

УДК 616.13/.14:616-089.819.843-092.9

ПРИМЕНЕНИЕ ТКАНЕВЫХ АДГЕЗИВОВ И ГЕРМЕТИКОВ В МИКРОСОСУДИСТОЙ ХИРУРГИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Щудло Н.А., Щудло М.М., Сбродова Л.И.

¹ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия»
им. акад. Г.А. Илизарова», Курган, e-mail: nshchudlo@mail.ru

На начальном этапе развития микрососудистой хирургии и в настоящее время известны многочисленные разработки, направленные на сокращение времени выполнения анастомозов артерий и вен малого диаметра и улучшение их проходимости. Одно из направлений этих разработок – применение адгезивов и тканевых герметиков. В статье анализируются результаты этих разработок по данным экспериментальных исследований и клинических испытаний. В качестве материала использованы публикации баз данных Medline и Pubmed, доступные on-line. Доступные хирургам тканевые адгезивы и герметики подразделяются на две группы: цианакрилаты и фибриновый гель. Несмотря на многообещающие результаты экспериментальных исследований, публикаций о результатах клинического применения цианакрилатов в микрососудистой хирургии не найдено. Имеются единичные клинические исследования применения фибринового клея. Представления о возможности использования цианакрилатов или фибринового клея в качестве альтернативы микрохирургии являются ошибочными. Если в дальнейших разработках будут достигнуты оптимальные качества тканевых адгезивов и герметиков (эластичность и прочность адгезии во влажной среде и в условиях меняющегося кровотока, отсутствие гистоксических и аллергических реакций), применение их в качестве вспомогательного инструмента микрососудистого анастомоза представляется перспективным.

Ключевые слова: микрососудистая хирургия, тканевые адгезивы.

APPLICATION OF TISSUE ADHESIVES AND GLUES IN MICROVASCULAR SURGERY (REVIEW OF LITERATURE)

Shchudlo N.A., Shchudlo M.M., Sbrodova L.I.

¹FSBI Russian Ilizarov Scientific Center “Restorative Traumatology and Orthopaedics”,
Kurgan, e-mail: nshchudlo@mail.ru

Since initial steps of microsurgery and recently multiple inventions for shortening of microvascular arteries and vein anastomosis time and improvement of their patency are made. One of the currently available technologies – tissue adhesives and glues. In the article the results of experimental researches and clinical trials of such inventions are analysed. Material for analysis – on-line publications of Medline and Pubmed databases. Available for surgeons tissue adhesives and glues may be classified in two groups: cyanoacrylates and fibrin glues. In spite of promising results of experimental research the publications about cyanoacrylate clinical use for microvascular surgeries are not found. Sporadic clinical trials of fibrin glue in microvascular surgery are known. Notions about tissue adhesives and glues as alternatives of microsurgery are mistakable. If in further inventions the optimal qualities of tissue adhesives and glues (elasticity and strength of adhesion in wet conditions and volatile blood flow, absence of histotoxic and allergic reactions) will be achieved their implementation as auxiliary tool in microsurgery should be a perspective shift.

Keywords: microvascular surgery, tissue adhesives.

Роль микрососудистой хирургии в реконструкции сложных травматических и онкологических тканевых дефектов различных областей человеческого тела по-прежнему велика, поскольку реплантации и пересадки комплексов тканей с восстановлением их сосудистых связей в случаях правильного планирования и успеха обеспечивают лучшие функциональные и косметические результаты, чем самые современные электронные протезы. Однако, несмотря на то, что развитие микрохирургии как субспециальности ортопедии и травматологии [37] насчитывает более чем пятидесятилетнюю историю, в новом тысячелетии процент неудач составляет от 5 до 10% при пересадках свободных лоскутов и от 15 до 30% при реплантациях [14].

Основная причина неудач – непроходимость сосудистых анастомозов в результате

технических ошибок ручного шва. Несмотря на то, что ручной шовный анастомоз сосудов был разработан А. Каррелем [37] ещё в начале 20 века, он до сих пор остаётся «золотым стандартом». Основные его принципы адаптированы для реконструктивно-восстановительных операций на сосудах малого диаметра – 3 мм и менее [1], которые требуют применения микрохирургической техники. Однако использование операционного микроскопа, специальных микрохирургических инструментов и тонкого шовного материала 8/0-10/0 не гарантирует безошибочности рукодействия даже опытных хирургов.

R. Acland классифицировал основные ошибки ручного микрососудистого шва, которые приводят к неудовлетворительным результатам, на пять категорий: краевые разрывы концов сосуда; кровотечение из

линии швов, вызывающее образование кровяных сгустков в просвете; стриктуры из-за сдавления концов сосуда швами; включение в шов противоположной стенки сосуда; интерпозиция адвентиции в просвет [2].

С уменьшением диаметра сосуда технические трудности и вероятность тромбоза анастомоза возрастают. Если наружный диаметр сосуда составляет 1 мм и менее, то даже в лабораторных условиях в 30% случаев развивается выраженное сужение просвета из-за соединительно-тканной реакции вокруг швов [20].

Такие результаты «сводят на нет» либо снижают эффективность реваскуляризирующих операций, поэтому на протяжении всей истории микрохирургии осуществлялись разработки технологичных устройств для механического шва [6]. По данным G.F. Pratt et al. [31], этому вопросу посвящено более 6000 исследований; некоторые разработки прошли масштабные клинические испытания, но широкого распространения не получили. Следует отметить, что механический шов ускоряет и упрощает операцию, но не решает проблем травматизации и тромбоза сосудов.

Другая альтернатива ручному сшиванию тканей – применение клеев и эластичных герметиков, причём рынок таких препаратов в последнее десятилетие прогрессивно растёт [4], что определяет актуальность анализа научных публикаций, посвящённых результатам их применения в экспериментальной микрососудистой хирургии и в клинической практике.

Доступные хирургам тканевые адгезивы подразделяются на две основные группы – цианакрилатные соединения и фибриновые клеи [31].

1. Цианакрилаты.

Физические и токсикологические свойства цианакрилатов определяются молекулярным весом: низкомолекулярный этилцианоакрилат (суперклей) ригиден и более токсичен, чем изобутил (гистоакрил) и октилцианоакрилат (дермабонд); применение последнего было одобрено агентствами США для лечения кожных ран, но не для внутритканевого применения [7].

Одно из первых исследований применения изобутилцианоакрилата в микрохирургии включало эксперимент по перерезке и анастомозированию аорты крыс диаметром от 0,8 до 1,2 мм [34]. При анастомозировании непрерывным микрохирургическим

швом (контроль) проходимость анастомозов достигалась в 96% опытов. Если анастомоз включал три установочных узловых шва и нанесение гистоакрила, показатель снижался до 82%. В контрольной группе выявлена более интенсивная и длительная тканевая реакция на шовный материал, однако в группе с адгезивом более выражена дегенерация и кальцификация меди. Аналогичные результаты получили другие авторы при анастомозировании бедренной артерии крыс [17].

Эксперимент по применению гистоакрила в сочетании с интраваскулярным стентом [22] показал, что такой способ легче и быстрее в исполнении по сравнению с традиционным микрохирургическим швом, но в опытной группе авторы выявили более выраженные воспалительные изменения и коагуляционный некроз, что расценили как проявления гистотоксичности.

Первое исследование микрососудистого анастомоза с применением 2-октилцианоакрилата [3] выявило более высокий процент проходимости по сравнению с традиционным шовным анастомозом бедренной артерии крыс через неделю после операции (90% против 85%). Исследование на большем количестве животных и в более продолжительном эксперименте (до 6 месяцев) показало, что анастомоз, усиленный 2-октилцианоакрилатом, превосходит традиционный шовный по прочности и не вызывает гистотоксических реакций [28]. Другая группа исследователей также пришла к выводу, что применение 2-октилцианакрилата для укрепления микрохирургического шовного анастомоза артерий «конец в бок» у крыс следует считать щадящим методом [39].

Препараты нового поколения – октил- и бутиллактоилцианакрилат – были разрешены для применения в клинической сосудистой хирургии. Они характеризуются замедленной биодеградацией – в течение 36 месяцев и более, что, по мнению разработчиков, позволяет уменьшить вредные влияния продукта биодеградации (формальдегида) на живые ткани [36]. Но даже такой препарат требует исключительной осторожности в применении. Интраваскулярная локализация частиц клея замедляет заживление сосудистой стенки, вызывает обструкцию и эмболизацию. Из-за повышенной прочности адгезива и трудности его удаления важно также исключить его попадание в ткани,

окружающие анастомоз, и другие непредусмотренные места.

E.I. Chang et al. [11] разработали комбинированную методику сосудистого анастомоза, которая предусматривает заполнение просвета термосенситивным полочкамерным гелем и соединение концов цианакрилатом. Авторы проследили результаты применения методики на протяжении двух лет эксперимента и пришли к выводу, что использование полочкамерного геля позволяет уменьшить воспаление и фиброз по сравнению с ручным шовным анастомозом. Другими преимуществами методики были быстрота выполнения анастомоза и лучшая проходимость.

Опыт успешного применения цианакрилатов нового поколения при реконструкциях и протезировании сосудов в клинике известен [23, 35]. Однако публикаций, посвящённых исследованию безопасности и эффективности применения этих соединений в клинической микрохирургии, в доступной литературе не найдено.

2. Фибриновый клей.

Фибриновые гели, изготовленные из смеси фибриногена и тромбина – ключевых протеинов, вовлечённых в процесс свёртывания крови, были одними из первых материалов, которые использовались для предотвращения послеоперационных кровотечений и ускорения раневого заживления уже в начале 20 века [19].

В настоящее время фибриновый сгусток используют главным образом в трёх вариантах: как гемостат, в качестве тканевого герметика либо носителя лекарств или биологически активных веществ (например, факторов роста) для направленной доставки в определённые участки тела [26]. Коммерчески доступный аллогенный фибриновый гель и полученный *in vitro* аутологичный фибрин существенно различаются по содержанию ингибиторов протеаз, составу и концентрациям протеинов и характеру их связей с фактором XIIIa, что определяет разницу в стабильности сети фибрина [10]. Аутологичные сгустки подвергаются быстрому лизису и малоприменимы в сосудистой хирургии.

С учётом недостатков фибрина: риска развития реакций гиперчувствительности, опасности передачи заболеваний от доноров крови и недостаточной прочности сгустка, некоторые авторы разрабатывают способы получения фибринового клея, обладающего

повышенной прочностью, из крови одного донора. Например, M.R. Ardakani et al. [5] методом многократного замораживания и оттаивания из 150 мл крови одного человека получают 3 мл фибринового клея с концентрацией фибриногена 50-70 мг/мл.

Реализация идеи применения фибринового клея в микрососудистой хирургии не проста, поскольку компоненты сгустка могут сработать как триггеры интраваскулярного тромбоза. Одно из первых исследований этого направления включало применение адгезива, содержащего тромбоциты, фибрин и тромбин [30]. Авторы пришли к выводу, что адгезив позволил уменьшить кровотечение из зоны анастомоза и время операции при свободной пересадке лоскутов у крыс, не нарушая их приживления. В аналогичных экспериментах на гепаринизированных крысах применение адгезива не только уменьшало кровотечение, но и повышало процент приживления лоскутов.

F.X. Brunner [8] сообщил об использовании фибринового адгезива при бесшовном телескопическом анастомозировании абдоминальной аорты крыс. По сравнению с шовным анастомозом автор отметил быстроту выполнения способа и ускоренное заживление стенки аорты.

Для изучения влияния герметизации микрососудистого анастомоза фибриновым сгустком на процесс заживления выполнено 84 эксперимента на крысах [9]. Полная регенерация эндотелия наблюдалась в анастомозированных сосудах без применения фибрина через 4 дня после операции, а в опытах с применением фибрина – только через 7 дней, что объясняется разной скоростью мультимпликации и миграции эндотелиальных клеток. Более высокая частота некроза меди выявлена в группе с фибрином (60,7% против 49,3%). Гистологические изменения подтверждены сканирующей и трансмиссионной электронной микроскопией.

J. Wadstrom & O. Wik [38] в экспериментальном исследовании микроанастомозов бедренных артерий крыс установили, что при использовании фибрина в смеси с гиалуронатом натрия вязкость тканевого клея повышается, его аппликация достоверно улучшает послеоперационную проходимость анастомозов.

По мнению N. Padubidri & Browne E. [29], при использовании фибринового клея на анастомозированном сосуде малого диаметра трудно избежать избыточного нане-

сения. Последнее вызывает отвердение стенки сосуда и интраваскулярный тромбоз. Авторы анастомозировали бедренные сосуды крыс по типу «конец в бок», используя два шва и оригинальную технику нанесения фибринового клея «paintbrush». Через 2 недели после операции все 10 анастомозов были проходимы, тромбозов не было.

С.А. Marek et al. [25] исследовали тромбогенные эффекты влияния фибринового сгустка на сосудистые анастомозы свободного эпигастрального лоскута крыс при разных концентрациях бычьего тромбина в сгустке. Оказалось, что приживление лоскута обратно пропорционально его концентрации и наиболее чувствительны к тромбину венозные анастомозы. Аналогичный результат получили другие авторы при использовании человеческого тромбина [15]; однако при низких концентрациях тромбина (500 iu/ml и менее), а также при применении фибринового мономера без тромбина отрицательных влияний фибринового сгустка на проходимость анастомоза не выявлено.

При анастомозировании бедренных и сонных артерий крыс «конец в конец» А.В. Cho & R.M. Junior [13] не выявили отрицательных эффектов от применения аппликации фибринового адгезива. Аналогичные результаты были получены на 37 кроликах [12], которым пересаживали свободный паховый лоскут в переднюю область шеи, анастомозируя бедренную и сонную артерии, а также бедренную и наружную яремную вену. И артериальные, и венозные анастомозы удавалось выполнить быстрее за счёт уменьшения количества швов.

Среди экспериментальных исследований последних лет известно успешное применение фибринового сгустка для укрепления двухшовного анастомоза по типу «конец в бок» [32], а также для бесшовного анастомозирования артерии венозной манжеткой, закреплённой фибриновым адгезивом [33].

Публикации результатов клинических испытаний фибринового клея в микрососудистой хирургии единичны, а выводы противоречивы.

Первое сообщение о возможности применения высококонцентрированного фибриногена из крови самого пациента в смеси с коммерчески доступным тромбином вместо шовного материала относится к 1983 г. Наряду с простотой применения, снижением времени операции и повышении

ем процента проходимости анастомозов авторы отметили возможность их выполнения без операционного микроскопа [16].

Десятилетием позже фибриновый клей использован в серии с реплантацией 36 пальцев [18] в качестве герметика. Собственные пальцевые артерии сшивали четырьмя-шестью отдельными узловыми швами, анастомозы укрепляли фибриновым сгустком. Средняя продолжительность реплантации одного пальца составила 3,2 часа, в то время как в контрольной группе она была 4,5 часа. Авторы пришли к выводу, что применение фибринового клея не влияет на процент приживления реплантатов, но сокращает время операции за счёт уменьшения количества швов. Анализируя результаты применения фибринового клея при анастомозировании сосудов конечностей у 131 пациента, S.Langer et al. [21] пришли к выводу, что фибриновый сгусток не должен рассматриваться в качестве альтернативы достаточному количеству швов. По мнению авторов, применять аппликации фибрина на негерметичном анастомозе нельзя, однако укрытие качественно выполненных швовных микроанастомозов защищает их от сдавления окружающими тканями и раневой жидкостью.

Анализ доступной литературы показал, что начиная с 70-х годов 20 века были проведены разнообразные экспериментальные исследования возможности применения цианакрилатов и фибринового геля в микрососудистой хирургии. Варианты применения можно классифицировать на четыре основных категории: шовный анастомоз с меньшим количеством швов, герметизированный аппликациями клея, варианты бесшовного или двухшовного телескопического анастомоза, выполненного клеем, комбинация клея и манжеты, комбинация растворимого стента и клея.

Несмотря на то, что за многолетнюю историю этих разработок появлялись единичные публикации, посвящённые применению фибринового сгустка при реплантациях пальцев и реконструктивных операциях на сосудах конечностей у людей, вывод о применимости тканевых адгезивов и герметиков в клинической микрохирургии представляется преждевременным. Несмотря на разнообразие коммерчески доступных тканевых клеев [7, 26], ни один из них не может считаться безопасным и эффективным при операциях на мелких сосудах.

Наряду с эластичностью и прочностью адгезии во влажной среде и в условиях меняющегося кровотока хирургический клей не должен вызывать токсических и аллергических реакций, замедлять процессы эндотелизации и заживления сосудистой стенки. К важным характеристикам стоит отнести удобство использования и доступность по цене. При достижении этих параметров в дальнейших разработках тканевые клеи имеют перспективы применения в качестве вспомогательного инструмента микрососудистой хирургии. Представления об их использовании в качестве альтернативы микрохирургии [7, 16] ошибочны, поскольку в отличие от ручных швов, выполненных под контролем усиленного оптическим увеличением зрения тонкими иглами и нитями, клей не обеспечивает прецизионности соединения тканевых компонентов [27].

Жизнеспособная альтернатива микрохирургии – супермикрохирургия. Под этим термином понимают особо деликатную технику выделения и сшивания сосудов диаметром от 0,3 до 0,8 мм [24], которая становится возможной при наличии специальных навыков, микроскопов с большим увеличением и фокусным расстоянием, более прецизионных утонченных инструментов и шовного материала 11/0-12/0. Хотя в настоящее время в этом направлении работает небольшая часть микрохирургов, именно оно открывает пути для повышения результативности микрохирургических операций и разработки ранее невозможных методик реконструкции.

Список литературы

1. О'Брайен Б. Микрососудистая восстановительная хирургия / пер. с англ. – М.: Медицина, 1981. – 422 с, ил.
2. Acland R. Technical prerequisites and training in microsurgery: technique of small vessel anastomosis. In: Meyer V., Black M., editors. *Microsurgical procedures*. – Philadelphia: Saunders, 1991. – P. 123-136.
3. Ang E.S., Tan K.C., Tan L.H., Ng R.T., Song I.C. // *J. Reconstr. Microsurg.* – 2001. – V. 17, № 3. – P. 193-201.
4. Annabi N., Yue K., Tamayol A., Khademhosseini A. Elastic sealants for surgical applications // *Eur. J. Pharm. Biopharm.* – 2015. – V. 95. – P. 27-39.
5. Ardakani M.R., Hormozi A.K., Ardakani J.R., Davarpanahjazi A.H., Moghadam A.S. // *J. Res. Med. Sci.* – 2012. – V. 17, № 5. – P. 461-465.
6. Bey E., Brachet M., Lambert F., Cariou J.L. Microsurgery: History of instrumental vascular anastomoses, our experience with eversion-stapling using VCS forceps // *Ann. Chir. Plast. Esthet.* – 2005. – V. 50, № 1. – P. 12-18.
7. Bot G.M., Bot K.G., Ogunranti J.O., Onah J.A., Sule A.Z., Hassan I., Dung E.D. // *J. Surg. Tech. Case Rep.* – 2010. – V. 2, № 1. – P. 44-48.
8. Brunner F.X. Histological findings in sutured and fibrin-glued microvascular anastomosis // *Arch Otorhinolaryngol.* – 1984. – V. 240, № 3. – P. 311-318.
9. Bschorer R., Frerich B., Wolburg H., Gehrke G., Schwenzer N. // *J. of Cranio-Maxillofacial Surgery.* – 1993. – V. 21, I. 5. – P. 192-198.
10. Buchta C., Hedrich H.C., Macher M., Höcker P., Redl H. // *Biomaterials.* – 2005. – V. 26, № 31. – P. 6233-6241.
11. Chang E.I., Galvez M.G., Glotzbach J.P., Hamou C.D., El-ftesi S., Rappleye C.T., Sommer K.M., Rajadas J., Abilez O.J., Fuller G.G., Longaker M.T., Gurtner G.C. // *Nat. Med.* – 2011. – V. 28, № 17(9). – P. 1147-1152.
12. Cho A.B., Júnior R.M. Effect of Fibrin Adhesive Application in Microvascular Anastomosis: A Comparative Experimental Study // *Plastic & Reconstructive Surgery.* January. – 2007. – V. 119, I. 1. – P. 95-103.
13. Cho A.B., Júnior R.M. Application of fibrin glue in microvascular anastomoses: comparative analysis with the conventional suture technique using a free flap model // *Microsurgery.* – 2008. – V. 28, № 5. – P. 367-374.
14. Conrad M.H., Adams W.P. Pharmacologic Optimization of Microsurgery in the New Millennium // *Plast. & Reconstr. Surg.* – 2001. – V. 108, № 7. – P. 2088-2096.
15. Frost-Arner L., Spotnitz W.D., Rodeheaver G.T., Drake D.B. Comparison of the thrombogenicity of internationally available fibrin sealants in an established microsurgical model // *Plast. Reconstr Surg.* – 2001. – V. 108, № 6. – P. 1655-1660.
16. Gestring G.F., Lerner R., Requena R. The Sutureless Microanastomosis // *Vascular Surgery.* – 1983. – V. 17, I. 6. – P. 364-367.
17. Green A.R., Milling M.A.P. Butylcyanoacrylate Adhesives in Microvascular Surgery: An Experimental Pilot Study // *J. of Reconstructive Microsurgery.* – 1986. – V. 2, № 2. – P. 103-105.
18. Isogai N., Cooley B.G., Kamiishi H. Clinical outcome of digital replantation using the fibrin glue-assisted microvascular anastomosis technique // *J. Hand Surg. Br.* – 1996. – V. 21, № 5. – P. 573-575.
19. Janmey P.A., Winer J.P., Weise J.W. Fibrin gels and their clinical and bioengineering applications. // *J. R. Soc. Interface.* – 2009. – V. 6, I. 30. – P. 1-10.
20. Kletter G. Fibrin Adhesives in Intracranial Microvascular Surgery. In: *Fibrin Sealant in Operative Medicine.* – 1986. – Vol. 2: Ophthalmology – Neurosurgery. Eds: Schlag G., Redl H. – P. 129-138.
21. Langer S., Schildhauer T.A., Dudda M., Sauber J., Spindler N. // *GMS Interdiscip. Plast. Reconstr. Surg.* – 2015. – V. 4. – Doc. 14.
22. Lemaire D., Mongeau J., Dorion D. Microvascular anastomosis using histoacryl glue and an intravascular soluble stent // *J. Otolaryngol.* – 2000. – V. 29. – P. 199-205.
23. Lumsden A.B., Heyman E.R. Closure Medical Surgical Sealant Study Group. Prospective randomized study evaluating an absorbable cyanoacrylate for use in vascular reconstructions // *J. Vasc. Surg.* – 2006. – V. 44. – P. 1002-1009.
24. Masia J., Olivares L., Koshima I., Teo T.C., Suominen S., Van Landuyt K., Demirtas Y., Becker C., Pons G., Garusi C., Mitsunaga N. // *J. Reconstr. Microsurg.* – 2014. – V. 30, № 1. – P. 53-58.
25. Marek C.A., Amiss L.R., Morgan R.F., Spotnitz W.D., Drake D.B. // *Ann. Plast. Surg.* – 1998. – V. 41, № 4. – P. 415-419.
26. Mintz P.D., Mayers L., Avery N., Flanagan H.L., Burks S.G., Spotnitz W.D. // *Ann. Clin. Lab. Sci.* – 2001. – V. 31, № 1. – P. 108-118.
27. Mücke T., Wolff K.D. Performing microvascular anastomosis with fibrin glue-faster, easier, and more reliable? // *Microsurgery.* – 2009. – V. 29, № 1. – P. 80-81.
28. Ong Y.S., Yap K., Ang E.S., Tan K.C., Ng R.T., Song I.C. // *Microsurgery.* – 2004. – V. 24, № 4. – P. 304-308.

29. Padubidri A.N., Browne E. A new method of applying fibrin glue at the microvascular anastomotic site: the «paintbrush» technique // *Microsurgery*. – 1996. – V. 17, № 8. – P. 428-430.
30. Pearl R.M., Wustrack K.O., Harbury C., Rubenstein E., Kaplan E.N. Microvascular anastomosis using a blood product sealant-adhesive // *Surg. Gynecol. Obstet.* – 1977. – V. 144, № 2. – P. 227-231.
31. Pratt G.F., Rozen W.M., Westwood A., Hancock A., Chubb D., Ashton M.W., Whitaker I.S. Technology-assisted and sutureless microvascular anastomoses: Evidence for current techniques // *Microsurgery*. – 2012. – V. 32. – P. 68-76.
32. Sacak B., Tosun U., Egemen O., Sucu D.O., Ozcelik I.B., Ugurlu K. Two-suture fish-mouth end-to-side microvascular anastomosis with fibrin glue // *The J. of Craniofacial Surgery*. – 2012. – V. 23, № 4. – P. 1120-1124.
33. Sacak B., Tosun U., Egemen O., Sakiz D., Ugurlu K. Microvascular anastomosis using fibrin glue and venous cuff in rat carotid artery // *J. Plast. Surg. Hand Surg.* – 2015. – V. 49, № 2. – P. 72-76.
34. Souther S.G., Levitsky S., Roberts W.C. Bucrylate Tissue Adhesive for Microvascular Anastomosis: Technique, Results, and Histologic Evaluation // *Arch Surg.* – 1971. – V. 103, № 4. – P. 496-499.
35. Schenk W.G., Spotnitz W.D., Burks S.G., Lin P., Bush R.L., Lumsden A.B. Absorbable cyanoacrylate as a vascular hemostatic sealant: a preliminary trial // *Am. Surg.* – 2005. – V. 71. – P. 658-661.
36. Spotnitz W.D. Invited Commentary. Hemostats, Sealants, and Adhesives: A Practical Guide for the Surgeon // *The American Surgeon*. – 2012. – V. 78, № 12. – P. 1305-1321.
37. Tamai S., Sasauchi N., Hori Y., Tatsumi Y., Okuda H. Microvascular surgery in orthopaedics and traumatology // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 1972. – V. 54, № 4. – P. 637-647.
38. Wadström J., Wik O. Fibrin glue (Tisseel) added with sodium hyaluronate in microvascular anastomosing // *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg. Hand Surg.* – 1993. – V. 27, № 4. – P. 257-261.
39. Zhu Y., Wei W., Li Y. 2-Octylcyanoacrylate-assisted microvascular anastomosis in rat orthotopic small bowel transplantation. // *J. Reconstr. Microsurg.* – 2011. – V. 27, № 3. – P.151-156.