of ionic additives on fibrin structure and on the morphology and growth of human fibroblasts. Comparison of two fibrin glues. *Med Welt*. 1995; 85(22): 769–77.
- A-PRF i-PRF Available from: <https://www.prezi-dent.ru/michurinskiy/a-prf-i-prf.html>
- Pislioperatsiini uskladnennia metaloosteosyntezy kintsivok Tekst naukovoi statti zi spetsialnosti “Klinichna medytsyna” Available from: DOI 10.17816/pmj3535-8 [in Ukrainian].
- Hlyniana OO, Kopochnytska YuV, Khudetskiy IYu. Fizychna reabilitatsiia pry endoprotezuvanni orhaniv ta suhlobiv: study guide. Kyiv: : Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute; 2020. 190 p. [in Ukrainian].
- Holovin HV, Tkachenyi SS. Osteosyntezy adhezivamy z epoksydnykh smol ta poliuretaniiv. *Visnyk khirurhii im. N.I. Hrekova*. 1970; 3: 85–94. [in Ukrainian].
- Herasymenko NI, Averbakh MM, Poliakova AM. Zastosuvannia tsianokrylatnoho kleiu u lehenevii khirurhii. *Klinichna khirurhiia*. 1968; 1: 79–80. [in Ukrainian].
- Zdorovia liudyny vid Horsada [Internet]. Shcho kleit medychnyi klei? BF-6 i suchasni analohy; Available from : <https://zdoroya.gorsad.com.ua/chto-kleit-medicynskiy-kley-bf-6-i-sovremennye-analogi-uk/> [in Ukrainian].
- Khalkin AI. Zastosuvannia vitchyznianskykh tsianokrylatnykh kleiv pry nevidkladnykh operatsiakh na pechintsi. Eksperymentalni doslidzhennia : PhD [thesis]. Lviv; 1971. 15 p. [in Ukrainian].

9. Sannikov AB, Emelyanenko VM. Cyanoacrylate Glue Compositions in Phlebology. *Flebologiya*. 2019;13(1):36-41. Available from :<https://doi.org/10.17116/flebo20191301136>
10. Savvova OV, Babich OV, Fesenko OI, Voronov H. K. Suchasni tekhnolohii biosumisnykh materialiv dlia kistkovoho endoprotezuvannia. Kharkiv: NTU “KhPI”; 2017. [in Ukrainian].
11. Tarasenko OM, Zaborovskyi VI. Application of Biological Glue in Orthopedics and Traumatology. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu*. 2021; Tom 6: 5 (33): 51–56.
12. Tarasenko OM, Zaborovskyi VI, Horishnyi IM, Zarytov BV. Nabuti psevdootrozy dovhykh trubchastykh kistok: prychyny utvorennia, osoblyvosti likuvannia ta profilaktyky. *International scientific journal “Grail of Science”*. 2021; 9: 418–420. [in Ukrainian].
13. Tarasenko OM, Zaborovskyi VI, Horishnyi IM, Zarytov BV. features of bone remodeling mechanisms: cellular and molecular aspects. *Collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ» with Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference*. Vol. 2. Cambridge. October 29. 2021. p. 84–86.
14. Tarasenko OM, Zaborovskyi VI, Hryhorian ME. Fiksatsiia biolohichnym kleiem bio glue paltsevoho osteokhondralnoho perelomu “Mohylianski chytannia – 2021: dosvid ta tendentsii rozvytku suspilstva v Ukraini: hlobalnyi, natsionalnyi ta rehionalnyi aspekty”. *Materialy KhKhIV Vseukrainskoi naukovy-praktychnoi konferentsii (Mykolaiv, 8–12 lystopada 2021r.)*. Mykolaiv. s. 66-67. [in Ukrainian].
15. Tarasenko OM. Otsinka naslidkiv khrebetno-spynnomozkovykh travm za dopomohoiu mizhnarodnoi klasyfikatsii funktsionuvannia v praktytsi medyko-sotsialnoi ekspertyzy. *Ukrainskyi neirokhirurhichnyi zhurnal*. 2016; 4: 13-17. [in Ukrainian].