

УДК 616.5-001.17  
DOI: 10.56871/RBR.2023.24.81.007

## ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРИ КРОВИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТАНГЕНЦИАЛЬНОЙ НЕКРЭКТОМИИ У ОБОЖЖЕННЫХ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

© Виталий Викторович Солошенко<sup>1</sup>, Денис Олегович Вагнер<sup>1, 2</sup>, Денис Валерьевич Костяков<sup>1</sup>,  
Антон Сергеевич Коуров<sup>1</sup>, Александр Евгеньевич Чухарев<sup>1, 2</sup>, Тамара Зауровна Гогохия<sup>1</sup>,  
Константин Николаевич Мовчан<sup>2, 3</sup>, Эдуард Константинович Дерий<sup>1</sup>, Евгений Владимирович Зиновьев<sup>1, 4</sup>

<sup>1</sup> НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе, 192242, г. Санкт-Петербург, Будапештская ул., 3

<sup>2</sup> Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова. 191014, г. Санкт-Петербург, ул. Кирочная, 41

<sup>3</sup> Медицинский информационно-аналитический центр. 198095, г. Санкт-Петербург, ул. Шкапина, 30

<sup>4</sup> Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, 2

**Контактная информация:** Денис Валерьевич Костяков — к.м.н., научный сотрудник отдела термических поражений. E-mail: kosdvl@list.ru  
ORCID ID: 0000-0001-5687-7168

**Для цитирования:** Солошенко В.В., Вагнер Д.О., Костяков Д.В., Коуров А.С., Чухарев А.Е., Гогохия Т.З., Мовчан К.Н., Дерий Э.К., Зиновьев Е.В. Возможности снижения потери крови при выполнении тангенциальной некрэктомии у обожженных (обзор литературы) // Российские биомедицинские исследования. 2023. Т. 8. № 1. С. 52–58. DOI: <https://doi.org/10.56871/RBR.2023.24.81.007>

Поступила: 09.11.2022

Одобрена: 15.01.2023

Принята к печати: 27.02.2023

**Резюме.** Раннее хирургическое лечение ожоговых ран является одним из приоритетных направлений комбустиологии. Иссечение девитализированных тканей до развития в них гнойно-воспалительного процесса имеет направленное патогенетическое обоснование эффективности проводимой манипуляции. Удаление некроза в области поражения позволяет снизить интенсивность интоксикации, а также ускорить переход раневого процесса из воспаления в фазу регенерации (классификация М.И. Кузина). Одна из таких методик — ранняя тангенциальная некрэктомия, которая в настоящее время не получила широкого распространения в клинической практике в связи с рядом критических недостатков, к основным из которых можно отнести отсутствие объективного метода контроля селективности иссечения тканей, высокую частоту осложнений в раннем послеоперационном периоде, а также неустойчивость гемостаза. Исследования по данной тематике позволили установить, что объем кровопотери при ранней тангенциальной некрэктомии зависит от сроков, глубины и метода иссечения ожогового струпа, выбора тактики интраоперационного гемостаза и системной терапии. Углубленный анализ указанных направлений позволил выявить основные причины неудовлетворительных результатов и определить возможные пути их улучшения.

**Ключевые слова:** ожоги; глубокие ожоги кожи; раннее хирургическое лечение; некрэктомия; тангенциальная некрэктомия; гемостаз.

## POSSIBILITIES OF REDUCING BLOOD LOSS DURING TANGENTIAL NECRECTOMY IN BURNED PATIENTS (LITERATURE REVIEW)

© Vitaliy V. Soloshenko<sup>1</sup>, Denis O. Wagner<sup>1, 2</sup>, Denis V. Kostyakov<sup>1</sup>, Anton S. Kourov<sup>1</sup>, Aleksandr E. Chukharev<sup>1, 2</sup>,  
Tamara Z. Gogokhiya<sup>1</sup>, Konstantin N. Movchan<sup>2, 3</sup>, Eduard K. Derii<sup>1</sup>, Evgeniy V. Zinoviev<sup>1, 4</sup>

<sup>1</sup> Saint Petersburg institute of emergency care named after I.I. Dzhanelidze. Budapeshtskaya st. 3, Russian Federation, Saint Petersburg, 192242

<sup>2</sup> North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov. Kirochnaya str., 41, Saint Petersburg, Russian Federation, 191014

<sup>3</sup> Medical Information and Analytical Center. St. Shkapina, 30, Saint Petersburg, Russian Federation, 198095

<sup>4</sup> Saint Petersburg State Pediatric Medical University. Lithuania 2, Saint Petersburg, Russian Federation, 194100

**Contact information:** Denis V. Kostyakov — Candidate of Medical Sciences, Researcher at the Department of thermal injuries. E-mail: kosdvl@list.ru  
ORCID ID: 0000-0001-5687-7168

**For citation:** Soloshenko VV, Wagner DO, Kostyakov DV, Kourov AS, Chukharev AE, Gogokhiya TZ, Movchan KN, Derii EK, Zinoviev EV. Possibilities of reducing blood loss during tangential necrectomy in burned patients (literature review). Russian biomedical research (St. Petersburg). 2023;8(1):52-58. DOI: <https://doi.org/10.56871/RBR.2023.24.81.007>

Received: 09.11.2022

Revised: 15.01.2023

Accepted: 27.02.2023

**Abstract.** Early surgical treatment of burn wounds is one of the priority areas of kombustiology. Excision of devitalized tissues before the development of a purulent-inflammatory process in them has a directed pathogenetic justification for the effectiveness of the manipulation. Removal of necrosis in the affected area reduces the intensity of intoxication, as well as accelerates the transition of the wound process from inflammation to the regeneration phase (classification of M.I. Kuzin). One of such techniques is early tangential necrectomy, which is currently not widely used in clinical practice due to a number of critical shortcomings. The main ones include the lack of an objective method for controlling the selectivity of tissue excision, a high incidence of complications in the early postoperative period, as well as the instability of hemostasis. Studies on this topic have allowed us to establish that the volume of blood loss during early tangential necrectomy depends on the timing, depth and method of excision of the burn scab, the choice of tactics of intraoperative hemostasis and systemic therapy. An in-depth analysis of these areas made it possible to identify the main causes of unsatisfactory results and identify possible ways to improve them.

**Key words:** burns; deep skin burns; early surgical treatment; necrectomy; tangential necrectomy; hemostasis.

Раннее иссечение ожогового струпа стало одним из самых значительных достижений современной комбустиологии. Исторические достижения в понимании патофизиологии ожоговой травмы и системной воспалительной реакции, вызванной ожоговой раной, а также усовершенствование техники тангенциального и фасциального иссечения некроза привели к возможности раннего восстановления кожного покрова в области глубокой ожоговой раны, приводящего к снижению летальности [5].

Одной из основных интраоперационных проблем хирургии ожоговых ран является прецизионное иссечение слоя погибших тканей, избегая при этом повреждения жизнеспособного слоя и массивного кровотечения. Проблема становится все более актуальной, поскольку в структуре травматизма растет удельный вес ожоговых пациентов старшего возраста с обширными глубокими ожогами и большим количеством сопутствующих заболеваний, у которых лишь хирургическое вмешательство, выполненное в ранние сроки, дает шанс на благоприятный исход. Наличие некротизированной ткани может быть фактором, препятствующим процессу заживления раны, поскольку это может вызвать прогрессирующее повреждение ткани, приводящее к задержке заживления раны [26]. По наблюдениям других авторов [22], при отсрочке некрэктомии у обожженных нарастает степень нейтрофильной инфильтрации тканей под струпом, происходит гибель и утрата кожных придатков. Напротив, после выполнения тангенциальной некрэктомии в послеоперационной ране уменьшается выраженность воспалительной реакции, происходит раннее развитие полноценной грануляционной ткани и эпителизации.

Тангенциальное иссечение некроза до жизнеспособных тканей при пограничных и глубоких ожогах необходимо для оптимального приживления аутотрансплантата, но зачастую сопровождается кровотечением обширной послеоперационной поверхности [11]. Нередко планируемая операционная кровопотеря является основным фактором, который определяет объем иссечения в ходе одного хирургического вмешательства.

Для определения объема интраоперационной кровопотери существует ряд общепринятых методов. Визуальный способ

основывается на субъективном мнении операционной бригады (хирургов и анестезиологов), основанном на их представлении об объеме и особенностях проведенной операции, а также профессиональном опыте. Эмпирический метод базируется на факте, что существует устойчивая связь между площадью иссечения струпа и объемом потерянной крови — от 0,5 до 3 мл на 1 см<sup>2</sup> иссеченного струпа с учетом потерь из донорских ран [1, 18, 30]. Точность его достаточно сомнительна. Гравиметрический метод заключается во взвешивании операционного белья и расходных материалов до и после операции. Наиболее точным следует признать колориметрический метод, основанный на растворении гемоглобина из использованных перевязочных материалов в жидкой среде с последующей колориметрией водных сред из раны. Расчетный способ наиболее часто применяется и состоит в использовании специально разработанных формул, включающих оценку гемоглобина и гематокрита до и после операции [23, 29]. Как показывают результаты, в том числе наших сравнительных исследований, применение нескольких расчетных методов зачастую сопровождается весьма противоречивыми результатами [2, 3].

Цель тангенциальной некрэктомии заключается в максимально селективном иссечении девитализированных тканей при минимально возможной кровопотере. Для снижения объема эксфузии традиционно используется целый комплекс мер, которые условно можно разделить на правильный выбор сроков, глубины и метода иссечения, особенности интраоперационного гемостаза, применение тумесцентной техники и кровоостанавливающих жгутов, а также системной гемостатической терапии.

**Сроки иссечения ожогового струпа.** По мнению коллектива авторов под руководством M. Desai (1990), выполнивших 594 тангенциальные некрэктомии, целесообразно выполнять эту операцию у пострадавших с обширными ожогами в первые трое суток после травмы, так как вмешательство в более поздние сроки сопровождается значительной кровопотерей. Если в раннем периоде некрэктомию выполнить не удалось, то автор рекомендует иссекать струп не ранее второй недели после травмы. Это положение вполне логично, так как к этому

сроку формируется демаркация некротического струпа. При иссечении струпа у обожженного на площади 30% поверхности тела потеря крови составила  $0,4 \pm 0,06$  мл/см<sup>2</sup> при операции в первые сутки и  $0,49 \pm 0,049$  мл/см<sup>2</sup> — после 16-х суток. При выполнении операции в срок от 2-х до 16-х суток кровопотеря была  $0,75 \pm 0,02$  мл/см<sup>2</sup> [9].

**Глубина иссечения.** Дискутабельным остается вопрос о выборе глубины иссечения ожогового струпа. По данным некоторых авторов, результаты гистологических исследований свидетельствуют, что средняя толщина иссекаемого ожогового струпа при тангенциальной некрэктомии составила  $1,7 \pm 1,1$  мм. При этом слой жизнеспособной ткани на этом участке занимал 41,2% от всей толщины иссекаемых тканей. В более чем 25% наблюдений эксцизия не достигла жизнеспособных тканей. Лишь в 10% случаев иссекаемый слой содержал только погибшие ткани, без участков удаленных жизнеспособных тканей. На основании полученных данных авторы сделали вывод, что толщина одного тангенциально иссеченного слоя струпа ненамного больше, чем фактическая толщина всей кожи, и часто содержит жизнеспособную ткань [22].

Некоторые авторы рекомендуют более радикальную методику тангенциальной некрэктомии. Тактика ее выполнения при ожогах более 70% поверхности тела заключалась в послойном иссечении тканей до жизнеспособной подкожной жировой клетчатки. Хирургическое вмешательство выполнялось в объеме тангенциальной некрэктомии с одномоментным закрытием раневых дефектов ауто трансплантатами не позднее 7 суток с момента получения травмы, что сопровождалось хорошими результатами лечения [27].

**Метод иссечения.** По данным авторов, смертность от ожогов значительно снизилась за последние несколько десятилетий [13]. Снижение ее величины связано с рядом факторов, в том числе с совершенствованием хирургической техники тангенциального иссечения некротических тканей. С момента появления данная процедура находилась под постоянным контролем в целях определения ее должного объема и эффективности. Чтобы добиться успеха, тангенциальное иссечение должно выполняться с особым вниманием к кровопотере, температуре тела пациента и жизнеспособности тканей. Непосредственные результаты ее выполнения весьма отличаются на разных участках тела, что подтверждается нашими собственными исследованиями. По мнению ряда авторов, лучшие косметические результаты тангенциального иссечения констатируются при ожогах лица. Такой же точки зрения придерживается и S.L. Jeffery (2007), показавший, что тангенциальное иссечение при ожогах позволяет сохранить неповрежденные ткани с целью достижения максимального косметического эффекта и восстановления их функций в отдаленном периоде [15].

Интересное сообщение представили авторы из китайского ожогового центра [21]. Они изучали эффективность тангенциальной некрэктомии при лечении глубоких ожоговых ран туловища и конечностей у детей в ранние сроки после

ожога. В первой группе сравнения при тангенциальном иссечении использовали роликовый нож. Визуальное отсутствие некротической ткани на дне раны считалось надлежащей глубиной иссечения. Расщепленные кожные трансплантаты использовали при обнажении жировой ткани после тангенциального иссечения. Пациентам второй группы проводилось тангенциальное иссечение в ранние сроки после ожога с помощью электрического дерматома. Толщина была установлена на 0,1 мм, что позволяло иссекать поверхность струпа до появления начальных точечных кровоизлияний на раневой поверхности, что не вызывало значительной потери крови. При этом целью операции не было радикальное удаление погибшего слоя на дне раны. После тангенциального иссечения в обеих группах на раны наносили бесклеточный дермальный матрикс свиньи. Первую смену повязки проводили через 1 неделю после операции. Для закрытия ран в более поздние сроки выполнялась кожная пластика расщепленным кожным трансплантатом. Иссеченный струп и ткани раневого ложа пациентов подвергли морфологическому исследованию. Толщина иссекаемого струпа у пациентов во второй группе составила около 150 мкм. Струп состоял из эпидермиса и верхнего слоя дермы. На ложе раны остались некротические ткани. Продолжительность заживления ран у пациентов второй группы, перенесших минимально инвазивную тангенциальную некрэктомию, составила  $24,8 \pm 2,5$  суток, длительность назначения антибиотиков —  $4,4 \pm 0,7$  суток, в то время как в первой группе раны зажили через  $33,3 \pm 2,5$  суток, а прием антибиотика продолжался  $7,0 \pm 0,7$  суток. Авторами сделан вывод, что лечение глубоких и пограничных ожоговых ран туловища и конечностей методом малоинвазивного тангенциального иссечения с использованием электродерматома в раннем послеожоговом периоде позволяет уменьшить интраоперационную кровопотерю, ускорить заживление ран, сократить сроки применения антибиотиков.

Несмотря на значительное число разработанных приспособлений для тангенциальной некрэктомии, в том числе ножей, остается проблема точности и прецизионности. Тангенциальная некрэктомия с помощью дерматома может привести к меньшей потере ткани, но сопровождается кровопотерей. Более предпочтительна в ряде наблюдений гидрохирургическая система Versajet (Smith & Nephew, Халл, Великобритания), которая обеспечивает более точное удаление погибшей ткани. Авторы считают, что чем более прецизионно иссечен струп, тем более качественную поверхность можно подготовить для будущей аутодермотрансплантации [24].

**Интраоперационный гемостаз.** Важным компонентом выполнения тангенциальной некрэктомии является применение методов гемостаза в ране, так как наиболее частой причиной отторжения аутодермотрансплантата является гематома. Остановка кровотечения с раневой поверхности без электрокоагуляции зачастую невозможна, но это, в свою очередь, препятствует приживлению расщепленного кожного трансплантата [6, 14]. Помимо марлевых салфеток с гемостатическими растворами разрабатываются специальные

перевязочные материалы с кровосберегающим эффектом. Например NuStat®, применение которого при тангенциальной некрэктомии, по данным авторов, экономически выгодно с точки зрения затрат на переливание крови и других процедур для остановки кровотечения [6].

**Тумесцентная техника.** Основным способом снижения потери крови во время тангенциальной некрэктомии в большинстве клиник служит подкожное введение под ожоговые раны и участки забора кожных трансплантатов адреналин-солевого раствора. С целью оценки его эффективности авторы провели сравнение двух групп: в группе наблюдения проводилось подкожное введение раствора адреналина в донорские участки и под ожоговый струп, подлежащий иссечению, в сочетании с пневматическими жгутами на конечностях и повязками, пропитанными физиологическим раствором с адреналином. В группе сравнения с целью гемостаза использовались марлевые компрессы, пропитанные адреналин-тромбиновым раствором (1 мл адреналина 1:1000, тромбина 10 000 ЕД, 1 л физиологического раствора). Применение указанной хирургической тактики значительно снизило среднее количество перелитой крови во время операции [20].

Другие авторы для уменьшения интраоперационной кровопотери также рекомендуют ряд мероприятий, которые включают инфильтрацию адреналином донорского участка и ожоговой раны, местное введение адреналина в донорский участок и иссеченную рану, наложение жгутов на конечности. Предполагаемая кровопотеря снизилась с  $211 \pm 166$  мл до  $123 \pm 106$  мл на процент площади поверхности тела, включая иссечение струпа и аутодермотрансплантацию. Применение комплекса мер во время иссечения ожога и трансплантации привело к значительному снижению кровопотери и необходимости гемотрансфузии [25].

**Использование кровоостанавливающих жгутов.** Дискутабельным остается вопрос об использовании жгута для снижения кровопотери при радикальном иссечении слоя погибших тканей. В частности, авторы оценивали результаты операции с применением жгута и без применения. Общая кровопотеря оказалась меньше при операции под жгутом и составила  $0,19-0,58$  мл/см<sup>2</sup>. Одновременно частота приживления трансплантатов оказалась одинаковой в обеих группах наблюдения и составила 98,2% [17]. По сведениям других авторов, эффективность наложения жгута при тангенциальном иссечении конечностей у ожоговых больных для снижения операционной кровопотери не вызывает сомнения, при этом отмечено уменьшение количества гемотрансфузии и сокращение времени операции [7, 32].

Еще в одном исследовании авторами изучена клиническая эффективность раннего тангенциального иссечения глубоких ожоговых ран без наложения жгута. Хирурги изучили опыт послойного и пошагового тангенциального иссечения в течение первых суток у 32 пострадавших после стабилизации показателей гемодинамики на фоне терапии ожогового шока; операции проводились без жгута. Глубина тангенциального иссечения определялась по факту развития равномерного точечного

кровотечения дна ожоговых ран. Гемостаз раны осуществляли раствором адреналина 1:1000 с последующей аппликацией на ее поверхность бесклеточного ксеногенного матрикса. Регистрировали объемы интраоперационной кровопотери, продолжительность операции, до- и послеоперационную температуру, продолжительность и качество заживления раны. Объем интраоперационной кровопотери с раны площадью 1% поверхности тела составил  $8,8 \pm 0,9$  мл, продолжительность операции —  $0,52 \pm 0,06$  минуты, длительность заживления раны —  $25,2 \pm 2,2$  суток. Авторы сделали вывод, что послойное тангенциальное иссечение ожоговой раны в ранние сроки без наложения жгута имеет преимущества меньшего объема интраоперационной кровопотери, меньшей продолжительности операции и упрощения манипуляций. Легче контролировалась также глубина тангенциального иссечения [16, 33]. Некоторые авторы сообщают, что статистически значимой разницы интраоперационной кровопотери с 1% поверхности тела при использовании жгута и без него не выявлено [27, 28].

**Системная терапия.** Одним из подходов снижения интраоперационной кровопотери предусматривается системное введение препаратов, оказывающих влияние на систему гемостаза. Традиционно к их перечню относят временное снижение (или отмену) антикоагулянтов в предоперационном периоде, назначение свежезамороженной плазмы и ингибиторов фибринолиза [4, 27].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из данных литературных источников, можно сделать вывод, что при выполнении тангенциальной некрэктомии основными неблагоприятными последствиями являются массивная кровопотеря, развивающаяся вследствие избыточного объема удаления тканей и формирования гематом, и частичная или полная утрата кожных трансплантатов, причиной которых становятся нерадикальности иссечения. Исходя из этого, ряд авторов рекомендует детально и четко формулировать основные показания и сроки к выполнению данных оперативных вмешательств [19, 31].

Основными методами снижения операционной кровопотери следует признать персонализированный подход к выбору сроков, методов и глубины послойного иссечения погибших тканей, дифференцированный подход к применению кровоостанавливающих жгутов и тумесцентного раствора, комбинированной системной гемостатической терапии [12]. Объемы кровопотери у обожженных могут существенно различаться, поэтому для обеспечения безопасной операции необходимо учитывать индивидуальную клиническую ситуацию [10], на которую могут оказывать существенное влияние характерные для ожоговых пациентов коагулопатия и тромбоцитопения [8]. Несмотря на развитие хирургических технологий, проблема кровопотери во время выполнения тангенциальной некрэктомии до конца не решена. Нуждаются в углубленном изучении результаты применения биологического клея либо гидрохирургических установок.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Author contribution.** Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вихриев Б.С., Бурмистров В.М. Ожоги. Руководство для врачей. 2-е изд., переработанное и дополненное Л.: Медицина; 1986.
2. Зиновьев Е.В., Вагнер Д.О., Чухарев А.Е. Оценка эффективности эмпирических и расчетных способов определения объема кровопотери при хирургическом лечении пострадавших от ожогов. Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2022; 1: 89–94.
3. Зиновьев Е.В., Вагнер Д.О., Чухарев А.Е. Сравнительная оценка информативности способов определения объема интраоперационной кровопотери при хирургическом лечении пострадавших с ожогами. Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 2021; 180(3): 41–7.
4. Ajai K.S., Kumar P., Subair M., Sharma R.K. Effect of single dose intravenous tranexamic acid on blood loss in tangential excision of burn wounds — A double blind randomised controlled trial. Burns. 2021; 15(4): 276–83.
5. Avazov A.A., Akhmedov R.F., Tukhtaev J.K., Khursanov Y.E. Methods of early surgical treatment of burns. Web of Scientist: International Scientific Research Journal. 2022; 3(6). Available at: <https://wos.academiascience.org/index.php/wos/article/view/1915/1817> (accessed 02 September 2022).
6. Butts C.C., Bose K., Frotan M.A. et al. Controlling intraoperative hemorrhage during burn surgery: A prospective, randomized trial comparing NuStat® hemostatic dressing to the historic standard of care. Burns. 2016; 43(2): 374–8.
7. Cai D.F., Fan Q.H., Zhong H.H. et al. The effects of tourniquet use on blood loss in primary total knee arthroplasty for patients with osteoarthritis: a meta-analysis. Journal of Orthopaedic Surgery and Research. 2019; 14(1): 1–9.
8. Cato L.D., Wearn C.M., Bishop J.R. et al. Platelet count: a predictor of sepsis and mortality in severe burns. Burns. 2018; 44(2): 288–97.
9. Desai M.H. Early burn wound excision significantly reduces blood loss. Ann. Surg. 1990; 211(6): 753–9.
10. Farny B., Fontaine M., Latarjet J. et al. Estimation of blood loss during adult burn surgery. Burns. 2018; 44(6): 1496–1501.
11. Goei H., Baar M.E., Dokter J. et al. Burns in the elderly: a nationwide study on management and clinical outcomes. Burn & Trauma. 2020; 8. Available at: <https://doi.org/10.1093/burnst/tkaa027> (accessed 02 September 2022).
12. Gomez M., Logsetty S., Fish J.S. Reduced blood loss during burn surgery. J. Burn Care Rehabil. 2001; 22(2): 111–7.
13. Greenhalgh D.G. Management of burns. New England journal of medicine. 2019; 380(24): 2349–59.
14. Heather P.F., Claire I.L., Maryanne H.C. et al. Acute blood loss during burn and soft tissue excisions: An observational study of blood product resuscitation practices and focused review. J. Trauma Acute Care Surg. 2015; 78(6): 39–47.
15. Jeffery S.L. A Device related tangential excision in burns. Injury. 2007; 38(5): 35–8.
16. Karim A.S., Yan A., Ocotl E. et al. Discordance between histologic and visual assessment of tissue viability in excised burn wound tissue. Wound Repair and Regeneration. 2019; 27(2): 150–61.
17. Kim Y., Kym D., Cho Y.S. et al. Use of fibrin sealant for split-thickness skin grafts in patients with hand burns: a prospective cohort study. Advances in Skin & Wound Care. 2018; 31(12): 551.
18. Kovalchuk-Bolbatun T.V., Zinchuk V.V., Smotrin S.M., Gulyai I. E. Influence of Early Necrectomy in Pregnant Rats with Deep Thermal Skin Burns on Maternal Oxygen-Dependent Processes and Further Course of Pregnancy. Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology. 2022; 58: 441–7.
19. Lang T.Ch., Zhao R., Kim A. Critical Update of the Assessment and Acute Management of Patients with Severe Burns. Adv. Wound Care. 2019; 8(12): 607–33.
20. Leon-Villalpalos J. Surgical Management of Burn Patients. Handbook of Burns. 2020; 1(1): 443–57.
21. Li F., Chi Y.F., Hu Q. et al. Effects of minimally invasive tangential excision in treating deep partial-thickness burn wounds on trunk and limbs in pediatric patients in the early stage post burn. Zhonghua Shao Shang Za Zhi. 2018; 34(10): 714–8.
22. Lu S. Basic and clinical research in the field of burn wound healing. Zhonghua Shao Shang Za Zhi. 2008; 24(5): 359–61.
23. Mahmoud R., Arbel S., Shuster A. et al. Intraoperative blood loss and the need for preoperative blood preparations in transgender women undergoing facial feminization surgeries: implications for surgeons. International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2022; Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2022.05.010> (accessed 02 September 2022).
24. Nouh O.M., Saad A.S., Aboul Nasr L.A. Versajet™ versus knife excision for burn wound preparation: a randomized controlled trial. European Journal of Plastic Surgery. 2022; 1. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00238-021-01935-w> (accessed 02 September 2022).



25. Palmieri T.L. Burn injury and blood transfusion. *Current Opinion in Anesthesiology*. 2019; 32(2): 247–51.
26. Shpichka A., Butnaru D., Bezrukov E.A. et al. Skin tissue regeneration for burn injury. *Stem Cell Research & Therapy*. 2019; 10(94). Available at: <https://link.springer.com/article/10.1186/s13287-019-1203-3> (accessed 02 September 2022).
27. Soedjana H., Bowo S.A., Putri N.M., Davita T.R. Serum albumin level difference in burn injury after tangential excision: a prospective cohort study. *Annals of Medicine and Surgery*. 2020; 52: 1–4.
28. Tzatzairis T., Drosos G.I., Vogiatzaki T. et al. Multiple intravenous tranexamic acid doses in total knee arthroplasty without tourniquet: a randomized controlled study. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*. 2019; 139(6): 859–68.
29. Xu S., Meng F.Q., Guo C. et al. Modified hidden blood loss based on drainage in posterior surgery on lumbar stenosis syndrome with rheumatoid arthritis. *Orthopaedic Surgery*. 2021; 13(8): 2263–70.
30. Yunusov O.T., Sadikov R.A., Tagaev K.R. et al. Assessment of the efficiency of the local application of hemostatic drug Geprocel in the treatment of patients with deep burns. *South East Asia Journal of Medical Sciences*. 2018; 1-3. Available at: <https://doi.org/10.5281/zenodo.2558592> (accessed 02 September 2022).
31. Zavorotniy O.O., Zinoviev E.V., Volkov V.G. et al. Comparative evaluation of lethal outcome prediction methods in severely burned patients. *Innovative Medicine of Kuban*. 2022; 7(1): 12–8.
32. Zhao H.Y., Yeersheng R., Kang X.W. et al. The effect of tourniquet uses on total blood loss, early function, and pain after primary total knee arthroplasty: a prospective, randomized controlled trial. *Bone & Joint Research*. 2020; 9(6): 322–32.
33. Zhou J., Chen J., Shi J., Su G. Tangential excision of deep partial thickness burn wound during an early stage without tourniquet. *Zhonghua*. 2011; 91(44): 3123–6.
- burn wounds — A double blind randomised controlled trial. *Burns*. 2021; 15(4): 276–83.
5. Avazov A.A., Akhmedov R.F., Tukhtaev J.K., Khursanov Y.E. Methods of early surgical treatment of burns. *Web of Scientist: International Scientific Research Journal*. 2022; 3(6). Available at: <https://wos.academiascience.org/index.php/wos/article/view/1915/1817> (accessed 02 September 2022).
6. Butts C.C., Bose K., Frotan M.A. et al. Controlling intraoperative hemorrhage during burn surgery: A prospective, randomized trial comparing NuStat® hemostatic dressing to the historic standard of care. *Burns*. 2016; 43(2): 374–8.
7. Cai D.F., Fan Q.H., Zhong H.H. et al. The effects of tourniquet use on blood loss in primary total knee arthroplasty for patients with osteoarthritis: a meta-analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2019; 14(1): 1–9.
8. Cato L.D., Wearn C.M., Bishop J.R. et al. Platelet count: a predictor of sepsis and mortality in severe burns. *Burns*. 2018; 44(2): 288–97.
9. Desai M.H. Early burn wound excision significantly reduces blood loss. *Ann. Surg.* 1990; 211(6): 753–9.
10. Farny B., Fontaine M., Latarjet J. et al. Estimation of blood loss during adult burn surgery. *Burns*. 2018; 44(6): 1496–1501.
11. Goei H., Baar M.E., Dokter J. et al. Burns in the elderly: a nationwide study on management and clinical outcomes. *Burn & Trauma*. 2020; 8. Available at: <https://doi.org/10.1093/burnst/tkaa027> (accessed 02 September 2022).
12. Gomez M., Logsetty S., Fish J.S. Reduced blood loss during burn surgery. *J. Burn Care Rehabil.* 2001; 22(2): 111–7.
13. Greenhalgh D.G. Management of burns. *New England journal of medicine*. 2019; 380(24): 2349–59.
14. Heather P.F., Claire I.L., Maryanne H.C. et al. Acute blood loss during burn and soft tissue excisions: An observational study of blood product resuscitation practices and focused review. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2015; 78(6): 39–47.
15. Jeffery S.L. A Device related tangential excision in burns. *Injury*. 2007; 38(5): 35–8.
16. Karim A.S., Yan A., Ocotl E. et al. Discordance between histologic and visual assessment of tissue viability in excised burn wound tissue. *Wound Repair and Regeneration*. 2019; 27(2): 150–61.
17. Kim Y., Kym D., Cho Y.S. et al. Use of fibrin sealant for split-thickness skin grafts in patients with hand burns: a prospective cohort study. *Advances in Skin & Wound Care*. 2018; 31(12): 551.
18. Kovalchuk-Bolbatun T.V., Zinchuk V.V., Smotrin S.M., Gulyai I. E. Influence of Early Necrectomy in Pregnant Rats with Deep Thermal Skin Burns on Maternal Oxygen-Dependent Processes and Further Course of Pregnancy. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*. 2022; 58: 441–7.
19. Lang T.Ch., Zhao R., Kim A. Critical Update of the Assessment and Acute Management of Patients with Severe Burns. *Adv. Wound Care*. 2019; 8(12): 607–33.
20. Leon-Villalpalos J. Surgical Management of Burn Patients. *Handbook of Burns*. 2020; 1(1): 443–57.
21. Li F., Chi Y.F., Hu Q. et al. Effects of minimally invasive tangential excision in treating deep partial-thickness burn wounds on trunk

## REFERENCES

1. Vikhriyev B.S., Burmistrov V.M. Ozhogii [Burns]. *Rukovodstvo dlya vrachev. 2-ye izd., pererabotannoye i dopolnennoye* Leningrad: Meditsina Publ.; 1986. (in Russian).
2. Zinov'yev Ye.V., Vagner D.O., Chukharev A.Ye. Otsenka effektivnosti empiricheskikh i raschetnykh sposobov opredeleniya ob'yema krvopoteri pri khirurgicheskom lechenii postradavshikh ot ozhogov [Evaluation of the effectiveness of empirical and calculated methods for determining the volume of blood loss in the surgical treatment of burn victims]. *Mediko-biologicheskkiye i sotsial'no-psikhologicheskkiye problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2022; 1: 89–94. (in Russian).
3. Zinov'yev Ye.V., Vagner D.O., Chukharev A.Ye. Sravnitel'naya otsenka informativnosti sposobov opredeleniya ob'yema intraoperatsionnoy krvopoteri pri khirurgicheskom lechenii postradavshikh s ozhogami [Comparative assessment of the information content of methods for determining the volume of intraoperative blood loss in the surgical treatment of victims with burns]. *Vestnik khirurgii im. I.I. Grekova*. 2021; 180(3): 41–7. (in Russian).
4. Ajai K.S., Kumar P., Subair M., Sharma R.K. Effect of single dose intravenous tranexamic acid on blood loss in tangential excision of

- and limbs in pediatric patients in the early stage post burn. *Zhonghua Shao Shang Za Zhi*. 2018; 34(10): 714–8.
22. Lu S. Basic and clinical research in the field of burn wound healing. *Zhonghua Shao Shang Za Zhi*. 2008; 24(5): 359–61.
  23. Mahmoud R., Arbel S., Shuster A. et al. Intraoperative blood loss and the need for preoperative blood preparations in transgender women undergoing facial feminization surgeries: implications for surgeons. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2022; Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2022.05.010> (accessed 02 September 2022).
  24. Nouh O.M., Saad A.S., Aboul Nasr L.A. Versajet™ versus knife excision for burn wound preparation: a randomized controlled trial. *European Journal of Plastic Surgery*. 2022; 1. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00238-021-01935-w> (accessed 02 September 2022).
  25. Palmieri T.L. Burn injury and blood transfusion. *Current Opinion in Anesthesiology*. 2019; 32(2): 247–51.
  26. Shpichka A., Butnaru D., Bezrukov E.A. et al. Skin tissue regeneration for burn injury. *Stem Cell Research & Therapy*. 2019; 10(94). Available at: <https://link.springer.com/article/10.1186/s13287-019-1203-3> (accessed 02 September 2022).
  27. Soedjana H., Bowo S.A., Putri N.M., Davita T.R. Serum albumin level difference in burn injury after tangential excision: a prospective cohort study. *Annals of Medicine and Surgery*. 2020; 52: 1–4.
  28. Tzatzairis T., Drosos G.I., Vogiatzaki T. et al. Multiple intravenous tranexamic acid doses in total knee arthroplasty without tourniquet: a randomized controlled study. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*. 2019; 139(6): 859–68.
  29. Xu S., Meng F.Q., Guo C. et al. Modified hidden blood loss based on drainage in posterior surgery on lumbar stenosis syndrome with rheumatoid arthritis. *Orthopaedic Surgery*. 2021; 13(8): 2263–70.
  30. Yunusov O.T., Sadikov R.A., Tagaev K.R. et al. Assessment of the efficiency of the local application of hemostatic drug Geprocel in the treatment of patients with deep burns. *South East Asia Journal of Medical Sciences*. 2018; 1-3. Available at: <https://doi.org/10.5281/zenodo.2558592> (accessed 02 September 2022).
  31. Zavorotniy O.O., Zinoviev E.V., Volkov V.G. et al. Comparative evaluation of lethal outcome prediction methods in severely burned patients. *Innovative Medicine of Kuban*. 2022; 7(1): 12–8.
  32. Zhao H.Y., Yeersheng R., Kang X.W. et al. The effect of tourniquet uses on total blood loss, early function, and pain after primary total knee arthroplasty: a prospective, randomized controlled trial. *Bone & Joint Research*. 2020; 9(6): 322–32.
  33. Zhou J., Chen J., Shi J., Su G. Tangential excision of deep partial thickness burn wound during an early stage without tourniquet. *Zhonghua*. 2011; 91(44): 3123–6.