

АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ПЕРИОПЕРАЦИОННОГО ОБЕЗБОЛИВАНИЯ ПРИ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА

Румянская А.М., Чорний С.И., Никифоров Д.С., Лебедева М.Н.

ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, Новосибирск, e-mail: igravbicer@gmail.com

В специализированных травматолого-ортопедических учреждениях нашей страны в последние десятилетия все шире внедряется операция эндопротезирования плечевого сустава. Присущие этому виду оперативного вмешательства особенности, такие как часто встречающийся выраженный хронический болевой синдром; особенное положение пациентов во время операции (шезлонг); уровень боли в послеоперационном периоде, не уступающий по силе боли при вмешательствах на других крупных суставах, а также определенные ожидания пациентами результатов операции, ставят перед врачами анестезиологами и травматологами-ортопедами ряд задач, требующих обязательного формирования стратегии периоперационного обезболивания, позволяющей как минимизировать осложнения и болевой синдром в раннем послеоперационном периоде, так и создать условия для полноценной ранней реабилитации. Цель работы: проанализировать современные литературные данные и представить актуальную информацию по формированию стратегии анестезии для ЭПС. Был проведен поиск публикаций в базах данных и электронных библиотеках PubMed (MEDLINE), eLibrary. Найденные литературные источники были изучены, в настоящий обзор включены: метаанализы и систематические обзоры ($n=3$), литературные обзоры ($n=16$), рандомизированные контролируемые исследования ($n=19$), клинические рекомендации ($n=1$), отчет о случае ($n=2$) и комментарий к статье ($n=1$). Большинство статей опубликованы в ближайшие 7 лет, в итоге было проанализировано 44 источника. Представленный литературный обзор посвящен рассмотрению основных аспектов планирования анестезии для достижения необходимых результатов анестезиологического обеспечения операции эндопротезирования плечевого сустава, а именно: адекватного обезболивания на всех этапах лечения, что достигается применением концепции мультимодальной анальгезии, включающей проводниковые блокады, в том числе продленные, разрешенные адьюванты, использование по необходимости опиоидов. Рассматриваются также механизмы формирования болевого синдрома, роль ультразвуковой визуализации и стимуляции периферических нервов при выполнении проводниковой блокады межлестничным доступом, возможные осложнения.

Ключевые слова: эндопротезирование плечевого сустава, межлестничная блокада, мультимодальная анальгезия, осложнения, адьюванты.

CURRENT ASPECTS OF PLANNING PERIOPERATIVE PAIN MANAGEMENT DURING SHOULDER ARTHROPLASTY

Rumyanskaya A.M., Chorniy S.I., Nikiforov D.S., Lebedeva M.N.

Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, e-mail: igravbicer@gmail.com

In recent decades the shoulder joint endoprosthetic surgery has been increasingly implemented in specialized traumatology and orthopedic institutions of our country. The specific characteristics inherent to this type of surgical intervention, such as often occurring pronounced chronic pain syndrome; special position of patients during the operation (beach chair); the level of pain in the postoperative period, not inferior in strength to interventions on other major joints, as well as patients' certain expectations of the results of the operation put a number of tasks before anesthesiologists and orthopedic traumatologists that require the mandatory creation of perioperative anesthesia strategy, allowing to minimize the pain of the shoulder joints. Objective of the study: to analyze modern literature data and present up-to-date information on the development of anesthesia strategy for shoulder arthroplasty. A search for publications in databases and electronic libraries PubMed (MEDLINE), eLibrary was conducted. The found literature sources were reviewed and the following types of sources were included in this review: meta-analyses and systematic reviews ($n=3$), literature reviews ($n=16$), randomized controlled studies ($n=19$), clinical guidelines ($n=1$), case reports ($n=2$) and article commentary ($n=1$). Most articles were published no earlier than seven years from the present date, and a total of 44 sources was analyzed. The presented literature review is devoted to the consideration of the main aspects of planning pain management to achieve the necessary results of anesthetic support for shoulder arthroplasty surgery, namely: adequate pain relief, minimizing complications, reducing the use of opioids, creating conditions for early rehabilitation and patient satisfaction with the quality of surgical intervention. The modern approach to solving the problem includes

anesthesia combined with multimodal analgesia. The considered issues include mechanisms of pain syndrome formation, the use of interscalene brachial plexus block, the use of liposomal bupivacaine, contraindications, complications, and adjuvants.

Keywords: shoulder arthroplasty, interscalene block, multimodal analgesia, complications, adjuvants.

Плечевой сустав с его капсульно-связочным аппаратом, вращающей манжетой, синовиальными сумками и суставной жидкостью представляет сложную динамическую систему и играет важную роль в биомеханике верхней конечности [1]. Необходимость выполнения эндопротезирования плечевого сустава (ЭПС) растет во всем мире в связи с распространением ряда хронических заболеваний, инвалидизирующих при длительном течении, сложностью их консервативной терапии и с нередкими побочными эффектами. По данным Р. Sethi с соавторами, в США на 2021 год выполняется около 100 000 ЭПС и ожидается, что в ближайшие 5 лет это число может удвоиться [2]. О. Kolade с соавторами сообщают о том, что прогнозируется увеличение подобных операций с 21,6 до 184,8 на 100 000 пациентов к 2030 году [3]. F. Chen с соавторами отмечают ежегодное выполнение 50 000 ЭПС и увеличение на 7–13% в год [4]. Операция эндопротезирования плечевого сустава в ближайшем послеоперационном периоде по выраженности и продолжительности боли не уступает ортопедическим вмешательствам на других крупных суставах [5, 6]. Периоперационное обеспечение полноценного контроля боли остается важной задачей, поскольку неадекватный контроль боли способствует неблагоприятным последствиям, включающим осложнения, повторные госпитализации, удлинение периода реабилитации и вероятность развития хронической боли [3, 5, 7].

Несмотря на попытки найти идеальную стратегию управления болью, реальность такова, что ЭПС причиняет боль, и она является «нормальной» частью послеоперационного восстановления. Необходимо разъяснять это пациентам и формулировать разумные ожидания в отношении обезболивания еще до оперативного лечения [8, 9]. Постепенно происходит смена парадигмы, заключающаяся в ограничении применения наркотических анальгетиков и сосредоточении внимания на нескольких методах контроля боли одновременно [10, 11, 12]. Пока еще ведутся поиски золотого стандарта, позволяющего достичь качественного интраоперационного обезболивания, комфорта в послеоперационном периоде, обеспечить условия для ранней реабилитации и минимизировать осложнения. Удовлетворенность пациентов оперативным лечением складывается из ряда факторов. Основными из них являются: слабые болевые ощущения в раннем послеоперационном периоде, возможность самообслуживания и начало реабилитации в максимально ранние сроки, оптимально – под контролем хирурга еще в стационаре [13, 14, 15].

Этиопатогенез послеоперационного болевого синдрома

В результате воздействия операционной травмы на терминали первичных афферентных нейронов возникает трансдукция – генерация специфического типа импульсов, кодирующих ощущение боли. Процесс начинается с механических повреждающих стимулов в области операционного доступа и выделения ряда биологически активных веществ (брадикининов, простагландинов), далее происходит трансмиссия вызванной импульсации на вторые нейроны задних рогов спинного мозга. В зависимости от типа участвующих нейронов и нервных волокон к передаче сигнала подключаются те или иные нейромедиаторные системы, модулирующие болевые импульсы посредством влияния компонентов антиноцицептивной системы организма. Итоговая локализация коркового представительства и обработка информации о ноцицептивной стимуляции формируют субъективные характеристики боли и подключают эмоциональный и психологический компоненты. Воспалительная боль этого периода является ноцицептивно-нейропатическим, или смешанным, типом боли. Связанная с механическим повреждением первичная гипералгезия формируется непосредственно вблизи раны, и в течение 12–20 часов появляется область вторичной гипералгезии, захватывающая более обширный участок тканей, что обусловлено стимуляцией других видов рецепторов. Именно эта зона ответственна за сохранение и усиление болевой чувствительности на вторые и последующие сутки после операции, и в сочетании с другими факторами формирует хронический болевой синдром, который оказывает патогенное дезадаптивное влияние на организм [16, 17].

Мультимодальная анальгезия

Мультимодальная анальгезия включает применение ряда фармакологических препаратов, а именно опиоидов, местных анестетиков, парацетамола, НПВС, габапентиноидов, кетамина, дексаметазона, адреналина [9, 12, 14]. Поскольку технология операции предусматривает положение пациента на операционном столе сидя (положение шезлонга) и доступ к голове пациента ограничен ее фиксацией, общепринято проведение общей эндотрахеальной анестезии для обеспечения надежного контроля верхних дыхательных путей на всех этапах оперативного вмешательства [15, 18, 19].

Регионарная анестезия

Блокада плечевого сплетения межлестничным доступом играет основную роль в формировании стратегии мультимодальной анальгезии при операции ЭПС. Ее применение прерывает поток афферентных импульсов к задним рогам спинного мозга и предупреждает развитие гипералгезии [16, 17, 20]. Проводниковая блокада обеспечивает избирательное воздействие на сенсорный, моторный, вегетативный компоненты [21]. При правильном и безопасном проведении блокад, в том числе с возможностью продления анестезии путем использования катетерной технологии, можно получить близкий к идеальному вариант

анестезиологического обеспечения оперативного вмешательства [12, 21, 22]. Частота использования регионарных блокад при проведении анестезии для ЭПС, по данным J. Chan с соавторами, опубликованным в 2020 году, составила 19,1% и 20,8% пациентов при стационарном и амбулаторном эндопротезировании плечевого сустава соответственно [6]. O. Stundner с соавторами сообщают о 20,9% – при стационарном ЭПС [23].

Необходимо учитывать наличие противопоказаний для проводниковой блокады, требуется ряд условий для успешного их выполнения, а именно: специализированные иглы, нейростимулятор, возможность использования УЗИ для верификации структур в области пункции. В России ультразвуковой мониторинг блокады нервных стволов и сплетений внесен в «Профессиональный стандарт врача анестезиолога-реаниматолога» [24]. В случаях с неясными или атипичными анатомическими данными используется комбинированная техника, включающая дополнительно нейростимуляцию [21, 25]. Перед выполнением блокады пациентам показана седация, чаще всего используется мидазолам 1–2,5 мг в/в. Эффективность проводниковой анестезии под УЗИ-контролем, по разным данным, приближается к 90–100% [20]. Проводниковую блокаду можно считать успешной, если она обеспечила полную сенсорную анестезию в зоне оперативного вмешательства через 20–30 мин после введения анестетика [19, 20, 25]. В проспективном исследовании 218 пациентов, проведенном S. Weber. и R. Jain, упомянутом E. Klag с соавторами, частота неудач составила 13%, а J. Sicard с соавторами указывают на 6% [26, 18]. Качество проводникового блока прямо коррелирует с удовлетворенностью пациентов обезболиванием [13, 14, 27].

Продленная проводниковая блокада обеспечивается установкой микрокатетера, позволяющего проводить продолженную инфузию местного анестетика в область, расположенную непосредственно у плечевого сплетения, и избежать рикошетной боли, появляющейся в среднем через 8–24 часов после выполнения однократной блокады. Ее появление связано с окончанием эффекта местного анестетика [14, 26, 28]. Позитивным эффектом продленной блокады являются удлинение безболевого периода после операции, улучшение диапазона пассивных движений на ранних этапах восстановления.

В США в 2011 году FDA одобрило липосомальный бупивакаин (Exparel Pacira Pharmaceuticals, США) для местной инфильтрационной анестезии и в 2018 году – для выполнения межлестничной блокады. Препарат представляет собой мультивезикулярную форму стандартного бупивакаина на основе липидов для обеспечения устойчивого и плавного высвобождения молекул анестетика из фосфолипидного бислоя в течение 48–72 часов после введения, что более чем в 3 раза превышает продолжительность действия стандартных форм ропивакаина и бупивакаина. Примерно 3% бупивакаина при первоначальной инъекции

находится в свободной форме [14, 27, 29]. Стоимость липосомального бупивакаина в 100 раз превышает стоимость обычного бупивакаина [30].

О. Kolade с соавторами опубликовали в 2020 году систематический обзор и метаанализ исследований, сравнивающих липосомальный бупивакаин со стандартным, инъекцируемым в околоуставные ткани плеча, и не обнаружили разницы в показателях ВАШ через 24 и 48 часов [31].

Межлестничная блокада может привести к ряду осложнений разной степени тяжести, таких как: блокада диафрагмального нерва на этой же стороне, синдром Горнера, охриплость голоса, непреднамеренное внутрисосудистое введение анестетика с проявлением системной токсичности, инъекция анестетика субдурально, пункция артерии с развитием гематомы, местные парестезии, механическое повреждение нервных структур [32, 33, 34].

Паралич диафрагмы на стороне блокады, по данным разных авторов, встречается до 100%, но клинические проявления, такие как десатурация, затруднение вдоха, развиваются, как правило, у пациентов с предшествующими нарушениями со стороны органов дыхания и разрешаются по мере окончания блокады [29, 35].

Триада Горнера (птоз, миоз и энтофтальм) – следствие блокады звездчатого узла, которое, как правило, не имеет клинических последствий и встречается достаточно часто [21, 29]. Охриплость голоса возникает при воздействии анестетика на возвратный нерв.

А.М. Овечкин упоминает о том, что повреждения периферических нервов являются редким осложнением регионарной анестезии, в большинстве исследований их частота составляет 0,5–1%. Большинство из них носят транзиторный характер, клинически проявляются мононейропатиями [36].

I. Power с соавторами, проведшие исследование частоты развития осложнений у 154 пациентов с ЭПС, оперированных в условиях сочетанной анестезии, выявили 22,7% осложнений, из них 16,2% были незначительными, но у 6,5% больных развились серьезные легочные осложнения, причем эта группа осложнений была зафиксирована у пациентов с III и IV классами по ASA [37].

Адьюванты

Эпинефрин, являясь мощным вазоконстриктором, используется для продления анальгетического действия местных анестетиков за счет локализованной вазоконстрикции, что снижает системную адсорбцию. Обращает на себя внимание то, что этот эффект более выражен для препаратов короткого и среднего действия, что, по-видимому, связано с продолжительностью действия самого эпинефрина [12, 18, 26].

Ацетаминофен давно используется в качестве обезболивающего и жаропонижающего средства. В рекомендуемых дозах у препарата минимум противопоказаний и побочных эффектов [9, 11, 17].

Прегабалин и габапентин, аналоги эндогенной ГАМК, уменьшают интенсивность боли, оказывают анксиолитическое действие, снижают риск формирования хронического болевого синдрома. Габапентиноиды действуют не на уровне рецепторов к ГАМК, а воздействуют на Ca^{++} каналы в пресинаптическом нервном окончании, блокируя их и снижая входящий ток кальция. Также опиоидсберегающим эффектом обладают НСПВС посредством блокады пути ЦОГ после повреждения ткани. Но многочисленные побочные эффекты этой группы препаратов требуют взвешенного подхода к их назначению и не допускают применения НПВС в качестве монотерапии, несмотря на хороший анальгетический эффект [9, 11, 17].

Дексметомидин, представитель нового поколения альфа-агонистов, является примерно в 8 раз более селективным в отношении альфа-2 рецепторов, чем клофелин. Есть информация о механизмах, не связанных с агонизмом к альфа-2 адренорецепторам, включающих предотвращение реполяризации путем поддержания нейронов в гиперполяризованном состоянии, что в конечном итоге блокирует дальнейшую передачу [12].

Эффективность дексаметазона в качестве адьюванта доказана как для внутривенного введения, так и для перинеурального. Возможно, что перинеуральный механизм действия дексаметазона связан с ингибированием передачи по С-волокам за счет прямого стабилизирующего действия препарата на мембраны нервных волокон. Также препарат подавляет синтез воспалительных медиаторов (брадикинина), препятствует высвобождению нейропептидов из нервных окончаний, индуцирует изменения в глюкокортикоидных рецепторах и ионных каналах [38, 39, 40].

Кетамин характеризуется сложной нейрофармакологией, его анальгезирующее действие опосредовано неконкурентным антагонизмом с NMDA рецепторами, участвующими в передаче и модуляции боли. Их блокада кетаминотом предотвращает переход боли в хроническую форму. Для достижения вышеописанных эффектов используются низкие, субанестетические дозы кетамина, болюсное введение 0,15 мг/кг внутривенно и поддерживающая инфузия от 0,15 до 1,2 мг/кг/час (по данным Y. Yang с соавт. – менее 0,5 мг/кг/час) [41].

Хорошие результаты по снижению боли делают опиоиды препаратами первой линии при выраженном болевом синдроме, например в случае «рикошетной» боли после окончания действия местного анестетика или для той группы пациентов, где в связи с хроническим болевым синдромом операции предшествовал длительный период приема анальгетиков, в том числе и опиоидного ряда. Комплекс негативных побочных эффектов применения опиоидов

(тошнота и рвота, зуд, задержка мочеиспускания, запор, сонливость, возможное угнетение дыхания и риск зависимости) заставляет применять мультимодальную анальгезию на всех этапах, что позволяет значимо минимизировать эти нежелательные эффекты [5, 13, 42].

Заключение

Выраженность послеоперационного болевого синдрома и его влияние на самочувствие, раннюю реабилитацию, развитие осложнений и удовлетворенность пациентов проведенным эндопротезированием плечевого сустава ставят перед анестезиологами задачу формирования грамотной концепции периоперационного обезболивания. Общая анестезия, неизбежно применяемая при этой операции в связи с положением пациента (шезлонг), обязательно должна быть дополнена регионарной анестезией и мультимодальной анальгезией, что подтверждается актуальной информацией, приведенной из изученных литературных источников. Поскольку нет консенсуса по этому вопросу и золотой стандарт обезболивания пока не выработан, необходимо продолжать поиски решений с учетом того, что этот вид оперативного вмешательства, еще достаточно редкий в российских лечебных учреждениях, все же постепенно внедряется и требует готовности анестезиологической службы обеспечить гладкий и комфортный послеоперационный период.

Список литературы

1. Bakhsh W., Nicandri G. Anatomy and Physical Examination of the Shoulder // *Sports Med Arthrosc Rev.* 2018. Vol. 26. Is. 3. P. 10-22. DOI: 10.1097/JSA.000000000000202.
2. Sethi P.M., Mandava N.K., Liddy N., Denard P. J., Haidamous G., Reimers Ch. D. Narcotic requirements after shoulder arthroplasty are low using a multimodal approach to pain // *JSES International.* 2021. Vol. 5. Is. 4. P. 722-728. DOI: 10.1016/j.jseint.2021.02.005.
3. Kolade O.O., Ghosh N., Fernandez L., Friedlander S., Zuckerman J.D., Bosco J.A. Study of variations in inpatient opioid consumption after total shoulder arthroplasty: influence of patient- and surgeon-related factors // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery.* 2020. Vol. 29. Is. 3. P. 508-515. DOI: 10.1016/j.jse.2019.06.021.
4. Chen F.R., Quan T., Ramamurti P., Tabaie S., Zimmer Z.R. The association between anesthesia type and postoperative outcomes in patients receiving primary total shoulder arthroplasty // *Eur. J. Orthop Surg Traumatol.* 2023. Vol. 33. Is. 7. P. 2813-2819. DOI: 10.1007/s00590-023-03494-1.
5. Godlewski M., Knudsen M.L., Braman J.P., Harrison A.K. Perioperative Management in Reverse Total Shoulder Arthroplasty // *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine.* 2021. Vol. 14. Is. 4. P. 282–290. DOI: 10.1007/s12178-021-09709-4.

6. Chan J.J., Cirino C.M., Vargas L., Poeran J., Zubizarreta N., Mazumdar M., Galatz L. M., Cagle P. J. Peripheral nerve block use in inpatient and outpatient shoulder arthroplasty: a population-based study evaluating utilization and outcomes // *Reg Anesth Pain Med.* 2020. Vol. 45. Is. 10. P 818-825. DOI: 10.1136/rapm-2020-101522.
7. Ali I., Gupta H.O., Khazzam M., Thomas G.L., Vattigunta S., Shi B. Y., Jenkins S. G., Srikumaran U. Do local liposomal bupivacaine and interscalene nerve block provide similar pain control after shoulder arthroplasty? A dual - center randomized controlled trial // *J. Shoulder Elbow Surg.* 2021. Vol. 30. Is. 7S. P. 145-152. DOI: 10.1016/j.jse.2021.04.010.
8. Namdari S. What pain levels do TSA patients experience when given a long-acting nerve block and multimodal analgesia? // *Clin Orthop Relat Res.* 2019. Vol. 477. Is. 3. P. 633-634. DOI: 10.1097/CORR.0000000000000670.
9. Codding J.L., Getz Ch.L. Pain Management Strategies in Shoulder Arthroplasty // *Orthop Clin North Am.* 2018. Vol. 49. Is. 1. P. 81–91. DOI: 10.1016/j.ocl.2017.08.010.
10. Broolin T.J., Throckmorton Th.W. Outpatient Shoulder Arthroplasty // *Orthop Clin Nort.* 2018. Vol. 49. Is 1. P. 73–79. DOI: 10.1016/j.ocl.2017.08.011.
11. Patel M.S., Abboud J.A., Sethi P.M. Perioperative Pain Management for Shoulder Surgery: Evolving Techniques // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery.* 2020. Vol. 29. Is. 11. P. 416-433. DOI: 10.1016/j.jse.2020.04.049.
12. Orebaugh S.L., Dewasurendra A. Has the future arrived? Liposomal bupivacaine versus perineural catheters and additives for interscalene brachial plexus block // *Curr Opin Anesthesiol.* 2020. Vol. 33. Is. 5. P. 704-709. DOI: 10.1097/ACO.0000000000000913.
13. Cao X., Pan F. Comparison of liposomal bupivacaine infiltration versus interscalene nerve block for pain control in total shoulder arthroplasty. A meta-analysis of randomized control trails // *Medicine.* 2017. Vol. 96. Is. 39. P. e 8079. DOI: 10.1097/MD.00000000000008079.
14. Desai N., El-Boghdadly K., Albrecht E. Peripheral nerve blockade and novel analgesic modalities for ambulatory anesthesia // *Curr Opin Anesthesiol.* 2020. Vol. 33. Is. 6. P. 760–767. DOI: 10.1097/ACO.0000000000000928.
15. YaDeau J.T., Dines D.M., Liu S.S., Gordon M.A., Goytizolo E. A., Lin Y., Schweitzer A. A., Fields K. G., Gulotta L. V. What pain levels do TSA patients experience when given a long-acting nerve block and multimodal analgesia? // *Clin Orthop Relat Res.* 2019. Vol. 477. Is. 3. P. 622-632. DOI: 10.1097/CORR.0000000000000597.
16. Карелов А.Е. Современные представления о механизмах боли // *Анестезиология и реаниматология.* 2020. № 6. С. 88-95. DOI: 10.17116/anaesthesiology202006188.
17. Овечкин А.М., Баялиева А.Ж., Ежевская А.А., Еременко А.А., Заболотский Д.В., Заболотских И. Б., Карелов А.Е., Корячкин В.А., Спасова А.П., Хороненко В.Э., Уваров Д.Н.,

Ульрих Г.В., Шадрин Р.В. Послеоперационное обезболивание. Клинические рекомендации // Вестник интенсивной терапии имени А. И. Салтанова. 2019. № 4. С. 9-33. DOI: 10.21320/1818-474X-2019-4-9-33.

18. Sicard J., Klouche S., Conso C., Billot N., Auregan J. C., Poulain S., Lespagnol F., Solignac N., Bauer T., Ferrand M., Hardy P. Local infiltration analgesia versus interscalene nerve block for postoperative pain control after shoulder arthroplasty: a prospective, randomized, comparative noninferiority study involving 99 patients // Journal of Shoulder and Elbow Surgery. 2019. Vol. 28. Is. 2. P. 212-219. DOI: 10.1016/j.jse.2018.09.026.

19. Musso D., Klaastad O., Ytrebo L.M. A combination of infraclavicular and suprascapular nerve blocks for total shoulder arthroplasty: A case series // Acta Anaesthesiol Scand. 2021. Vol. 65. Is. 5. P. 674-680. DOI: 10.1111/aas.13787.

20. Азбаров А.А., Апевалов С.И., Калинин А.Г., Синицин М.С. Опыт применения ультразвуковой навигации нервов при блокадах плечевого сплетения в условиях многопрофильного госпиталя // Военно-медицинский журнал. 2020. Т. 341. № 1. С. 44-51. DOI: 10.17816/RMMJ82252.

21. Ямщиков О.Н., Марченко А.П., Емельянов С.А., Иванова О.Д., Марченко Р.А., Игнатова С. А. Продленная плексусная блокада при оперативных вмешательствах на верхних конечностях // Вестник Авиценны. 2023. Т. 24. № 4. С. 562-570. DOI: 10.25005/2074-0581-2023-25-4-562-570.

22. Sviggum H.P., Jacob A.K., Mantilla C.B., Schroeder D.R., Sperling J.W., Hebl J.R. Perioperative nerve injury after total shoulder arthroplasty assessment of risk after regional anesthesia // Regional anesthesia and pain medicine. 2012. Vol. 37. Is. 5. P. 490-494. DOI: 10.1097/AAP.0b013e31825c258b.

23. Stundner O., Rasul R., Chiu Y-L., Sun X., Mazumdar M., Brummett Ch.M., Ortmaier R., Memtsoudis S.G. Peripheral nerve blocks in shoulder arthroplasty. How do they influence complications and length of stay? // Clinical Orthopaedics and Related Research. 2014. Vol. 472. Is. 5. P. 1482-8. DOI: 10.1007/s11999-013-3356-1.

24. Лыхин В.Н., Бушуев В.О., Филявин Р.Э., Гомбожапов Б.Г., Цыденова А.Ю., Бубаев И.А., Сиденов О.И., Жамсоева И.Б. Практическая ультрасонография в руках клинициста // Медицинский алфавит. 2023. № 6. С. 34-38. DOI: 10.33667/2078-5631-2023-6-34-38.

25. Panchamia J.K., Amundson A.W., Jacob A.K., Sviggum H. P., Nguyen N.T.V., Sanchez-Sotelo J., Sperling J. W., Schroeder D. R., Kopp S. L., Johnson R. L. A 3-arm randomized clinical trial comparing interscalene blockade techniques with local infiltration analgesia for total shoulder arthroplasty // J. Shoulder Elbow Surg. 2019. Vol. 28. Is. 10. P. 325-338. DOI: 10.1016/j.jse.2019.05.013.

26. Klag E.A., Okoroha K.R., Kuhlmann N.A., Sheena G., Chen C., Muh S. J. Does the use of periarticular anesthetic cocktail provide adequate pain control following shoulder arthroplasty? // *Shoulder Elbow*. 2021. Vol. 13. Is. 5 P. 502-508. DOI: 10.1177/1758573220916916.
27. Abildgaard J.T., Lonergan K.T., Tolan S.J., Kissenberth M. J., Hawkins R. J., Washburn III R., Adams K. J., Long C. D., Shealy E. C., Motley J. R., Tokish J. M. Liposomal bupivacaine versus indwelling interscalene nerve block for postoperative pain control in shoulder arthroplasty: a prospective randomized controlled trial // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery Board of Trustees*. 2017. Vol. 26. Is. 7. P. 1175-1181. DOI: 10.1016/j.jse.2017.03.012.
28. Namdari S., Nicholson T., Abboud J., Lazarus M., Steinberg D., Williams G. Interscalene Block with and without Intraoperative Local Infiltration with Liposomal Bupivacaine in Shoulder Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial // *J. Bone Joint Surg Am*. 2018. Vol. 100. Is. 16. P. 1373-1378. DOI: 10.2106/JBJS.17.01416.
29. Choromanski D.W., Patel P.S., Frederick J.M., Lemos S.E., Chidiac E.J. The effect of continuous interscalene brachial plexus block with 0.125% bupivacaine vs 0.2% ropivacaine on pain relief, diaphragmatic motility, and ventilatory function // *Journal of Clinical Anesthesia*. 2015. Vol. 27. Is. 8. P. 619-626. DOI: 10.1016/j.jclinane.2015.03.006.
30. Xiao M., Cohen S.A., Cheung E.V., Michael T., Freehill M.T., Abrams G. D. Pain management in shoulder arthroplasty: a systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2021. Vol. 30. Is. 11. P. 2638-2647. DOI: 10.1016/j.jse.2021.06.008.
31. Kolade O., Patel K., Ihejirika R., Press D., Friedlander S., Roberts T., Rokito A. S., Virk M. S. Efficacy of liposomal bupivacaine in shoulder surgery: a systematic review and meta-analysis // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2019. Vol. 28. Is. 9. P. 1824-1834. DOI: 10.1016/j.jse.2019.04.054.
32. Herrick M.D., Liu H., Davis M., Bell J.E., Sites B.D. Regional anesthesia decreases complications and resource utilization in shoulder arthroplasty patients // *Acta Anaesthesiol Scand*. 2018. Vol. 62. Is. 4. P. 540-547. DOI: 10.1111/aas.13063.
33. Nickless J.T., Waterman B.R., Romeo A.A. Persistent diaphragmatic paralysis associated with interscalene nerve block after total shoulder arthroplasty: a case report // *JSES Open Access*. 2018. Vol. 2. Is. 3. P. 165-168. DOI: 10.1016/j.jses.2018.05.003.
34. Verelst P., Zundert A. Respiratory Impact of Analgesic Strategies for Shoulder Surgery // *Regional Anesthesia and Pain Medicine*. 2013. Vol. 38. Is. 1. P. 50-53. DOI: 10.1097/AAP.0b013e318272195d.
35. Baixauli K.P., Gimillo R.P., Gosalvez B.J., Ibáñez A.J. Usefulness of diaphragmatic ultrasound in the early diagnosis of phrenic nerve palsy after shoulder surgery in the prevention of

post-operative respiratory complications // *Rev Esp Anesthesiol Reanim (Engl Ed)*. 2018. Vol. 65. Is. 10. P. 593-596. DOI: 10.1016/j.redar.2018.05.008.

36. Овечкин А.М., Политов М.Е., Морозов Д.В. Неврологические осложнения регионарной анестезии // *Регионарная анестезия и лечение острой боли*. 2018. Т. 12, № 1. С. 6-14. DOI: 10.188.21/1993-6508-2018-12-1-6-14.

37. Power I., Throckmorton T.W., Smith R.A., Azar F.M., Brodin T.J. Pulmonary comorbidities are associated with increased major complication rates following indwelling interscalene nerve catheters for shoulder arthroplasty // *Orthop Clin North Am*. 2020. Vol. 51. Is. 4. P. 527-532. DOI: 10.1016/j.ocl.2020.06.008.

38. Заболотский Д.В., Корячкин В.А., Савенков А.Н., Фелькер Е.Ю., Лавренчук А.В. Влияние дексаметазона на качество анальгетического эффекта периферических блокад // *Регионарная анестезия и лечение острой боли*. 2017. Т. 11. № 2. С. 84-89. DOI: 10.188.21/1993-6508-2017-11-2-84-89.

39. Овечкин А.М., Политов М.Е. Дексаметазон и послеоперационная анальгезия. // *Регионарная анестезия и лечение острой боли*. 2018. Т. 12, № 3 С. 148-154. DOI: 10.188.21/1993-6508-2018-12-3-148-154.

40. Крайнюков П.Е., Гудантов Р.Б., Колодкин Б.Б. Использование дексаметазона при проводниковой блокаде плечевого сплетения в хирургии верхней конечности // *Госпитальная медицина: наука и практика*. 2021. Т. 4, № 2. С. 40-43. DOI: 10.34852/GM3CVKG.2021.85.20.008.

41. Yang Y., Maher D.P., Cohen S.P. Emerging concepts on the use of ketamine for chronic pain // *Expert Review of Clinical Pharmacology*. 2020. Vol. 13. Is. 2. P. 135-146. DOI: 10.1080/17512433.2020.1717947.

42. Sabesan V.J., Stankard M., Grauer J., Echeverry N., Chatha K. Predictors and prescribing patterns of opioid medications surrounding reverse shoulder arthroplasty // *JSES Int*. 2020. Vol. 4. Is. 4. P. 969-974. DOI: 10.1016/j.jseint.2020.08.014.