

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДИАТРИЧЕСКИЙ  
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

*На правах рукописи*

**Трухин Константин Сергеевич**

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГИОНАРНЫХ  
БЛОКАД ПРИ ОПЕРАЦИЯХ НА ПЛЕЧЕВОМ СУСТАВЕ**

3.1.12. Анестезиология и реаниматология

Диссертация  
на соискание учёной степени  
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:  
доктор медицинских наук, доцент  
Д.В. Заболотский

Санкт-Петербург – 2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
ГЛАВА 1 .....	12
1.1 Хирургическое лечение патологии плечевого сустава .....	12
1.2 Особенности артроскопических операций на плечевом суставе.....	14
1.3 Анестезиологическое обеспечение артроскопических операций на плечевом суставе .....	17
1.4 Особенности иннервации плечевого сустава .....	18
1.5 Блокада плечевого сплетения межлестничным доступом .....	21
1.6. Блокада надлопаточного и подмышечного нервов .....	25
1.7 Заключение .....	27
ГЛАВА 2 .....	28
2.1 Клиническая характеристика пациентов .....	28
2.2 Критерии включения и исключения.....	32
2.3 Методы анестезиологического обеспечения .....	32
2.3.1 Регионарные блокады .....	33
2.3.1.1 Блокада плечевого сплетения межлестничным доступом .....	33
2.3.1.2 Блокада поверхностных ветвей шейного сплетения .....	35
2.3.1.3 Инфильтрационная анестезия кожи в области артроскопических портов....	35
2.3.1.4 Блокады надлопаточного и подмышечного нервов.....	35
2.3.2 Внутривенная седация .....	36
2.3.3 Общая анестезия с ИВЛ .....	37
2.4 Оценка сенсорного, моторного и симпатического компонентов блокады .....	37
2.5 Оценка глубины общей анестезии .....	38
2.6 Мониторинг артериального давления и частоты сердечных сокращений.....	38
2.7 Оценка интенсивности боли .....	38
2.8 Оценки функции диафрагмы .....	39
2.8.1 УЗ оценка подвижности диафрагмы в М-режиме .....	39

2.8.2 УЗ оценка толщины диафрагмы в В-режиме.....	41
2.9 Оценка качества внутрисуставной визуализации.....	42
2.10 Оценка удовлетворенности пациентов анестезией .....	42
2.11 Статистический анализ .....	42
ГЛАВА 3 .....	44
3.1 Особенности выполнения блокады плечевого сплетения межлестничным доступом в сочетании с анестезией поверхностных ветвей шейного сплетения или инфильтрационной анестезией кожи .....	44
3.2 Технические особенности выполнения блокады надлопаточного и подмышечного нервов .....	48
3.3 Сравнительная оценка временных интервалов при выполнении блокад плечевого сплетения .....	53
3.4 Оценка сенсорного, моторного и симпатического компонентов блокад.....	60
3.5 Сравнительная оценка интраоперационного обезболивания .....	64
3.6 Влияние регионарных блокад плечевого сплетения на функцию диафрагмы, газовый состав и кислотно-основного состояния крови.....	66
3.7 Оценка показателей артериального давления и частоты сердечных сокращений в интраоперационном периоде .....	78
3.8 Артериальная гипотония и брадикардия у пациентов в сознании .....	81
3.9 Качество внутрисуставной визуализации при артроскопических операциях ..	82
3.10 Сравнительная оценка послеоперационного обезболивания и «удовлетворенности» пациентов.....	85
3.11 Осложнения .....	90
ГЛАВА 4 .....	93
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	103
ВЫВОДЫ .....	107
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	108
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ .....	108

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ .....	109
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	110

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность исследования

В Российской Федерации обращаемость за медицинской помощью по поводу повреждений плеча и плечевого пояса составляет в последнее время около 400 тысяч случаев в год [29]. Для лечения заболеваний и повреждений плечевого сустава в настоящее время все шире используют артроскопические операции [15, 30]. Несмотря на малую инвазивность доступов, реконструктивные операции на плечевом суставе могут сопровождаться выраженным послеоперационным болевым синдромом [140], который по своей интенсивности в первый послеоперационный день занимает 36 место из 179 хирургических вмешательств [141]. Артроскопические операции на плече, выполняемые у пациентов в положении «пляжного кресла» или «шезлонга», обладают рядом особенностей, в частности при использовании общей анестезии существенно снижаются церебральная перфузия и оксигенация [143, 186]. В связи с этим, целесообразным представляется применение регионарных методов анестезии и анальгезии [6]. Методом выбора для анестезии является блокада плечевого сплетения (ПС) межлестничным доступом [138]. Методами выбора для анальгезии являются: блокада ПС межлестничным доступом, или комбинированная блокада надлопаточного и подмышечного нервов (НПН) [153].

Несмотря на широкое внедрение в практику регионарной анестезии ультразвуковой (УЗ) навигации и нейростимуляции, анестезия ПС межлестничным доступом сопровождается высокой частотой непреднамеренной блокады диафрагмального нерва с развитием одностороннего пареза диафрагмы [82]. Кроме того, существует вероятность развития внезапной артериальной гипотонии и брадикардии (АГБ), частота которой составляет до 28% [173], и в ряде случаев приводит к остановке кровообращения [62, 111, 162]. Спорным остается вопрос о том, может ли блокада НПН при артроскопии плеча являться безопасной альтернативой блокаде ПС межлестничным доступом. Мнения относительно клинической эквивалентности этих методов диаметрально противоположны [38, 113]. Одни авторы используют блокаду только надлопаточного нерва в дополнение

к общей анестезии и не находят разницы с межлестничным доступом к ПС [179], другие – считают, что блокада НПН значительно менее эффективна [185]. Различные методы выполнения блокады надлопаточного нерва по-разному влияют на функцию диафрагмы [112]. А от анатомической variability и доступа может зависеть эффективность блокады подмышечного нерва [101].

### **Степень разработанности темы исследования**

При артроскопических операциях на плечевом суставе «золотым стандартом» считают блокаду ПС межлестничным доступом [142]. Однако в настоящее время продолжается поиск альтернативных способов регионарной анестезии, что обусловлено в первую очередь высокой частотой непреднамеренной блокады диафрагмального нерва, свойственной традиционному межлестничному доступу к ПС [82, 205]. Попытки снизить это влияние находят отражение в поиске альтернативных и модифицированных методов [83, 178]. Роль блокады только надлопаточного нерва [44] или комбинированной блокады НПН [68] окончательно не определена. Показано, что при этих блоках частота непреднамеренной блокады диафрагмального нерва встречается от 2% до 40% [112, 202], что сравнимо с результатами, получаемыми при блокаде ПС межлестничным доступом. В доступной литературе исследования по использованию комбинированной блокады НПН противоречивы, поэтому необходимы дальнейшие исследования по оценке их эффективности по сравнению с блокадой ПС межлестничным доступом [144].

Таким образом, усовершенствование блокады ПС в межлестничной борозде и разработка альтернативной методики блокады периферических нервов при ортопедических операциях на плече с использованием артроскопической техники, оценка клинических особенностей блокад, а также изучение влияния УЗ контроля на безопасность их проведения представляется актуальной темой.

### **Цель исследования**

Повышение эффективности анестезиологического обеспечения артроскопических операций на плечевом суставе путем технического совершенствования регионарных блокад нервов плечевого сплетения.

### **Задачи исследования**

1. Оценить эффективность разработанного способа блокады плечевого сплетения межлестничным доступом при артроскопических оперативных вмешательствах на плечевом суставе у пациентов в сознании.
2. Оценить эффективность авторского метода блокады надлопаточного и подмышечного нервов в сочетании с общей анестезией при артроскопических оперативных вмешательствах на плечевом суставе.
3. Оценить частоту развития блокады диафрагмального нерва путем ультразвукового исследования функции диафрагмы и изучить ее влияние на газовый состав крови при различных блокадах плечевого сплетения.
4. Выявить факторы риска развития гипотонии и брадикардии при блокаде плечевого сплетения межлестничным доступом у пациентов, оперированных в сознании.

### **Научная новизна исследования**

Впервые теоретически обосновано и научно доказано, что разработанный метод прецизионной блокады ПС межлестничным доступом, выполненной путем многократного репозиционирования иглы под УЗ навигацией и нейростимуляцией (патент РФ № 2610883) [26], позволяет сократить количество используемого местного анестетика (МА), уменьшает частоту возникновения случаев АГБ у пациентов в сознании в положении полусидя и частоту непреднамеренной блокады диафрагмального нерва, обеспечивая анестезию и хорошую послеоперационную аналгезию.

При сравнительном исследовании, определена анальгетическая эффективность блокады ПС межлестничным доступом и разработанного метода блокады НПН (патент РФ № 2645639) [28], при артроскопических вмешательствах на плечевом суставе.

## **Теоретическая и практическая значимость работы**

Проведенное исследование позволяет оптимизировать выбор регионарной блокады при артроскопических операциях на плечевом суставе. Разработаны: способ анестезии ПС межлестничным доступом при артроскопических оперативных вмешательствах на плечевом суставе (патент РФ № 2610883) [26], и способ ультразвук-ассистированной блокады НПН при артроскопических оперативных вмешательствах на плечевом суставе (патент РФ № 2645639) [28].

Внедрен в клиническую практику способ анестезии ПС межлестничным доступом при артроскопических оперативных вмешательствах на плечевом суставе, позволяющий проводить операции у пациентов в сознании, безопасный в отношении непреднамеренной блокады диафрагмального нерва и безопасный в отношении гемодинамических инцидентов у пациентов в положении полусидя.

Внедрена в клиническую практику ультразвук-ассистированная блокада НПН в сочетании с общей анестезией при артроскопических оперативных вмешательствах на плечевом суставе, которая обеспечивает эффективную периоперационную аналгезию, при отсутствии осложнений, сопутствующих регионарным блокадам ПС.

## **Методология и методы исследования**

Методологической основой исследования явилось последовательное применение методов научного познания. Проведено одноцентровое открытое рандомизированное контролируемое проспективное продольное исследование в параллельных группах. В исследовании использовались клинические, лабораторные, аналитические и статистические методы исследования. Объект исследования – пациенты, оперированные на плечевом суставе с использованием артроскопической техники. Предмет исследования – регионарные блокады при операциях на плечевом суставе.



### **Положения, выносимые на защиту**

1. Разработанный оригинальный метод блокады плечевого сплетения межлестничным доступом обеспечивает надежное периоперационное обезболивание при артроскопических оперативных вмешательствах на плечевом суставе. Блокада надлопаточного и подмышечного нервов имеет достаточное интраоперационное обезболивание только в сочетании с общей анестезией.

2. Клиническими особенностями разработанных оригинальных методов являются значительное снижение дозировок местных анестетиков, эффективный сенсомоторный блок в зоне операции, сокращение времени пребывания пациента в операционной при прецизионной блокаде плечевого сплетения, а также недостаточность анестезии при блокаде надлопаточного и подмышечного нервов. Фактором риска артериальной гипотонии и брадикардии при блокаде плечевого сплетения межлестничным доступом является синдром Горнера.

3. Использование прецизионной блокады стволов плечевого сплетения межлестничным доступом в комбинации с местной анестезией в области установки артроскопических портов снижало частоту, но не исключало блокаду диафрагмального нерва с развитием одностороннего пареза диафрагмы. Блокада надлопаточного и подмышечного нервов не вызывала парез диафрагмы.

### **Внедрение результатов работы**

Полученные результаты внедрены в практику работы отделения анестезиологии и реанимации Клиники высоких медицинских технологий имени Н.И. Пирогова Санкт-Петербургского государственного университета и в учебно-педагогический процесс кафедры анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии имени профессора В.И. Гордеева ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета».

### **Степень достоверности и апробация результатов**

Степень достоверности полученных результатов определяется достаточным количеством наблюдений (396 пациентов), включенных в исследование, с

использованием современных методов обследования, репрезентативностью выборки, наличием групп сравнения, применением современных методов статистического анализа полученных цифровых данных.

Основные положения диссертации были представлены и обсуждены на II-й Всероссийской научно-практической конференции «Анестезиологическое обеспечение операций на крупных суставах» (Новосибирск, 2012); межрегиональной научно-практической конференции «Проблемы регионарной анестезии и лечения послеоперационной боли» (Москва, 2014); Межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные вопросы регионарной анестезии «Мультисистемный и междисциплинарный подход к лечению послеоперационной боли» (Москва, 2016); III-ем съезде анестезиологов - реаниматологов Северо-Запада с участием медицинских сестер анестезистов (СПб, 2019).

### **Публикации**

По теме диссертации опубликовано 9 печатных работ, из которых 3 – в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации. Одна статья в издании, индексируемом в Scopus.

### **Структура диссертации**

Объем диссертации составляет 134 страницы машинописного текста. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследования, результатов собственных исследований, обсуждения результатов, заключения, выводов, практических рекомендаций, указателя литературы и приложения. Текст иллюстрирован 15 таблицами и 36 рисунками. В списке литературы приведены 33 отечественных и 179 зарубежных источников.

### **Личное участие автора в проведении исследования**

Участие автора в работе выразилось в выдвижении идеи исследования, разработки его плана, наборе фактического материала, обобщении и

статистической обработке полученных цифровых данных. Доля участия автора составляет более 90%, а в обобщении, анализе и написании до 100%.

# ГЛАВА 1

## АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИ ОПЕРАЦИЯХ НА ПЛЕЧЕВОМ СУСТАВЕ

(аналитический обзор литературы)

### 1.1 Хирургическое лечение патологии плечевого сустава

Ежегодная заболеваемость патологией плечевого сустава составляет 15 на 1000 пациентов [20, 100, 169]. В Российской Федерации, согласно статистике Минздрава, с повреждениями плеча и плечевого пояса, без учета переломов, за 2017-2019 г. обращалось в среднем более 400 тысяч пациентов в год [29].

К основной патологии плечевого сустава, по поводу которой проводится хирургическое лечение относятся деформирующий остеоартроз плечевого сустава и периартикулярная патология, которая включает в себя согласно классификации T.S. Thornhill (2013): тендинит мышц вращательной манжеты, тендинит двуглавой мышцы плеча, кальцифицирующий тендинит, адгезивный капсулит, разрыв (частичный или полный) сухожилий мышц вращательной манжеты [10, 129], а также «синдром сдавления ротаторов плеча» (M75.1 по МКБ-10), известный в международной литературе как «subacromial impingement syndrome». Также распространенной патологией являются повреждения плечевого сустава при его нестабильности: отрыв переднего периостального рукава суставной губы (ALPSA – «Anterior Labral Periosteal Sleeve Avulsion»), отрыв капсулы и суставной губы от суставной впадины плеча (повреждение Банкарта), повреждение верхнего участка суставной губы (SLAP – «Superior Labrum Anterior and Posterior Lesions»), частичный внутрисуставной отрыв сухожилия надостной мышцы (PASTA – «Partial Articular Supraspinatus Tendon Avulsion») и повреждение Хилл-Сакса – костное повреждение задне-наружной части головки плеча при ударе о край суставной впадины после вывиха [18]. Из этой патологии социально более значимыми являются повреждения плечевого сустава, составляющие от 16 до 55% всех повреждений крупных суставов [15]. Частота хронической нестабильности плечевого сустава занимает 60% среди остальных вывихов и до 3% от всех травм

опорно-двигательной системы, составляя 170 случаев на 1000 человек [18]. Повреждения плечевого сустава являются одной из наиболее частых причин потери трудоспособности и инвалидизации населения как в России, так и в других странах [5]. Распространенность патологии мягких тканей плечевого сустава составляет 4–7%, причем она увеличивается с возрастом до 3–4% в возрасте 40–44 лет и 15–20% в возрасте 60–70 лет [32].

Для лечения заболеваний и повреждений плечевого сустава в последние годы используют малоинвазивные артроскопические операции. С момента первых публикаций начала 1980-х годов [47], артроскопия имела преимущественно диагностическую роль для решения вопроса о необходимости открытой операции. В дальнейшем результаты артроскопических операций сравнивались с результатами открытых, в частности при лечении травматической нестабильности плечевого сустава [159], или даже превосходили их [18]. Современная артроскопия в результате внедрения новых технологий уже дает возможность выполнять и восстановительные, реконструктивные операции [1]. Тенденция к значительному увеличению артроскопических операций на плечевом суставе отмечена около 20 лет назад: так в США за десятилетний период (с 1996 по 2006 гг.) их количество увеличилось в 3,5 раза [67]. В настоящее время артроскопия плечевого сустава является одной из наиболее распространенных ортопедических процедур – так по недавним оценкам Американского ортопедического общества спортивной медицины, во всем мире их ежегодно проводится 1,4 миллиона [117]. Сегодня артроскопическим способом выполняют следующие операции: декомпрессия субакромиального пространства при "импинджмент"-синдроме, дистальная резекция ключицы и акромиопластика, санация, капсулярный релиз, восстановление при повреждении верхней части суставной губы, связанной с длинной головкой двуглавой мышцы плеча (Superior Labrum Anterior to Posterior, SLAP – синдром), восстановление при рецидивирующей нестабильности (шов повреждения Банкарта), восстановление повреждения ротаторной манжеты, передней капсулы и хрящевой губы [2, 11, 33, 122].

## 1.2 Особенности артроскопических операций на плечевом суставе

Отмечают две возрастные категории пациентов: молодую (15-40 лет), оперируемую по поводу нестабильности, что связано с травматизмом при активном образе жизни и занятиях спортом; и более пожилую (35-75 лет), оперируемую по поводу повреждения вращательной манжеты плеча и субакромиального импинджмент-синдрома, что обусловлено дегенеративными возрастными изменениями [18, 30, 122].

Артроскопические операции на плече в целом считаются безопасными. Общее количество осложнений по данным С. Martin не превышает 0,99% [34]. 30-дневная летальность 0,04% (4/9410 пациентов). Из других осложнений можно отметить: повторную операцию (0,31%), хирургические инфекции (0,17%), в том числе глубокие инфекции (0,01%), тромбоз глубоких вен или тромбофлебит (0,09%), повреждение периферического нерва (0,01%) и легочную эмболию (0,06%). Факторами риска развития осложнений являются: курение, хронические обструктивные заболевания легких в анамнезе, оперативное время более 1,5 ч, а также 3 и 4 класс ASA [34].

В целом артроскопические операции на плечевом суставе, благодаря своей малотравматичности по отношению к нормальным тканям считаются малоболезненными в послеоперационном периоде, что облегчает и ускоряет реабилитацию [122]. Однако после реконструктивных артроскопических операций на плечевом суставе боль в течение первых 1-2 суток зачастую сопоставима с болью после эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов, при этом 30% пациентов сообщают о сильной боли в первый послеоперационный день [43, 140]. Как правило, максимально сильной боль бывает после артроскопического восстановления повреждений ротаторной манжеты [139, 153]. Болевой синдром после операции препятствует ранней и эффективной реабилитации, которая необходима для улучшения результатов. Сильная боль является основным фактором, который ставит под угрозу раннюю физиотерапию [57]. При амбулаторной артроскопии плечевого сустава – болевой синдром является причиной повторных незапланированных ночных госпитализаций [177].

При артроскопических операциях на плечевом суставе существуют два варианта укладки пациента на операционном столе: 1) - положение лежа на боку, и 2) - положение полусидя или «шезлонг», каждое из которых не имеет абсолютного превосходства, и каждое из которых имеет свои преимущества и свои недостатки с точки зрения удобства выполнения операции и с точки зрения влияния на безопасность пациента [37, 154]. Выбор положения определяется предпочтением хирурга [145]. Главным преимуществом положения лежа на боку перед положением «шезлонг» является отсутствие позиционных условий для возможного развития гипоперфузии и десатурации головного мозга. [136]. Основными недостатками являются: а) риск тракционной нейропатии ветвей плечевого сплетения [167], которая может реализовываться как в виде временной парестезии (10%), так и перманентной нейропаксии (2.5%), б) редко, но бывают повреждения нерва хирургическим портом («на 5 часах»), в) в виде сообщений встречались случаи обструктивных нарушений в дыхательных путях из-за отека мягких тканей, связанного с распространением ирригационного артроскопического раствора [131, 148, 154]. Положение полусидя («положение в шезлонге», «пляжное кресло» или «beach chair» position) применяют при артроскопии плечевого сустава с конца 1980-х годов, а его внедрение в практику было вызвано недостатками положения на боку [168, 171, 208]. Положение характеризуется тем, что «спинка» операционного стола приподнята на  $45^{\circ}$ – $90^{\circ}$  относительно горизонтальной плоскости, у пациента нижние конечности согнуты в тазобедренных и слегка в коленных суставах. В США операции на плечевом суставе чаще выполняют в положении «шезлонг» – около 2000 операций в год [151]. Основными преимуществами перед положением «на боку» являются: меньшая трудоемкость при укладке, качественнее внутрисуставная визуализация, уменьшение интраоперационной кровопотери, снижение вероятности развития как тракционной, так и прямой травмы хирургическим инструментом сосудов и нервов, простота перехода на открытый доступ в случае необходимости и проще обеспечение проходимости дыхательных путей при осложнениях [37, 145, 148, 167, 168]. Основные недостатки положения «шезлонг»: эпизоды АГБ с церебральной гипоперфузией [64, 78, 135, 154, 173],

случаи инсультов и нарушения зрения [54, 88, 150], цервикальная нейропраксия, воздушная эмболия/пневмоторакс [148, 154]. По некоторым данным частоту цереброваскулярных осложнений оценивают - 0.00382% (8/209628) [151]. Тем не менее, предпосылки для этих осложнений выявляют значительно чаще – так при сравнительных исследованиях церебральной оксиметрии, угрожаемые отклонения показаний сатурации от нормального диапазона имеют частоту до 29% [143, 145].

Для успешного выполнения артроскопической операции необходима хорошая внутрисуставная визуализация, важным условием которой считают управляемую артериальную гипотонию, что сопровождается уменьшением локальной кровоточивости. Альтернативными мерами могут являться: добавление адреналина к ирригационному артроскопическому раствору, увеличение давления притока на артроскопической помпе, устранение турбулентности ирригационной жидкости [1]. Однако внутрисуставное использование адреналина может иметь ближайшие негативные последствия – развитие внезапной гипотонии и брадикардии вследствие активации кардиоингибиторного рефлекса Бецоляда Яриша [78, 187], и отдаленные последствия в виде развития хондролиза [94, 176]. Увеличение давления притока на артроскопической помпе также не является универсальным приемом – чрезмерное увлечение этим способом может приводить к развитию околоуставной экстравазации и отека прилегающих мышц и мягких тканей, что при отеке шеи требует интубации трахеи [105]. При массивной экстравазации жидкости в мышцы, описаны случаи рабдомиолиза и острой почечной недостаточности с последующей заместительной почечной терапией [157].

Таким образом, актуальными вопросами, помимо интраоперационного обезболивания и обеспечения необходимых условий для проведения операции являются: оптимизация послеоперационного обезболивания, обеспечение безопасности для церебральной гемодинамики у пациентов в положении полусидя, или определение противопоказаний к такому положению, стратегия снижения событий гипотонии и брадикардии и обеспечение приемлемых условий для внутрисуставной визуализации.



### **1.3 Анестезиологическое обеспечение артроскопических операций на плечевом суставе**

В настоящее время для анестезиологического обеспечения артроскопических операций на плечевом суставе наиболее распространенной и рекомендуемой является общая анестезия в сочетании с регионарными методами, чаще всего блокадой ПС межлестничным доступом [2, 93, 107]. Именно блокада ПС межлестничным доступом, по результатам обзора 40 рандомизированных контролируемых проспективных исследований из 15 различных вариантов блокад, является наиболее эффективным методом контроля послеоперационной боли при артроскопии плеча [142].

В историческом контексте необходимо упомянуть единичные попытки использования эпидуральной анестезии и аналгезии с катетеризацией эпидурального пространства на шейном уровне при операциях на плечевом суставе. Сегодня эпидуральную блокаду на уровне шейных сегментов не используют рутинно из-за высокого риска нарушений витальных функций [66, 86]. Можно только ретроспективно рассматривать и внутрисуставную местную анестезию – одного из факторов постартроскопического хондролита – осложнения, при котором суставной хрящ претерпевает быстрые, дегенеративные изменения вскоре после артроскопической хирургии. Развивается чаще у молодых (в возрасте до 40 лет) пациентов, проявляясь суставной болью с прогрессирующей потерей движения, спустя несколько месяцев после артроскопии. Частота данного осложнения быстро росла с начала 2000-х годов. Для предотвращения хондролита необходимо избегать внутрисуставной инфузии растворов МА из-за высокого риска хондротоксичности [121, 212]. Уже с 2008 г. Американская академия ортопедических хирургов предупредила своих членов избегать внутрисуставных инфузий растворов МА [130].

Общая анестезия и системная аналгезия при артроскопических операциях на плечевом суставе имеет недостатки. Общая анестезия не влияет на афферентную ноцицепцию. В отличие от нее, блокаду ПС считают наиболее адекватным методом анестезии при оперативных вмешательствах на верхних конечностях, которая

прерывает поток афферентных импульсов к задним рогам спинного мозга и предупреждает развитие гипералгезии структур спинного и головного мозга [24]. Общая анестезия не обеспечивает послеоперационную аналгезию, а по сравнению с любой схемой системного обезболивания регионарные блокады характеризуются непревзойдённым уровнем аналгезии [6]. По сравнению с общей анестезией и системным обезболиванием даже однократная блокада ПС уменьшает воспалительный ответ и иммуносупрессию после артроскопического восстановления ротаторной манжеты [89]. Кроме этого кратковременное интраоперационное применение опиоидов короткого действия может повлечь развитие острой толерантности к наркотическим анальгетикам и ятрогенной гипералгезии, что является фактором риска формирования хронического послеоперационного болевого синдрома [22, 85, 103]. Программа аналгезии, включающая в себя кроме системного обезболивания регионарную блокаду, в наибольшей степени соответствует принципам «мультимодальной» аналгезии, которые ввел Н. Kehlet [124], и рекомендациям международной рабочей группы по разработке протоколов послеоперационного обезболивания [153]. Актуальным именно для артроскопии плечевого сустава является негативное влияние общей анестезии в положении «шезлонг» на церебральную перфузию и оксигенацию – ее значимое снижение наблюдают с частотой до 29% [143]. Это влечет за собой нейроповеденческие изменения после общей анестезии [186].

Актуальное практическое значение имеют блокады ПС и периферических нервов, иннервирующих плечевой сустав. При выборе регионарной блокады нужно учитывать иннервацию плечевого сустава, необходимо оценить возможность метода обеспечения моно- или сочетанной анестезии, потенциал для послеоперационной аналгезии.

#### **1.4 Особенности иннервации плечевого сустава**

На сегодняшний день известно, что плечевой сустав и структуры его окружающие иннервируют периферические нервы, которые относят к коротким ветвям ПС ( $C_5 - Th_1$ ), а также нервами из корешков  $C_3 - C_4$  шейного сплетения (ШС).

Кожную иннервацию области плечевого сустава обеспечивают НПН ( $C_5 - C_6$ ), и надключичные нервы из ШС ( $C_3 - C_4$ ). Переднюю часть сустава иннервируют подлопаточный и подмышечный нервы (оба из заднего пучка) и латеральный грудной нерв (из латерального пучка,  $C_5-C_6-C_7$ ) [59, 116], а также мышечно-кожный ( $C_5 - C_7$ ) и длинный грудной ( $C_5 - C_7$ ) нервы [99]. Задняя часть плечевого сустава иннервируют ветви надлопаточного (верхний ствол,  $C_5-C_6$ ) и подмышечного нервов (задний пучок,  $C_5-C_6$ ) [59, 116]. Надлопаточный нерв обеспечивает суставную иннервацию на 70% [182]. Подмышечный нерв обеспечивает большую часть оставшейся суставной иннервации. Суставная ветвь латерального грудного нерва присутствует в 67,4% [46].

Помимо самого плечевого сустава, соседние мягкие ткани также получают иннервацию из ПС: мышцы вращающей манжеты (надлопаточный, подлопаточный и подмышечный нервы  $C_5-C_6$ ), дельтовидная мышца (подмышечный нерв), подклювовидная бурса (подлопаточный нерв), субакромиальная бурса (латеральный грудной и надлопаточный нервы), кораклоключичная связка (латеральный грудной нерв), коракоплечевая связка (надлопаточный нерв) и коракоакромиальная связка (надлопаточный нерв) [99, 116, 165].

Дорсальный нерв лопатки ( $C_4, C_5$ ), иннервирует большую и малую ромбовидные мышцы и мышцу, поднимающую лопатку; длинный грудной нерв ( $C_5, C_6, C_7$ ) – заднюю верхнюю зубчатую мышцу [2, 99]. Блокада этих, исключительно двигательных нервов, может иметь значение для обеспечения мышечной релаксации в зоне операции.

Необходимо отметить, что суставные ветви отходят от подмышечного нерва в четырехстороннем отверстии, а суставные ветви от надлопаточного нерва чаще отходят в надостной ямке, но могут отходить и проксимальнее поперечной связки лопатки [2, 193].

Клиническое значение, особенно для риска осложнений, имеет близость других анатомических структур: диафрагмального и возвратного нервов, шейных симпатических ганглиев, эпидурального пространства, кровеносных сосудов [204].

Таким образом, клинической целью регионарной анестезии является обеспечение анестезии всех этих нервов. Для обеспечения анальгезии вероятно достаточна блокада некоторых ключевых нервов. Надлопаточный нерв отходит от наиболее проксимального отдела плечевого сплетения (от верхнего ствола) в точке Эрба, расположенной на 2-3 см выше ключицы, непосредственно позади заднего края грудино-ключично-сосцевидной мышцы. Поэтому, при операции на плечевом суставе целью блокады ПС является уровень его стволов. Традиционно этого достигают с помощью межлестничного доступа на уровне C<sub>5</sub>-C<sub>6</sub> корешков [58, 82]. Кожную иннервацию области плечевого сустава частично осуществляют надключичные нервы из поверхностного ШС (C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub>). Чтобы проводить операции на плече исключительно под периферической регионарной анестезией, при блокаде ПС необходимо захватывать корешки C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> [204] или сочетать ее с блокадой ШС, для обеспечения анестезии кожи [27]. А.В. Брухнов и соавт. (2014) показали, что межлестничный доступ к ПС с использованием минимальных доз МА (5 мл) не будет вызывать блокаду ветвей поверхностного ШС, а при использовании 30 мл – нет необходимости в дополнительной блокаде ШС [23]. При вмешательствах на плечевом суставе выбор или за блокадой стволов ПС (20-30 мл местного анестетика) или корешков C<sub>5</sub>-Th<sub>1</sub> (5 мл местного анестетика по 1 мл к каждому корешку) в сочетании с блокадой ветвей поверхностного ШС [21].

Блокаду поверхностных ветвей ШС легко выполнить с помощью УЗ навигации или путем инфильтрации МА вдоль задней границы грудино-ключично-сосцевидной мышцы [31, 195].

Обновления сведений об иннервации плечевого сустава сохраняют актуальность – так за последнее время составлены картограммы частот суставных ветвей периферических нервов, определены области с наибольшей плотностью ноцицепторов и механорецепторов. Эти анатомические исследования требуют клинической оценки безопасности и эффективности селективной блокады суставных нервов плечевого сустава. [165, 196]. Учитывая анатомию иннервации плечевого сустава, комбинации точек доставки МА сегодня используют 15 разновидностей блокад для обезболивания артроскопии плеча [142].

### **1.5 Блокада плечевого сплетения межлестничным доступом**

Впервые описание межлестничного доступа к ПС для обезболивания при операциях на верхней конечности в 1925 году опубликовал хирург Н. Hilarowicz [211]. Блокаду ПС межлестничным доступом относят к «золотому стандарту» и методу выбора для анестезиологического обеспечения артроскопических операций на плечевом суставе [4, 9, 142]. Этот вид регионарной анестезии можно использовать как вариант моноанестезии [73, 106, 118]. Однократная инъекция МА в ПС через межлестничную борозду может быть альтернативой общей анестезии при операциях на плечевом суставе [209]. При непродолжительных вмешательствах без ожидаемой значительной кровопотери, с согласия больного, хирургическое вмешательство возможно проводить в сознании под регионарной анестезией [6]. У пожилых пациентов с высоким риском развития глаукомы, анестезию ПС считают методом выбора, так как внутриглазное давление на стороне блокады снижается [53]. Минимальное влияние метода на мозговую перфузию и оксигенацию, приводит к низкой частоте церебральных осложнений [65, 119, 138]. Локальные преимущества заключаются в симпатической денервации, улучшении микроциркуляции, что положительно влияет на метаболизм тканей и уменьшает послеоперационный локальный отек [25].

Как анальгетический компонент сочетанной анестезии, БПСМД используют в виде однократной инъекции МА или пролонгированной аналгезии через установленный к сплетению перинеуральный катетер [23, 84, 118, 12, 76, 132]. Сочетание метода с общей анестезией обеспечивает эффективное обезболивание и положительное влияние на биохимический профиль маркеров стресса [2, 93]. Использование блокады ПС межлестничным доступом значительно снижает уровень послеоперационной боли и количество назначаемых анальгетиков [117]. Проведение вмешательств под регионарной анестезией имеет экономическую выгоду, в сравнении с общей анестезией [71, 117]. По результатам метаанализа, включившем 23 рандомизированных контролируемых исследований (1090 пациентов), блокада ПС, выполненная однократно перед артроскопической или

открытой операцией на плечевом суставе, обеспечивала эффективную аналгезию до 6 часов с пассивными движениями и до 8 часов при условии состояния покоя [209].

Ранее считали, что для проведения хирургических вмешательств на верхней конечности под анестезией ПС межлестничным доступом необходимо использовать значительные (до 40 мл) объемы МА, которые способны обеспечить полную моторную и сенсорную блокаду, а также блокаду ШС [210]. Снижение объема МА до 20 мл не вызывало анестезии ульнарной и цервикальной областей. V. Vaid с соавт. подтвердили выводы A.P. Winnie о прямой зависимости успеха блокады от дозы и от объема МА, вводимого из одной точки [207]. Однако, «слепая» методика, основанная на больших объемах МА и анатомических ориентирах, имеет ряд недостатков. Классическая техника блока в 100% случаях приводит к непреднамеренной блокаде диафрагмального нерва [17, 31, 204, 205]. В 13-28% у пациентов, оперируемых в положении полусидя с сохранением сознания, в условиях анестезии, обеспеченной БПСМД, возможно развитие внезапной АГБ, которая может привести к остановке кровообращения [79, 166, 194, 62, 63, 111].

Использование нейростимуляции и УЗ навигации в значительной степени повлияло на безопасность регионарной анестезии [19, 147, 192]. По мнению R. Marhofer – структура и иннервация плечевого сустава, плеча и области ключицы являются сложными, но поверхностное расположение ПС, его ветвей и окружающих тканей позволяет получать качественное УЗ изображение [104]. ПС хорошо видно под УЗ от экстрафораминальной части (от уровня корешков) до аксиллярной области (длинные ветви плечевого сплетения) [31, 174]. УЗ навигация повышает качество и безопасность анестезии на уровне межлестничной борозды [7, 12, 21, 24]. Успех блокады ПС под контролем УЗ достигает 99,8% и способствует уменьшению количества проходов иглы при поиске сплетения (1 против 3, медиана,  $P < 0,001$ ) [39,40].

УЗ идентификация элементов плечевого сплетения затруднена или невозможна у лиц с короткой шеей [174]. Метод УЗ визуализации не лишен ошибок, таких как: “ложное восприятие объектов”, “отсутствие кровотока там, где он

должен быть”, “размытое изображение”, “реверберация”, “лучистость изображения” [49]. Поэтому при периферических блокадах предпочтительна комбинация методов УЗ-навигации и нейростимуляции.

Внедрение нейростимуляции и УЗ-навигации в практику регионарной анестезии позволилократно снизить рабочий объем МА [191]. Минимально-эффективный объем местного анестетика для блокады ПС межлестничным доступом под контролем УЗ – 5,0 мл, при условии инъекции анестетика тремя болюсами к каждому стволу ПС – верхнему, среднему и нижнему [191]. Исследование посчитали законченным после 10 последовательных успешных блокад с 95% доверительным интервалом: 74,1% – 100%, что означает, что у каждого четвертого пациента использование 5 мл анестетика может быть недостаточным. С. Vandepitte и соавт. отметили, что минимально эффективный объем МА при продленной блокаде ПС через катетер установленный в межлестничной борозде соответствует 7 мл 0.75% ропивакаина. При этом 6 мл препарата вызывали анестезию только у 57% пациентов [92]. При сочетании пролонгированной блокады ПС с общей анестезией S. Renes с соавт. определили минимально эффективный объем МА как 3,6 мл [132]. Необходимо отметить, что и объем МА, и его концентрация, прямо влияют на длительность однократного блока [108].

Непреднамеренная блокада диафрагмального нерва с развитием гемидиафрагмального пареза, не позволяет использовать блокаду ПС межлестничным доступом у пациентов с нарушенной функцией легких [80, 82]. Для решения этой проблемы, был предложена техника селективной блокады верхнего ствола ПС 15 мл МА проксимальнее отхождения надлопаточного нерва. Данный метод обеспечивал адекватную аналгезию и сократил частоту гемидиафрагмального пареза до 4,8% [178]. Эти результаты не подтверждены исследованием M.G. Lee, который использовал больший объем МА (20 мл) [35].

Диафрагмальный нерв можно визуализировать с помощью УЗ на поверхности передней лестничной мышцы, в непосредственной близости от корешка C<sub>5</sub> на уровне перстневидного хряща. Эта тесная анатомическая взаимосвязь объясняет

высокую частоту ипсилатеральной блокады диафрагмального нерва при межлестничном доступе [125]. С целью профилактики пареза диафрагмы Thackeraу с соавт. использовал низкие концентрации МА [81].

Существует мнение, что экстраневральная инъекция на уровне корешков ПС может способствовать распространению МА в эпидуральное пространство [56]. Эпидуральное распространение МА при блокаде ПС межлестничным доступом подтверждено результатами магнитно-резонансной томографии [74]. При инъекции незначительного объема МА аберрантное распространение анестетика менее ожидаемо. Снизить влияние МА на диафрагмальный нерв и профилировать развитие гемидиафрагмального пареза возможно при использовании незначительных объемов МА [90, 102, 160]. А.М. Дзядько предложил «точечное» введение МА к стволам, а не к корешкам ПС [7]. Однако, достаточное количество исследований показывает, что при проведении блокады ПС межлестничным доступом расходуют от 15 до 40 мл МА [84, 106, 118,].

Близость позвоночной артерии, поперечной артерии шеи, восходящей артерии, выраженная экстрафораминальная васкуляризация на уровне корешка С<sub>7</sub> делают выполнение блокады ПС межлестничным доступом не безопасной манипуляцией [45, 156]. Существуют удаленные подходы к ПС из одной точки вкола, однако сравнение эффективности методов с классической техникой не проводили [190]. Так же необходимо сравнение безопасности регионарных блокад ПС, выполненных различными объемами МА [83].

В настоящее время изучены преимущества продленных периферических блокад. Это пролонгирование анальгетического компонента и возможность проведения ранних реабилитационных мероприятий [8, 12, 76, 132]. Учитывая, что артроскопические операции на плечевом суставе выполняют как правило в условиях амбулаторной хирургии или хирургии одного дня, адекватное обезболивание возможно обеспечить и однократной блокадой ПС [155]. Н. Taninishi с соавт. показали облегчение послеоперационной боли при движении на период до 3 дней после однократной инъекции 0,375% ропивакаина [91]. Увеличение



концентрации местного анестетика при однократной инъекции для блокады ПС эффективно наряду с продленной аналгезией через катетер [142].

Продленные блокады ПС могут оказывать негативное влияние на функцию диафрагмы, что клинически может не проявляться и не подтверждаться спирографией и анализом газового состава крови [12, 76]. В своей работе S. Renes с соавт. показали, что инфузия 0,2% ропивакаина в катетер установленный к ПС через межлестничную борозду способна привести к парезу диафрагмы со значительным снижением вентиляционных функций через 22 часа [132]. Приведенное осложнение служит ограничением для использования методики в амбулаторных условиях. Еще одним осложнением, связанным с катетеризацией периферических нервов, является колонизация катетера с частотой по данным литературы от 23,7 до 57%, и с развитием локальной инфекции, частота которой по данным X. Cardevila и соавт. составляет до 3,2% [61].

Ни в одном из исследований, в которых оценивалась частота АГБ при блокаде ПС в позиции «шезлонг» и предлагались меры по снижению ее рисков, роль УЗ-навигации с целью профилактики этого осложнения не изучена, но считается, что имеет перспективы [173].

### **1.6 Блокада надлопаточного и подмышечного нервов**

В отличие от блокады ПС межлестничным доступом дистальная избирательная блокада отдельных нервов, иннервирующих плечевой сустав, может быть более безопасна. Блокаду надлопаточного нерва использовали с успехом для обезболивания при заболеваниях и повреждении плечевого сустава [3]. Одними из первых кто стал выполнять блокаду надлопаточного нерва после артроскопии плечевого сустава были E.D. Ritchie с соавт. [182].

G. Chessucci с соавторами отметили, что аналгезия вызванная блокадой НПН эффективна и не требует интраоперационного использования общей анестезии, а достаточно седации мидазоламом при сохраненном спонтанном дыхании [38]. Однако в большинстве исследований блокаду НПН используют в сочетании с общей анестезией [68, 179].

Есть мнение, что для аналгезии достаточно блокады только надлопаточного нерва [52, 170, 181]. По данным 16 исследований с общей численностью 1152 пациента клинически значимых различий в обезболивании между блокадой надлопаточного нерва и межлестничным блоком ПС нет [179]. Однако результаты 14 исследований, в которые включены 1382 пациента, блокада надлопаточного нерва значительно менее эффективна для аналгезии чем БПС межлестничным доступом [185]. N. Cho с соавт. не выделили значимых преимуществ блокады надлопаточного нерва при операциях на плече по сравнению с общей анестезией и системным обезболиванием [44].

Комбинированная блокада НПН, получившая название у отдельных авторов название – «shoulder block» [152], может не обеспечивать ни сенсорную, ни моторную блокаду у 40% пациентов [113].

Предложены несколько способов блокад надлопаточного нерва: проксимальные, передним доступом, в области лопаточно-подъязычной мышцы, выполнение которых требует использование высокочастотных линейных датчиков 8-18 МГц [201], а также опыта исполнителя (не менее 6 лет опыта работы с регионарной анестезией под УЗ-навигацией) [203]. Предложены и более дистальные доступы – на уровне вырезки лопатки с использованием анатомических ориентиров или нейростимуляции [16, 52, 152]. А также с использованием УЗ-навигации [110]. Учитывая достаточно малый диаметр нерва в этой области, составляющим по данным Т. Smoljanovic с соавт. – 2,1-2,9 мм [129], ультразвуковым ориентиром при этих способах является гиперэхогенная костная структура – вырезка лопатки [172]. Не смотря на удаленность доступа от диафрагмального нерва [202], развитие гемидиафрагмального пареза возможно с частотой 2% при использовании объема МА 10 мл [112]. При переднем доступе частота распространения МА к диафрагмальному нерву достигает 21% [202], а развитие пареза диафрагмы при клинических исследованиях составляло до 40% [112], что сравнимо с блокадой плечевого сплетения межлестничным доступом.

Блокада подмышечного нерва технически сложная манипуляция и во многих случаях не способна вызвать анестезию всех его ветвей [101, 198].

### 1.7 Заключение

Анализ литературы показал, что операции на плечевом суставе в настоящее время выполняют преимущественно с использованием артроскопической техники. При выборе анестезиологического обеспечения в большей степени отдается предпочтение регионарным и сочетанным методам чем общей анестезии. Среди регионарных блокад достаточно изучена блокада ПС межлестничным доступом, основными недостатками которой являются непреднамеренная унилатеральная блокада диафрагмального нерва и возможное развитие интраоперационных гемодинамических инцидентов. Внедрение УЗ навигации позволило сократить объем МА при выполнении блокады ПС межлестничным доступом, что полностью не исключает влияния на диафрагмальный нерв. На основании данных литературы, для оптимизации блокады ПС межлестничным доступом, предложено снижение объема МА, прецизионное его введение к стволам ПС и обязательный УЗ контроль. В доступной литературе введение конечного объема анестетика обеспечивали из 1-2 положений иглы в 1-2 болюса, что делало, на наш взгляд, менее предсказуемым конечное распространение препарата. Возможно предположить, что распространение МА будет более контролируемо при снижении объема болюсов и увеличении их количества. Эта методика должна обеспечивать интраоперационную анестезию, релаксацию мышц надплечья и плеча без привлечения общей анестезии с ИВЛ. Сохранение сознания представляется необходимым условием особенно у пациентов, оперируемых в положении полусидя с целью адекватного контроля церебральной перфузии.

Наличие специфических осложнений при межлестничном доступе способствует поиску альтернативных методов аналгезии. Имеющие данные по эффективности блокады НПН противоречивы. Проведенные клинические исследования говорят о необходимости сочетания блокады НПН с общей анестезией. Изучение эффективности анестезии НПН при хирургических вмешательствах на плечевом суставе является перспективным направлением, так как данная блокада лишена осложнений характерных для межлестничного доступа.

## ГЛАВА 2

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено на кафедре анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии имени профессора В.И. Гордеева ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России на базе Клиники высоких медицинских технологий им. Н. И. Пирогова Санкт- Петербургского государственного университета.

На проведение одноцентрового открытого контролируемого проспективного продольного исследования в параллельных группах получено одобрение локального этического комитета ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России (протокол № 12/1 от 10.12.2018).

В исследование включены 396 пациентов, которым в период 2014-2020 гг. были выполнены артроскопическим методом операции на плечевом суставе. Оперативные вмешательства выполнялись одной бригадой хирургов.

#### 2.1 Клиническая характеристика пациентов

Обследовано течение анестезиологического обеспечения 396 пациентов, которые в зависимости от вида анестезии были распределены на три группы (таблица 1). Распределение пациентов по группам носило случайный характер. Вероятность попадания испытуемого в группы была реализована с помощью таблицы случайных чисел, сгенерированной в компьютерной программе Statistica 10 (StatSoft).

Пациенты в группах достоверно не отличались по возрасту, индексу массы тела, полу, функциональным классам по ASA. Максимальное различие по количеству пациентов III функционального класса ASA, отмеченное между I(B) и II группами было статистически незначимым ( $\chi^2 = 5,75$ ;  $p = 0,0165 > 0,0125$ ).

В общей выборке большинство пациентов составляли мужчины (66%) с преимущественно правосторонней (68%) локализацией патологии (таблица 2).

**Таблица 1 – Характеристики исследуемых групп пациентов (M±SD); n(%)**

Характеристики	1 группа (n=200)		2-я группа (n=97)	3-я группа (n=99)
	1А группа (n=98)	1 В группа (n=102)		
Возраст (годы)	43,2±16,4	45,5±14,3	46,7±16,1	46,4±16,6
Пол муж. /жен., n (%)	72/26 (73,5/26,5)	63/39 (61,8/38,2)	65/32 (67/33)	63/36 (63,6/35,4)
Масса тела (кг)	77,02±12,3	78,64±14,2	81,1±11,3	80,2±12,4
Рост (см)	1,73±0,09	1,74±0,1	1,75±0,08	1,73±0,08
ИМТ (кг/м <sup>2</sup> )	25,8±3,39	25,9±3,71	26,3±3,5	26,8±3,96
ASA (I/II/III)	43/48/7	41/59/2	32/53/12	37/51/11

ИМТ – индекс массы тела, ASA – Система классификации физического статуса пациентов Американского общества анестезиологов.

**Таблица 2 - Распределение пациентов по основной хирургической патологии; n (%)**

Основная патология	1 группа (n=200)		2-я группа (n=97)	3-я группа (n=99)
	1А группа (n=98)	1 В группа (n=102)		
хроническая рецидивирующая нестабильность*	48 (49)	34 (33)	33 (34)	35 (35)
повреждение ротаторной манжеты **	37 (38)	56 (55)	44 (45)	57 (58)
субакромиальный импинджмент- синдром	13 (13)	12 (12)	20 (21)	7 (7)
Сторона патологии пр./лев.	65/33 (66/34)	68/34 (67/33)	61/36 (63/37)	75/24 (76/24)

\* - в том числе: повреждение Банкарта, отрыв переднего периостального рукава губы (ALPSA, Anterior Labral Periosteal Sleeve Avulsion), повреждение верхнего

участка суставной губы (SLAP, Superior Labrum Anterior and Posterior Lesions), дефект Хилл-Сакса, тендинит сухожилия бицепса, а также их сочетания;

\*\* - в том числе: собственно повреждение вращательной манжеты, повреждение вращательной манжеты в сочетании с импинджмент-синдромом, частичный внутрисуставной отрыв сухожилия надостной мышцы (PASTA, Partial Articular Supraspinatus Tendon Avulsion).

При хронической рецидивирующей нестабильности выполнялась артроскопическая стабилизация плечевого сустава, при повреждении ротаторной манжеты - артроскопический шов ротаторной манжеты, при субакромиальном импинджмент-синдроме, адгезивном капсулите - артроскопический релиз.

Длительность операций как правило не превышала 1,5 часов, что позволяет выполнять операции в условиях сохраненного сознания с седацией, не имея существенного позиционного дискомфорта от длительного вынужденного ограничения подвижности (таблица 3).

**Таблица 3 - Длительность операций; n(%)**

Длительность операции	1 группа n=200		2 группа n=97	3 группа n=99
	1 А группа n=98	1 В группа n=102		
< 1 час	66 (67)	56 (55)	53 (54)	67 (68)
1 -1,5 час	31 (32)	45 (44)	44 (45)	30 (30)
> 1,5 час	1 (1)	1 (1)	1 (1)	2 (2)

Сопутствующую соматическую патологию диагностировали в соответствии с классификациями, принятыми в Российской Федерации, распределение пациентов по наличию сопутствующей патологии отражено в таблице 4.

**Таблица 4 - Характеристика сопутствующей патологии обследованных пациентов; n (%)**

Сопутствующая патология	1 группа (n=200)		2-я группа (n=97)	3-я группа (n=99)
	1А группа (n=98)	1 В группа (n=102)		
Сердечно-сосудистая системы	44 (45)	43 (42)	33 (34)	55 (56)
Дыхательная системы	5 (5)	3 (3)	4 (4)	3 (3)
ЖКТ и печени	8 (8)	14 (14)	16 (16)	8 (8)
Почки и мочевыводящие пути	4 (4)	1 (1)	1 (1)	1 (1)
Эндокринная патология и болезни обмена	12 (12)	8 (8)	18 (19)	14 (14)
Итого	73 (74)	69 (68)	72 (74)	81 (82)

Из всей выборки у 295 из 396 пациентов (74,5%) выявлены сопутствующие заболевания. Большую часть пациентов с сопутствующей патологией, составляли пациенты с патологией сердечно-сосудистой системы - преимущественно с гипертонической болезнью.

При госпитализации в клинику пациенты предоставляли результаты лабораторного, инструментального обследования и заключение терапевта в соответствии с требованиями, утвержденными внутренним приказом клиники. При этом, 331 (83,6%) пациентов прооперированы в день поступления (предоперационный период составил 0 суток), 50 (12,6%) поступили накануне операции (предоперационный период - менее 1 суток), а у 15 (3,8%) пациентов потребовалось дополнительное обследование перед операцией (предоперационный период - более 1 суток).

## **2.2 Критерии включения и исключения**

Критерии включения: пациенты, предоставившие добровольное информированное согласие на участие в исследовании и проведение регионарных методов обезболивания, артроскопические операции на плечевом суставе (по поводу хронической рецидивирующей нестабильности, повреждения вращательной манжеты, субакромиального импинджмент-синдрома, адгезивного капсулита), интраоперационное положение полусидя («шезлонг»), наблюдение после операции не менее суток.

Критерии исключения: повторная операция на этом плечевом суставе, операция Латарже, интраоперационное положение лежа на боку, патология брахиоцефальных сосудов, мозгового кровообращения, водителя ритма и проводящей системы сердца, неспособность пациента оценить боль по цифровой рейтинговой шкале (ЦРШ), противопоказания к регионарным методам обезболивания, исходная нейропатия, оперируемой конечности, грыжа межпозвонкового диска шейного отдела позвоночника, хронические заболевания органов дыхания с ДН 1-2 ст., исходная дисфункция диафрагмы, хроническая сердечная недостаточность III, IV ф.к., ИМТ свыше 35 кг/м<sup>2</sup>, нарушение протокола исследования.

## **2.3 Методы анестезиологического обеспечения**

В I группу (n=200) были включены пациенты, у которых операции выполнялись в условиях блокады ПС межлестничным доступом в сочетании с блокадой поверхностных ветвей ШС или с инфильтрацией кожи в области артроскопических портов с сохранением сознания и спонтанного дыхания.

Пациентам II группы (n=97) - группы контроля, проводилась общая анестезия с ИВЛ в сочетании с блокадой ПС межлестничным доступом.

Пациентам III группы (n=99), проводилась общая анестезия с ИВЛ в сочетании с блокадой НПН.

Пациенты I группы в зависимости от метода выполнения блокады ПС, распределены на две подгруппы (I(A), I(B)). Таким образом, компоненты



интраоперационной антиноцицептивной защиты были реализованы в группах путем сочетания блокад ПС или периферических нервов с общей анестезией с ИВЛ или без таковой. В I группе задачи интраоперационной анестезии решались использованием регионарных блокад, во II и III группах регионарные блокады использованы как анальгетический компонент анестезии (таблица 5).

### 2.3.1 Регионарные блокады

#### 2.3.1.1 Блокада плечевого сплетения межлестничным доступом

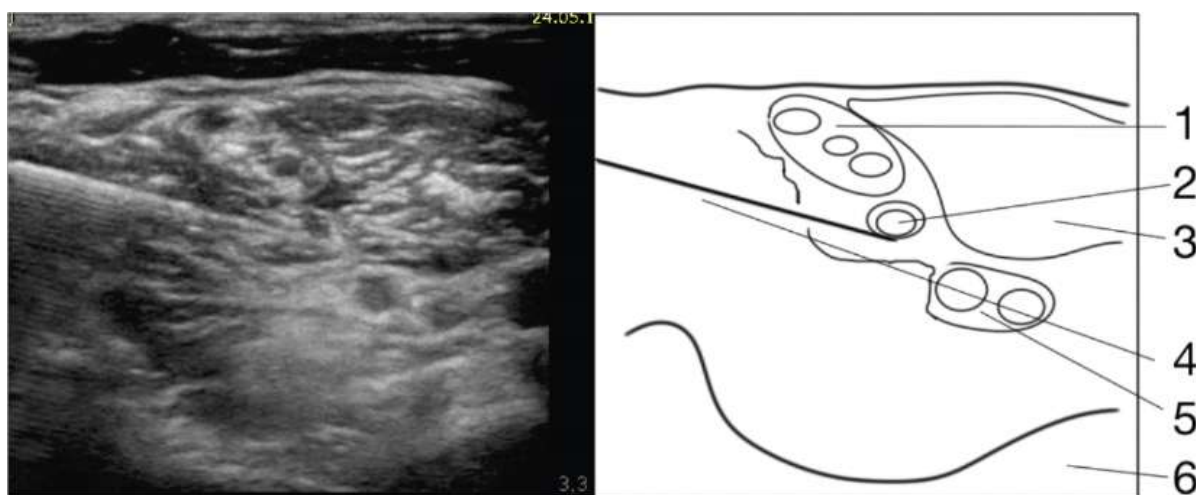
Блокаду плечевого сплетения межлестничным доступом выполняли с помощью ультразвуковой навигации и нейростимуляции (УЗН+НС) у пациентов в положении лежа на спине с контралатеральным поворотом головы. Использовали две методики выполнения БПС МЕЖЛЕСТНИЧНЫМ ДОСТУПОМ, принципиальным отличием которых являлась прецизионность и избирательность введения раствора местного анестетика (МА) к элементам плечевого сплетения.

**Таблица 5 - Компоненты интраоперационной анальгезии**

Методы анестезии	группа I(A) (n=98)	группа I(B) (n=102)	II группа (n=97)	III группа (n=99)
Общая анестезия	нет		да	
БПСМД	0,5% раствор ропивакаина субфасциально	0,5% раствор ропивакаина прецизионно к стволам ПС	0,75% раствор ропивакаина прецизионно к стволам ПС	нет
Блокада периферических нервов	нет			БНПН 0,75% раствором ропивакаина
Блокада ШС или инфильтрация портов	0,2% раствор ропивакаина		нет	

БПСМД – блокада плечевого сплетения межлестничным доступом, ПС – плечевое сплетение, БНПН – блокада надлопаточного и подмышечного нервов, ШС – шейное сплетение.

В I(A) группе проводилась УЗ-навигация (Sonosite M-Turbo, Sonosite, США) линейным датчиком 12 MHz, при поперечном сканировании на уровне позвонков С<sub>6</sub>-С<sub>7</sub>. Конечное положение датчика перед пункцией кожи иглой определялось визуализацией стволов плечевого сплетения. Использовали латеральный доступ и длинно-осевую визуализацию нейростимулирующей иглы (Stimuplex 50 мм, В. Braun, Германия). При одновременной нейростимуляции (Stimuplex HNS12, В. Braun, Германия: 0,5 мА, 1 Hz, 0,1 мс) и УЗ-навигации иглу подводили к среднему стволу плечевого сплетения с его дорсальной стороны, получив нейромышечный ответ (сокращение двуглавой мышцы плеча) без дальнейшего репозиционирования иглы, вводили 20-30 мл 0,5% раствора ропивакаина, контролируя визуально с помощью УЗ его распространение ко всем элементам плечевого сплетения субфасциально в межлестничном пространстве (рисунок 1). Этот визуальный критерий использовали для определения общего количества анестетика, но, не превышая общую дозу ропивакаина - 3 мг/кг, с учетом дозы для блокады поверхностных ветвей ШС. Максимальная доза 0.75% раствора ропивакаина составляла 30-40 мл (225-300 мг), что соответствовало официальной инструкции к препарату.



**Рисунок 1 - Блокада плечевого сплетения под контролем УЗ без репозиционирования иглы.** 1 - верхний ствол плечевого сплетения; 2 - средний ствол плечевого сплетения; 3 - передняя лестничная мышца; 4 - игла; 5 - нижний ствол плечевого сплетения; 6 - позвонок С<sub>6</sub>.

В группе I(B) и в группе II блокаду ПС межлестничным доступом выполняли в условиях УЗ-навигации (Sonosite M-Turbo, Sonosite, США): линейный датчик 12 МГц, поперечное сканирование на уровне С<sub>6</sub>-С<sub>7</sub> с латеральным доступом и длинно-осевой визуализацией иглы) и нейростимуляции (Stimuplex HNS12, В. Braun, Германия: 0,5 мА, 1 Hz, 0,1 мс) с селективной, прецизионной блокадой стволов ПС. В группе II использовали 5-8 мл 0,75% раствор ропивакаина.

### **2.3.1.2 Блокада поверхностных ветвей шейного сплетения**

Блокаду поверхностных ветвей ШС выполняли в I(A) группе у всех пациентов и в I(B) группе у 50 пациентов после выполнения БПСМД, используя УЗ-навигацию (Sonosite M-Turbo, Sonosite, США) линейным датчиком 12 МГц, перенаправив иглу между фасциями грудино-ключично-сосцевидной и лестничных мышц вводили 5-10 мл 0,2% ропивакаина, добиваясь его межфасциального распространения.

### **2.3.1.3 Инфильтрационная анестезия кожи в области артроскопических портов**

В группе I(B) у 52 пациентов после БПСМД, выполняли инфильтрацию кожи 0,2% раствором ропивакаина в области артроскопических портов, используя для этого суммарно – 10 мл.

### **2.3.1.4 Блокады надлопаточного и подмышечного нервов**

Блокаду надлопаточного нерва осуществляли в надостной ямке вблизи вырезки лопатки, блокаду подмышечного нерва - на выходе из четырёхстороннего отверстия в положении пациента лёжа на здоровом боку (см. раздел 3.2). Для блокады надлопаточного нерва вводили 5 мл 0,75% раствора ропивакаина, подмышечного нервов инъецировали 5 мл 0,75% раствора ропивакаина.

Эффективность блокады НПН оценивали по невозможности отведения и поднятия блокируемой конечности при сохранении движений в локтевом суставе и кисти. После этого проводили индукцию в общую анестезию.

Во всех группах фиксировали время выполнения блокады от начала УЗ навигации до прекращения пункции и извлечения иглы. В группе I(B) инфильтрацию кожи в местах артроскопических портов выполняли после хирургической укладки пациента и обработки операционного поля и в учет времени блокады не входила. Учитывали время подготовки к операции от момента поступления пациента в операционную, до начала операции. Учитывали время, после окончания операции до выезда из операционной, общее время анестезии, количество проходов иглы в тканях, при этом проходом иглы считали любое одно поступательное движение иглы в тканях.

Все блокады выполняли в предоперационной после обеспечения венозного доступа и мониторинга, а индукцию в общую анестезию выполняли непосредственно в операционной.

### **2.3.2 Внутривенная седация**

Седацию использовали у пациентов I группы с анксиолитической целью при сохраненном сознании и самостоятельном дыхании. Для этого вводили премедикацию – фентанил 50-100 мкг (0,5-1 мкг/кг), диазепам 5-10 мг, и у эмоционально-лабильных пациентов для достижения уровня седации 2-3 балла по Ramsay использовали непрерывную инфузию пропофола со скоростью 0,5 - 1 мг/кг/час. Необходимость усиления интраоперационной аналгезии дополнительными дозами фентанила и углубление уровня седации более 3 баллов по Ramsay, введением болюсов пропофола на фоне его непрерывного введения расценивали как неадекватную анальгезию. В случае невозможности выполнить операцию без обеспечения и поддержания проходимости верхних дыхательных путей и общей анестезии, блокаду расценивали как неадекватную.

У пациентов I группы - оценивали уровень глубины седации в баллах по шкале Ramsay [1.a.i.77]: где 1 балл - пациент обеспокоен, взволнован, 2 балла - всесторонне ориентирован, спокоен, 3 балла - пациент дремлет, откликается только на команды, 4 балла - спит, оживленный ответ на легкое постукивание по

надпереносью или громкий оклик, 5 баллов - спит, вялый ответ на легкое постукивание по надпереносью или громкий оклик, 6 баллов - спит, нет ответа.

### **2.3.3 Общая анестезия с ИВЛ**

Общую анестезию с ИВЛ применяли в сочетании с регионарными блокадами во II и III группах. Индукцию в наркоз проводили пропофолом (2 - 3 мг/кг) и фентанилом (1 - 2 мкг/кг), тотальную миорелаксацию - рокуронием (0,6 мг/кг). После интубации трахеи поддержание анестезии осуществляли ингаляцией севофлюрана (0,8 - 1,5 МАК) в потоке воздушно-кислородной смеси ( $FiO_2 = 0,4$ ), ориентируясь на мониторинг глубины анестезии.

По окончании операции всем пациентам вводили внутривенно капельно 0,5 г ацетаминофена и болюсно 100 мг кетопрофена. В течение первых суток назначали внутривенно капельно 0,5 г ацетаминофена два раза в день и однократно внутримышечно 100 мг кетопрофена.

### **2.4 Оценка сенсорного, моторного и симпатического компонентов блокады**

Уровень сенсорного компонента блока оценивали по дерматомам от  $C_4$  до  $Th_2$  через 15 мин после выполнения блокады методом «pin prick» по трем степеням: 0 - полное сохранение чувствительности, 1 - любое снижение чувствительности, 2 - полная анестезия.

Глубину моторного блока оценивали через 15 мин после выполнения регионарной анестезии по возможности активных движений: сгибание, отведение и наружная ротация плеча (дельтовидная и надостная мышцы) - надлопаточный и подмышечный нерв; сгибание плеча (дельтовидная мышца), сгибание предплечья (бицепс) - верхний ствол плечевого сплетения, корешки  $C_5$ ,  $C_6$ ; разгибание предплечья (трицепс) - средний ствол плечевого сплетения, корешок  $C_7$ ; сгибание, отведение пальцев - нижний ствол плечевого сплетения, корешки  $C_8$ ,  $Th_1$ .

Глубину моторного блока стратифицировали согласно модифицированной шкале Bromage: 0 - полное сохранение силы, 1 - снижение силы, но способность двигаться против сопротивления, 2 - способность двигаться против силы тяжести,

но не против сопротивления, 3 - дискретные движения (дрожание), 4 - полное отсутствие движения.

Качество симпатического компонента оценивали по приросту индекса перфузии (ИП) на 2-м пальце до и через 15 мин после выполнения блокады при помощи монитора (IntelliVue MP50, Philips, Германия).

## **2.5 Оценка глубины общей анестезии**

Глубину общей анестезии оценивали непрерывным мониторингом биспектрального индекса BIS (монитор "Vista", Aspect Medical Systems, США), с целевыми значениями 40-50 в соответствии с рекомендациями производителя. Показания прибора фиксировались каждые 10-15 мин.

## **2.6 Мониторинг артериального давления и частоты сердечных сокращений**

Оценивали показатели: ЧСС, неинвазивный мониторинг АД с интервалом измерения 5 минут, пульсоксиметрию, при помощи полифункционального монитора (IntelliVue MP50, Philips, Германия). Фиксацию показателей проводили на основных этапах анестезии и операции, а также при экстремальных значениях.

Эпизоды АГБ фиксировали у пациентов 1 группы согласно диагностическим критериям S.Y. Song с соавт. (2012): снижение ЧСС, не менее чем на 30 уд./мин в течение 5-ти минутного интервала; или снижение ЧСС менее 50 уд./мин; и/или снижение систолического АД более чем на 30 мм. рт. ст. в течение 5-ти минутного интервала; или снижение систолического АД ниже 90 мм рт. ст. [173].

## **2.7 Оценка интенсивности боли**

Интенсивность боли, связанной с выполнением блокады и послеоперационной боли оценивали по 10-балльной цифровой рейтинговой шкале (ЦРШ) от 0 (нет боли) до 10 (максимальная боль). Интенсивность боли связанной с выполнением блокады, оценивалась в конце блокады. Интенсивность послеоперационной боли оценивали через час, 6 часов, 12 часов и 24 часа после операции, а также перед любым дополнительным введением анальгетиков. Рассчитывали среднее значение

ЦРШ за сутки. При возникновении боли интенсивностью 5 баллов по ЦРШ и выше использовали дополнительно кетопрофен до 300 мг и ацетаминофен до 4 г в сутки, при неэффективности - внутримышечно вводили 20 мг тримеперидина.

## **2.8 Оценки функции диафрагмы**

Функцию диафрагмы, а именно ее подвижность, оценивали в реальном времени с помощью УЗ исходно и через 20 мин после блокады с ипсилатеральной и контралатеральной стороны. Использовали два метода: метод определения подвижности диафрагмы в М-режиме и метод определения толщины диафрагмы в В-режиме в положении пациента лежа на спине. Исходные данные использовались как для дальнейшей динамической оценки, так и для выявления критерия исключения из исследования - наличие исходного диафрагмального пареза.

### **2.8.1 УЗ оценка подвижности диафрагмы в М-режиме**

УЗИ диафрагмы проводили с использованием конвексного УЗ - датчика 2 - 5 МГц (MicroMaxx Sonosite), от среднеключичной до передней подмышечной линии в положении пациента лежа на спине при глубоком вдохе, используя в качестве «акустического окна» печень или селезенку (рисунок 2). Экскурсия диафрагмы в каудальном направлении учитывалась как норма. Парадоксальное движение определяли при краниальном движении на вдохе и каудальном на выдохе и учитывали, как наличие пареза (рисунок 3). После регионарной блокады УЗ исследование амплитуды диафрагмы при глубоком вдохе в М-режиме дополняли пробой Хитценбергера или «нюхательной пробой» («sniff»-маневр), которая заключается в быстром и глубоком вдохе через нос [1.a.i.14]. Этот прием, позволяющий распознать парадоксальное движение диафрагмы – и отличить полный парез от частичного, или от его отсутствия, приняли за определяющий для гемидиафрагмального пареза.

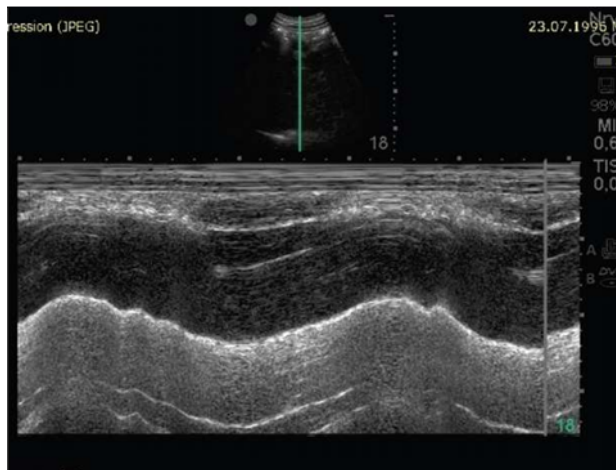


а

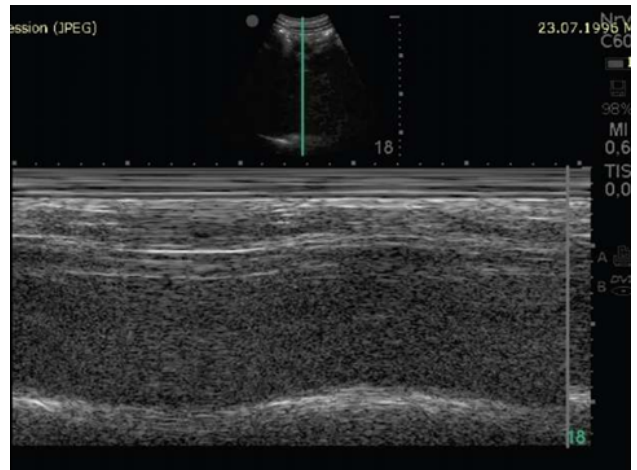


б

**Рисунок 2 – Ультразвуковая локация правого купола диафрагмы, используя печень в качестве «акустического окна».** а - расположение УЗ - датчика в правом подреберье между среднеключичной и передней подмышечной линией для оценки подвижности правого купола диафрагмы, б - ультрасонограмма правого купола диафрагмы с использованием печени в качестве «акустического окна». В-режим, конвексный 2-5-МГц УЗ - датчик.



а



б

**Рисунок 3 – Ультразвуковая оценка в М-режиме функции правого купола диафрагмы по среднеключичной линии в правом подреберье, используя печень в качестве «акустического окна».** а - При глубоком дыхании (амплитуда диафрагмы вдох/выдох – 3,5 см), б - При блокаде диафрагмального нерва (расстояние от датчика до диафрагмы увеличилось - купол диафрагмы стал выше,



амплитуда на вдохе/выдохе значительно снизилась, нельзя исключить парадоксальное движение).

### 2.8.2 УЗ оценка толщины диафрагмы в В-режиме

В положении пациента на спине линейным УЗ - датчиком 12 МГц определяли межреберный промежуток с зоной «аппозиции» - областью, которой диафрагма прилежит к внутренней поверхности грудной клетки. На УЗИ диафрагма представляет собой гипоэхогенный слой между гиперэхогенными париетальной плеврой и брюшиной. На высоте вдоха в межреберном промежутке выявляли скопление гиперэхогенного края висцеральной плевры. В этой точке измеряли толщину диафрагмы на высоте глубокого вдоха и после полного выдоха (рисунок 4).



а



б

**Рисунок 4 – Ультразвуковая оценка степени утолщения диафрагмы в В-режиме.** а - расположение УЗ-линейного датчика 12 МГц в зоне «аппозиции», б - сканирование в точке аппозиции на высоте вдоха.

Определяющим критерием пареза диафрагмы принимали коэффициент ее утолщения равный  $TI/TE$ , где  $TI$  - толщина диафрагмы на вдохе,  $TE$  - толщина диафрагмы на выдохе.

Парез купола диафрагмы определяли при наличии следующих критериев:

- увеличение высоты расположения купола диафрагмы в М-режиме (в сравнении с контралатеральным куполом);

- снижение амплитуды движения, отсутствие движения или парадоксальное движение диафрагмы во время глубокого дыхания в М-режиме;

- парадоксальное движение во время «sniff»-маневра;

- коэффициент утолщения диафрагмы равный 1,0-1,5 или его снижение в динамике.

## **2.9 Оценка качества внутрисуставной визуализации**

Качество внутрисуставной визуализации оценивал хирург как «неудовлетворительное» при невозможности выполнения оперативного вмешательства или необходимости вынужденных остановок во время выполнения операции, связанных с недостаточной внутрисуставной визуализацией по причине локального кровотечения. При отсутствии таких затруднений качество визуализации оценивалось как «удовлетворительное».

## **2.10 Оценка удовлетворенности пациентов анестезией**

Субъективная оценка пациентом удовлетворенности качеством анестезии стратифицировалась по 5-бальной шкале (качество по возрастанию) в отношении интраоперационного комфорта, послеоперационного комфорта и качества ночного сна в первые сутки после операции.

## **2.11 Статистический анализ**

Первичные данные заносились в файл программы Microsoft Office Excel. Статистический анализ проводили с помощью программных пакетов Statistica 10 (StatSoft Inc, США) и SciStat® (MedCalc Software Ltd, Бельгия). Проверку соответствия распределения нормальному закону осуществляли с помощью критериев Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка. Количественные переменные представлены как средняя (M) с указанием стандартного отклонения (SD), либо как медиана (Me) с указанием 25 и 75 перцентилей (Q<sub>i</sub>; Q<sub>3</sub>). В независимых выборках

при межгрупповых сравнениях количественных переменных с нормальным распределением и равенством дисперсий использовали дисперсионный анализ (ANOVA) и критерий Тьюки для выборок с неравным числом наблюдений. Количественные переменные с распределением отличным от нормального либо при неравенстве дисперсий сравнивали с помощью непараметрического критерия Краскела-Уоллиса. Для апостериорного (post-hoc) анализа межгрупповых различий количественных переменных при попарном сравнении использовали критерий Манна-Уитни с уровнем значимости  $p < 0,0125$ . Для сравнения повторных измерений использовали однофакторный дисперсионный анализ для повторных измерений (ANOVA). Для сравнения категориальных переменных использовали  $\chi^2$ -квadrat. Точный критерий Фишера использовали для сравнения двоичных переменных и при ограничениях применения  $\chi^2$ -квadrата. С помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена оценивали связи между переменными. Значение  $p < 0,05$  считали статистически значимым. Для оценки клинической информативности (чувствительности и специфичности) диагностических тестов применен ROC- анализ (Receiver Operating Characteristic analysis). Для сравнения диагностических тестов сравнивали площади под кривыми AUC (Area Under Curve).

## ГЛАВА 3

### ПЕРИФЕРИЧЕСКИЕ БЛОКАДЫ ПРИ АРТРОСКОПИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ НА ПЛЕЧЕВОМ СУСТАВЕ

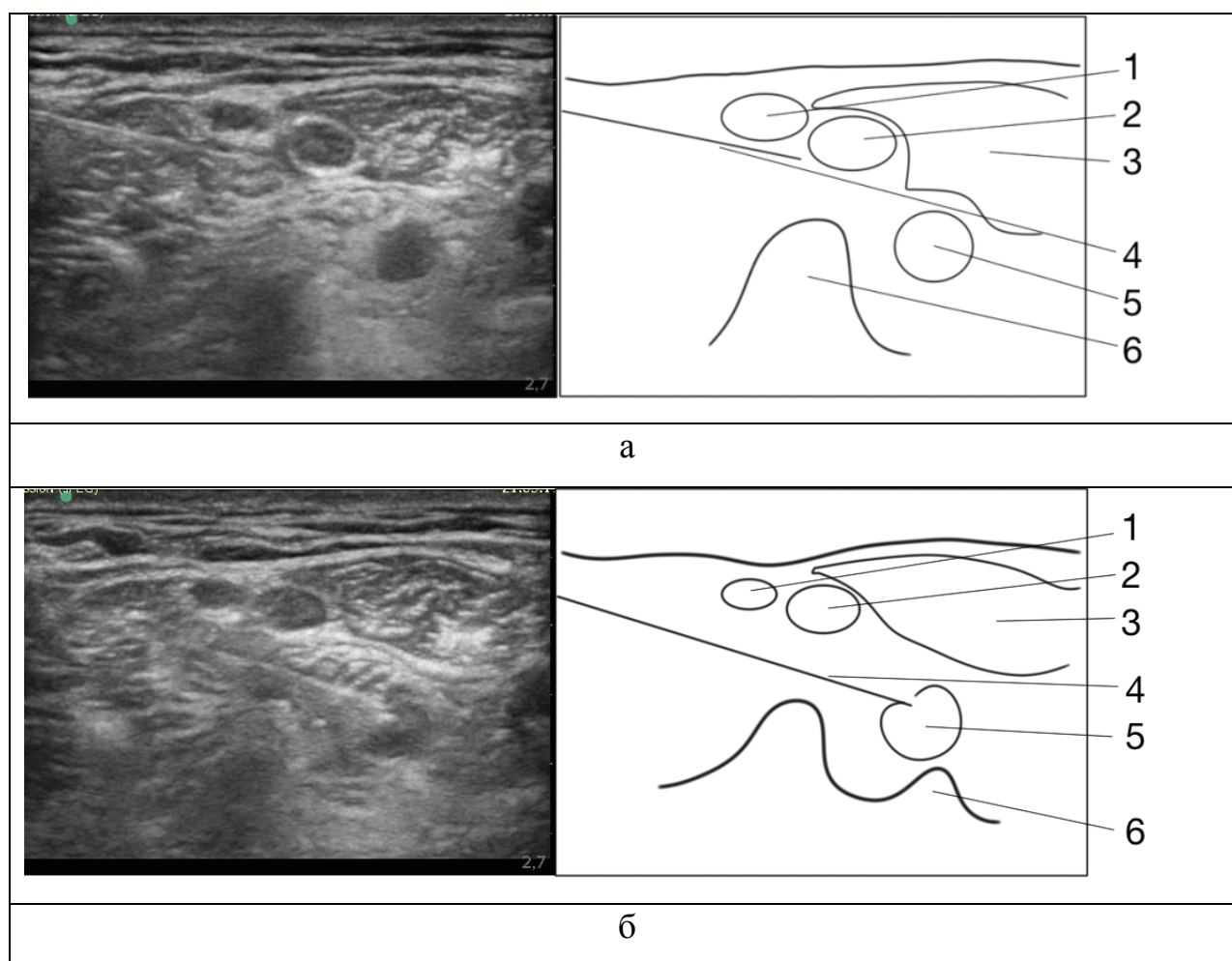
#### 3.1 Особенности выполнения блокады плечевого сплетения межлестничным доступом в сочетании с анестезией поверхностных ветвей шейного сплетения или инфильтрационной анестезией кожи

С целью совершенствования блокады ПС межлестничным доступом при артроскопических вмешательствах на плечевом суставе был разработан и апробирован метод селективной прецизионной блокады стволов ПС путем многократного репозиционирования иглы под УЗ сканированием. В сочетании с дополнительной блокадой поверхностного шейного сплетения прецизионную блокаду использовали у пациентов I(B) (n=102) и II (n=50) групп.

Сканирование ПС проводили в поперечной плоскости высокочастотным линейным датчиком (8-12 МГц), на уровне C<sub>6</sub>–C<sub>7</sub>. Метод УЗ-навигации комбинировали с нейростимуляцией (Stimuplex HNS12, B. Braun, Германия: 0,5 мА, 1 Hz, 0,1 мс).

Иглу вводили с латеральной стороны датчика, визуализируя ее в плоскости ультразвукового луча. Распространения МА вокруг каждого ствола ПС добивались многократным репозиционированием иглы и из каждого положения интермиттирующим введением раствора местного анестетика в объеме, не превышающем 0,5-1,0 мл (рисунок 5). На выполнение блокады ПС уходило  $5,8 \pm 0,9$  мл 0,5% раствора ропивакаина.

Из того же места вкола, с целью блокады поверхностных ветвей ШС, раствор местного анестетика вводили между фасциями передней лестничной и грудино-ключично-сосцевидной мышцами. Для блокады ШС требовалось  $6,8 \pm 1,4$  мл 0,2% раствора ропивакаина.



**Рисунок 5 - Прецизионная блокада плечевого сплетения с репозиционированием иглы. а - блокада верхнего и среднего стволов плечевого сплетения латеральным доступом; б - блокада нижнего ствола плечевого сплетения латеральным доступом. 1 – верхний ствол плечевого сплетения; 2 – средний ствол плечевого сплетения; 3 – передняя лестничная мышца; 4 – игла; 5 – нижний ствол ПС; 6 – поперечный отросток позвонка С6.**

Использование предложенного метода позволило сократить количество вводимого анестетика с  $21,6 \pm 2,9$  мл 0,5% раствора ропивакаина до  $5,8 \pm 0,9$  мл 0,5% раствора ропивакаина для блокады ПС и  $6,8 \pm 1,4$  мл 0,2% раствора ропивакаина для блокады ШС (см. раздел 3.1.2).

На разработанный метод анестезии был получен патент на изобретение 2610883 Российской Федерации «Способ межлестничной анестезии при артроскопических оперативных вмешательствах на плечевом суставе (2017) [26].

При клинической апробации метода установлено, что у 50 (100%) пациентов I(B) группы которым с анестезией ПС выполняли блокаду ШС развился парез диафрагмального нерва.

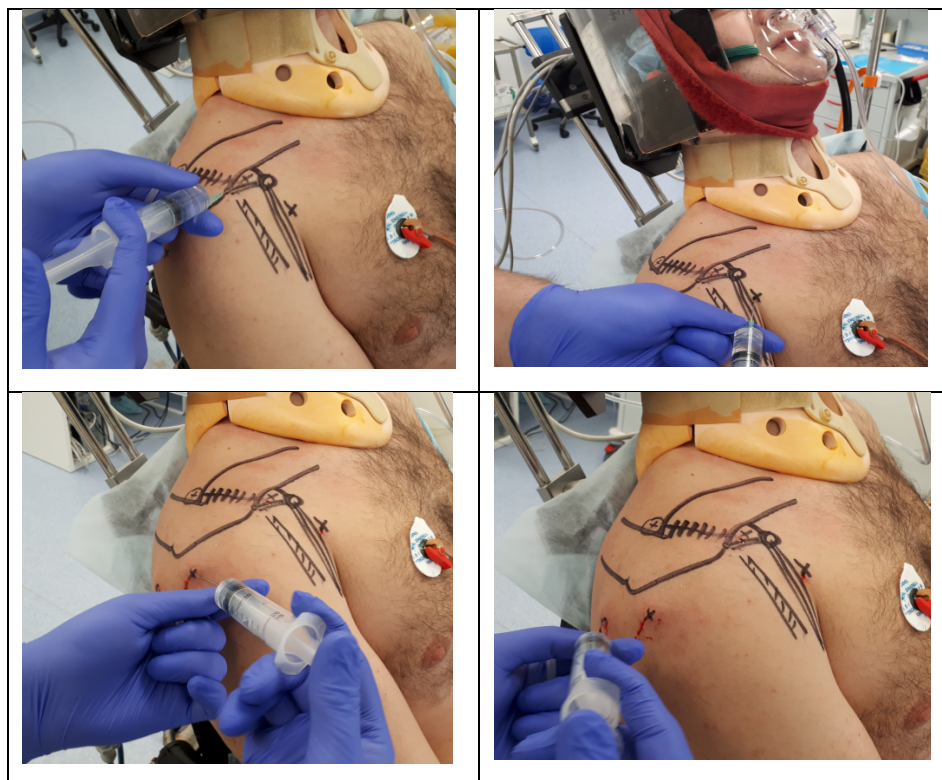
Для иллюстрации предложенного способа приводим клинический пример.

Пациент Б., 29 лет, масса тела: 83 кг, рост: 178 см с диагнозом хроническая, рецидивирующая нестабильность правого плечевого сустава. В анамнезе хронический вирусный гепатит С. Операция: артроскопия плечевого сустава 15.09.14. После премедикации, включающей внутривенное введение 50 мг декскетопрофена под контролем УЗ и с помощью нейростимулятора, произведена блокада ПС межлестничным доступом (5 мл 0,5% раствора ропивакаина) и блокада поверхностного шейного сплетения (10 мл 0,2% раствора ропивакаина). Использовано: суммарно 70 мг ропивакаина. Введение дополнительных анестетиков не требовалось. Седацию не проводили. Дыхание самостоятельное 16-17 в мин. Уровень систолического АД 120-127 мм рт. ст., ЧСС 60-71 в мин. Длительность операции 35 мин. Течение послеоперационного периода осложнилось парезом диафрагмального нерва, проявившемся в снижении жизненной емкости легких на 22,5 % от нормы,  $PaO_2$  - 75 мм рт. ст., увеличением частоты дыхания до 24 в мин. Моторный и сенсорный компоненты блока регрессировали после выполнения блокады через 6 и 8 часов соответственно после окончания операции.

Таким образом, выполнение блокады ПС межлестничным доступом в сочетании с блокадой поверхностного шейного сплетения в 100% случаях сопровождалось парезом диафрагмального нерва.

С целью уменьшения возможного негативного влияния блокады поверхностных ветвей ШС на функцию диафрагмы было принято решение об изменении техники анестезии путем инфильтрации кожи в точках артроскопических доступов.

У 52 пациентов группы I(B) проводили инфильтрацию кожи МА в области артроскопических портов в комбинации с селективной прецизионной блокадой стволов ПС межлестничным доступом (рисунок 6).



**Рисунок 6 - Инфильтрация кожи раствором ропивакаина в зоне введения артроскопических портов.**

Инфильтрационную анестезию выполняли в стандартных точках артроскопических доступов, используя для этого суммарно 10,0 мл 0,2% раствора ропивакаина. Изменение техники анестезии путем инфильтрации кожи в области введения артроскопических портов привело к тому, что непреднамеренная блокада диафрагмального нерва развилась у 6 (11,5%) пациентов.

Для иллюстрации способа приводим клинический пример.

Пациентка П., 67 лет, масса тела 45 кг, рост: 150 см. Диагноз: повреждение вращательной манжеты правого плечевого сустава. деформирующий артроз. импиджмент синдром. Сопутствующие заболевания: хронический эрозивный гастродуоденит, язвенная болезнь 12-перстной кишки, ремиссия. Операция: артроскопия плечевого сустава. Интраоперационное положение: сидя (позиция в шезлонге).

Анестезия ПС была выполнена с УЗ навигацией. Нейростимуляцией при токе 0,5 мА подтверждено нахождения кончика иглы у соответствующих стволов. Под контролем УЗ введено 7,0 мл 0,5% раствора ропивакаина. Игла перенаправлена под



фасцию грудино-ключично-сосцевидной мышцы. Выполнена блокада поверхностного ШС 10,0 мл 0,2% раствора ропивакаина. Внутривенная седация - фентанил - 100 мкг. Блокада адекватная, седация поверхностная. Дыхание самостоятельное, частота 15-16 в мин. Уровень систолического АД 110-130 мм рт. ст., ЧСС 64-71 в мин. Длительность операции 45 мин. В послеоперационном периоде нарушений функций дыхательной системы не выявлено. Моторный компонент блока регрессировал через 10 часов, сенсорный - через 12 часов после выполнения блокады.

Таким образом, разработан и апробирован в клинике прецизионный метод блокады стволов ПС межлестничным доступом, который позволяет сократить количество используемого местного анестетика, как для блокады ПС, так и для блокады ШС. Использование инфильтрационной анестезии кожи в зоне артроскопических доступов 0,2% раствором ропивакаина позволило сократить частоту развития пареза диафрагмального нерва в 8,7 раз со 100% до 11,5%.

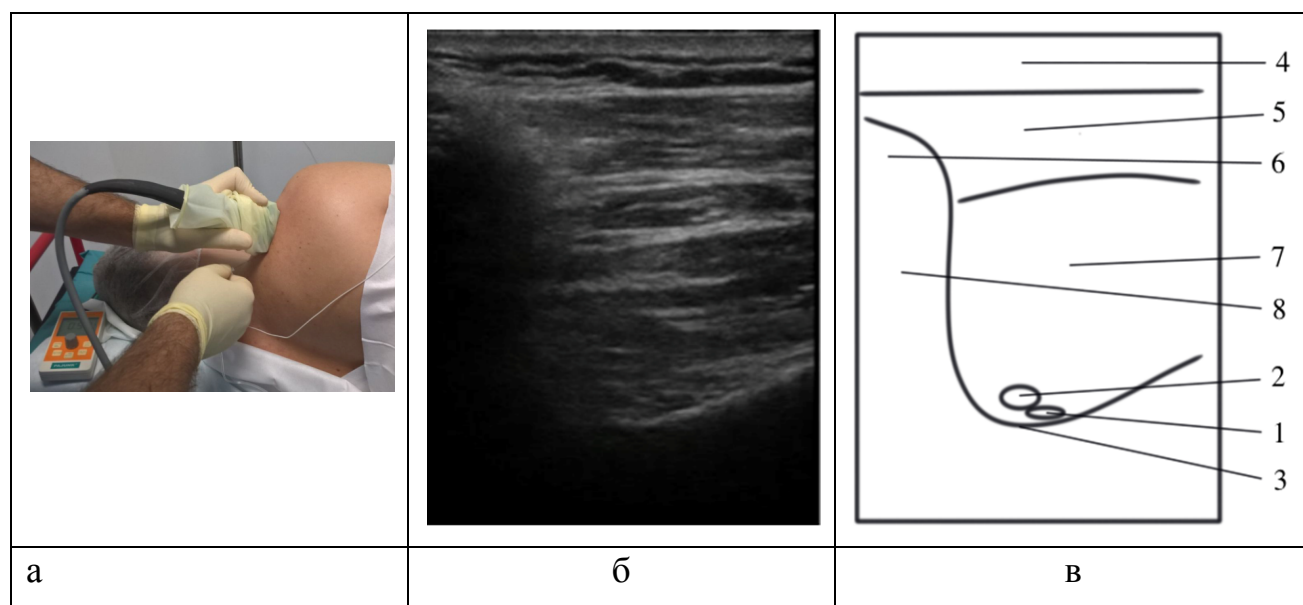
### **3.2 Технические особенности выполнения блокады надлопаточного и подмышечного нервов**

С целью совершенствования метода регионарной анестезии при артроскопических вмешательствах на плечевом суставе разработан способ ультразвук-ассистированной блокады НПН, который был апробирован у пациентов III группы.

Блокаду надлопаточного нерва выполняли в надостной ямке вблизи вырезки лопатки, блокаду подмышечного нерва – на выходе из четырёхстороннего отверстия в положении пациента лёжа на здоровом боку, оперируемая конечность сверху, плечо приведено, лежит свободно вдоль тела. Сканирование надлопаточного нерва проводили в области надостной ямки лопатки, смещая датчик (8-12 МГц) до визуализации вырезки лопатки. Иглу вводили с медиальной стороны датчика, направляя её кончик к надлопаточному нерву, ориентируясь на

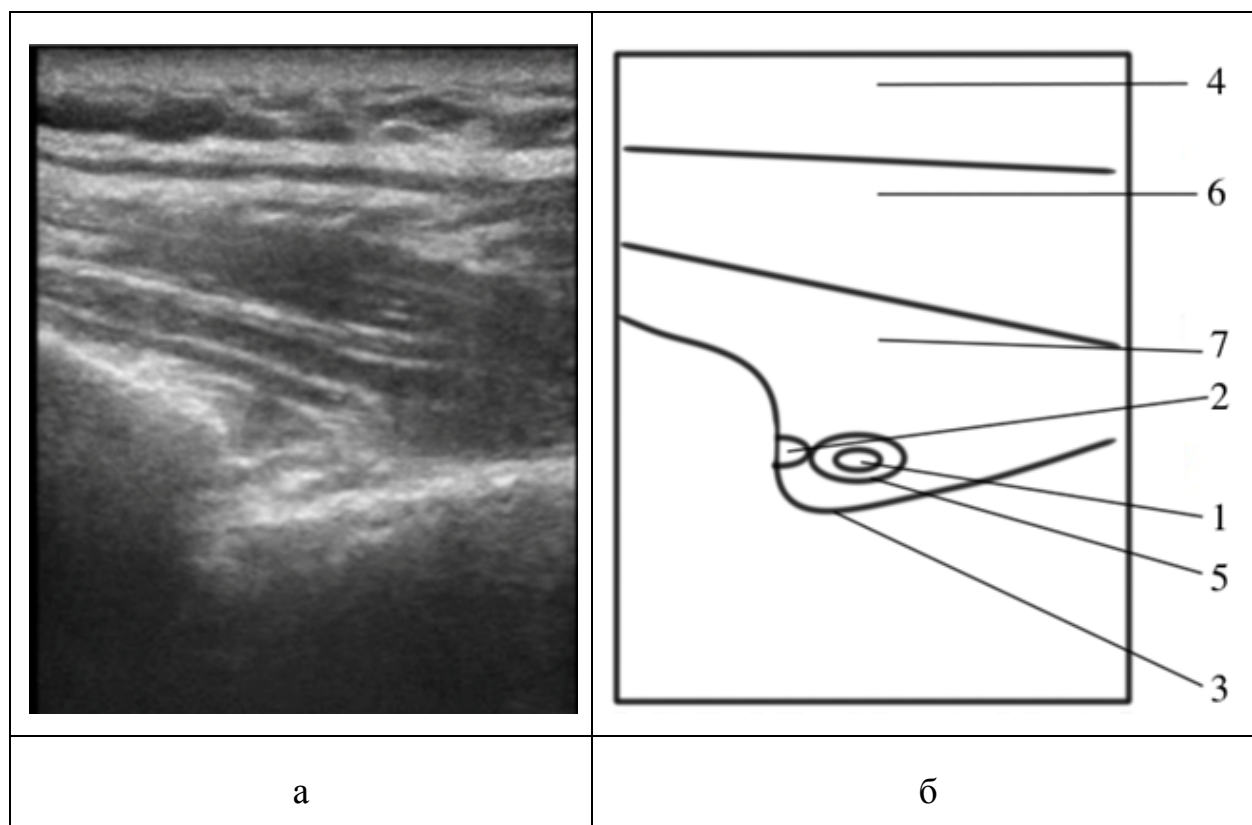


пульсацию надлопаточной артерии (анэхогенная, пульсирующая, несжимаемая, округлая структура) (рисунок 7).



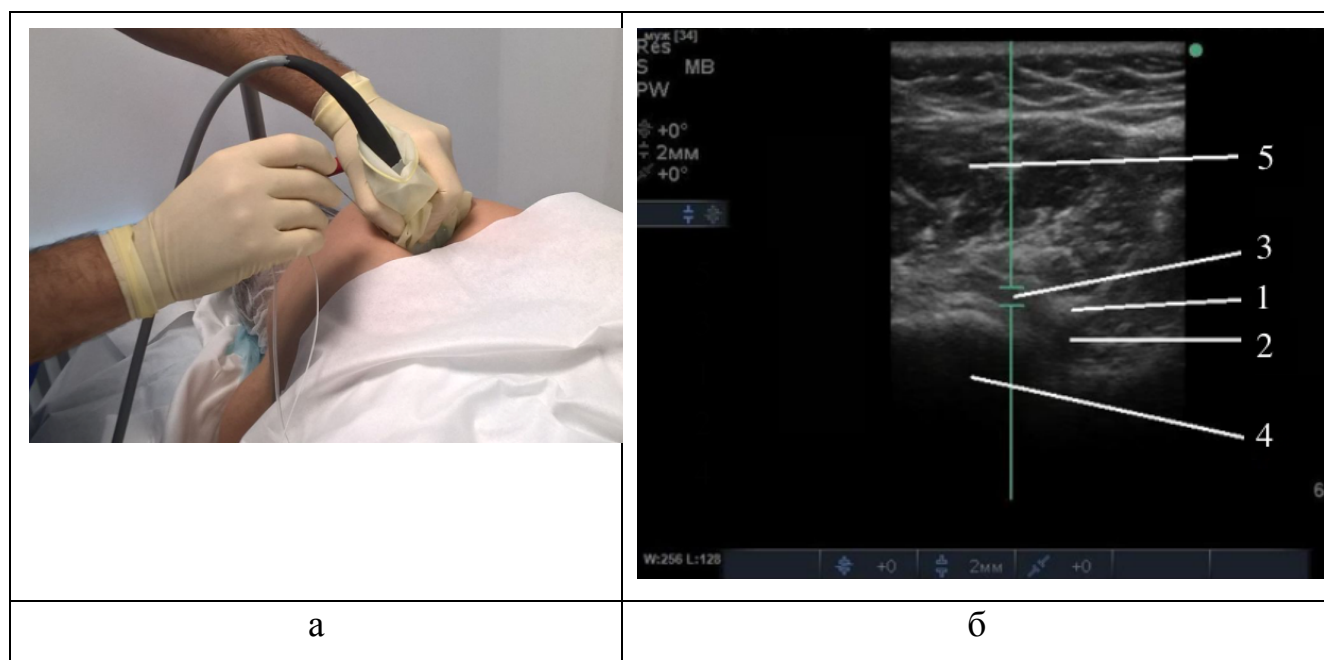
**Рисунок 7 - Область сканирования и место блокады надлопаточного нерва в надостной ямке (плоскость сканирования дорсальнее плоскости, проходящей над вырезкой лопатки). а – область сканирования; б– изображение надлопаточного нерва в надостной ямке при ультразвуковой визуализации; в – схематичное изображение надлопаточного нерва в надостной ямке. 1 – надлопаточный нерв (место блокады), 2 – надлопаточная артерия, 3 – надостная ямка, 4 – подкожная клетчатка, 5 – трапецевидная мышца, 6 – ключица, 7 – надостная мышца, 8 – анэхогенная тень за ключицей.**

Блокаду надлопаточного нерва проводили 5,0 мл 0,75% раствора ропивакаина. Объем МА определяли оценкой ретроградного распространения раствора МА при УЗ сканировании над вырезкой лопатки (рисунок 8).



**Рисунок 8 - Ретроградное распространение местного анестетика при блокаде надлопаточного нерва. а – ультразвуковая картина; б – схематичное изображение. 1 – надлопаточный нерв, 2 – надлопаточная артерия, 3 – вырезка лопатки, 4 – подкожная клетчатка, 5 – гипоэхогенная тень – местный анестетик периневрально, 6 – трапецевидная мышца, 7 – надостная мышца.**

Не меняя положения пациента, ультразвуковой датчик перемещали в горизонтальную плоскость в область хирургической шейки плечевой кости, добиваясь продольной визуализации задней огибающей плечо артерии и сопровождающего её подмышечного нерва. Идентифицировали место выхода подмышечного нерва из четырёхстороннего отверстия, который здесь отдает суставные ветви (рисунок 9).



**Рисунок 9 - Блокада подмышечного нерва.** а – выполнение блокады подмышечного нерва; б – ультразвуковая картина при поперечном сканировании (относительно плечевой кости) на уровне четырёхстороннего отверстия. 1 – подмышечный нерв, 2 – подмышечная артерия, 3 – задняя огибающая плечо артерия, 4 – плечевая кость, 5 – дельтовидная мышца.

Иглу вводили латеральнее датчика по длинной оси в вентро-медиальном направлении и инъецировали 5,0 мл 0,75% раствора ропивакаина добиваясь появления гипоэхогенной тени вокруг нерва. Эффективность блокады НПН оценивали по невозможности отведения и поднятия блокируемой конечности при сохранении движений в локтевом суставе и кисти.

Блокады выполняли до индукции в общую анестезию с тем, чтобы миорелаксация не ограничивала возможность ответа на нейростимуляцию. После выполнения блокады проводили общую анестезию севофлюраном в условиях ИВЛ.

Практическое применение заявляемого способа иллюстрировано клиническим примером. Пациент В., 52 года, масса тела - 70 кг, рост: 164 см. Диагноз: Застарелое повреждение вращательной манжеты правого плечевого сустава. Деформирующий артроз. Сопутствующие заболевания: хронический геморрой. Операция: артроскопическое лечение повреждений вращательной

манжеты плечевого сустава. Интраоперационное положение: сидя (позиция «пляжное кресло»).

Анестезия: проводниковая анестезия крупных нервных стволов и сплетений в сочетании с общей анестезией в условиях ИВЛ. Премедикация: фентанил 100 мкг, кетонал 100 мг в/в струйно. После премедикации в положении пациента на левом боку, под контролем УЗ аппарата, при помощи нейростимулятора "Stimulplex" с силой тока 0,5 мА, после предварительной обработки кожи антисептиком, выполнена блокада надлопаточного нерва (5,0 мл 0,75% раствора ропивакаина) в надостной ямке справа и подмышечного нерва (5,0 мл 0,75% раствора ропивакаина) на выходе из четырехстороннего отверстия справа. При помощи УЗ оценено распространение раствора местного анестетика вдоль надлопаточного нерва ретроградно до вырезки лопатки и вдоль подмышечного нерва по задней поверхности плечевой кости. Развился моторный блок - пациент не мог отвести верхнюю конечность в плечевом суставе. Движения в локтевом, лучезапястном суставах были сохранены.

Преоксигенация через контур аппарата ИВЛ с потоком кислорода 8 л/мин. Индукция в наркоз: 400 мг натрия тиопентала. Интубация трахеи выполнена после орошения голосовых складок аэрозолем лидокаина и введения 100 мг лисенона. Начата ИВЛ аппаратом: "Draeger-Fabius plus" по полузакрытому контуру с ДО 660 мл, МОД 7,3 л/мин, ЧД 11 в мин, Рпик 17 mbar, РЕЕР 0 mbar. Поддержание анестезии осуществлялось ингаляцией 2 об.% севофлюрана. Гемодинамические показатели во время операции стабильные. Инфузионная терапия в объеме 1000 мл изотонического раствора хлорида натрия. После окончания операции восстановились мышечный тонус и сознание. Спонтанное дыхание клинически адекватное. Экстубация трахеи через 5 мин после окончания операции. Сознание ясное, ЧД 14 в мин, SpO<sub>2</sub> - 98%, голос звучный, АД 130/97 мм рт. ст., пульс 99 в мин, ритмичный. Моторный компонент блока регрессировал через 10 часов, сенсорный - через 12 часов после выполнения блокады.

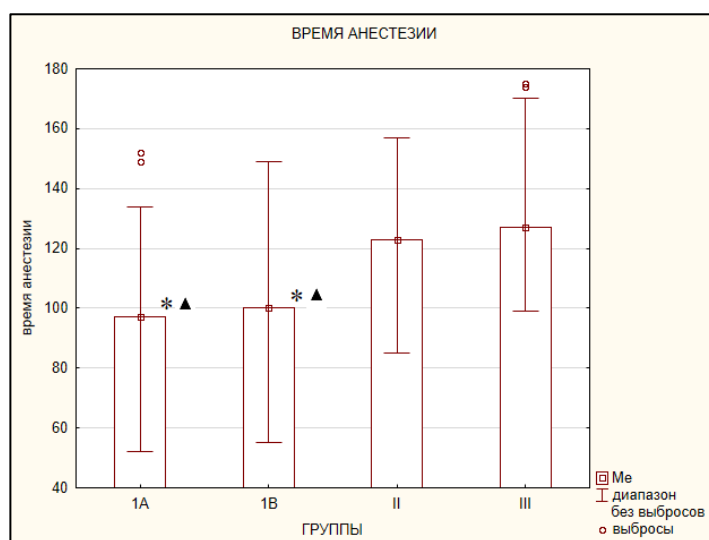
На разработанный метод получен патент на изобретение 2645639 Российской Федерации «Способ ультразвук-ассистированной блокады при артроскопических оперативных вмешательствах на плечевом суставе» [28].

Таким образом разработан и апробирован в клинике способ анестезии при артроскопических оперативных вмешательствах на плечевом суставе путем ультразвук-ассистированной блокады НПН.

### 3.3 Сравнительная оценка временных интервалов при выполнении блокад плечевого сплетения

С целью сравнения эффективности регионарных блокад, которые использовали в комплексе анестезиологического обеспечения, была проведена оценка времени, затраченного на выполнение каждой из них.

Общее время анестезии в группе I(A) составило  $96,9 \pm 18,8$  мин., в группе I(B) -  $99,6 \pm 18,4$  мин., во II группе -  $123,1 \pm 15,8$  мин. и в III группе -  $129,3 \pm 17,1$  мин (рисунок 10).



**Рисунок 10 - Сравнительная оценка общего времени анестезии между группами.**

\*  $p < 0,01$  по сравнению со II группой; ▲  $p < 0,01$  по сравнению с III группой.

При сравнительной оценке времени анестезии выявлены достоверные различия между группами I(A) и II; I(A) и III ( $p < 0,01$ ); I(B) и II, I(B) и III группами ( $p < 0,01$ ). Достоверных различий не отмечено ( $p = 0,31$ ) при сравнении групп I(A) и I(B); а также между II и III группами ( $p = 0,04$ ).

Оценка временных интервалов периоперационного периода в группах, выявила недостоверные статистические различия ( $p = 0,07$ ) только при сравнении длительности хирургического вмешательства (таблица 6).

**Таблица 6 - Результаты учета периоперационного времени (Me(Q1-Q3); M $\pm$ SE)**

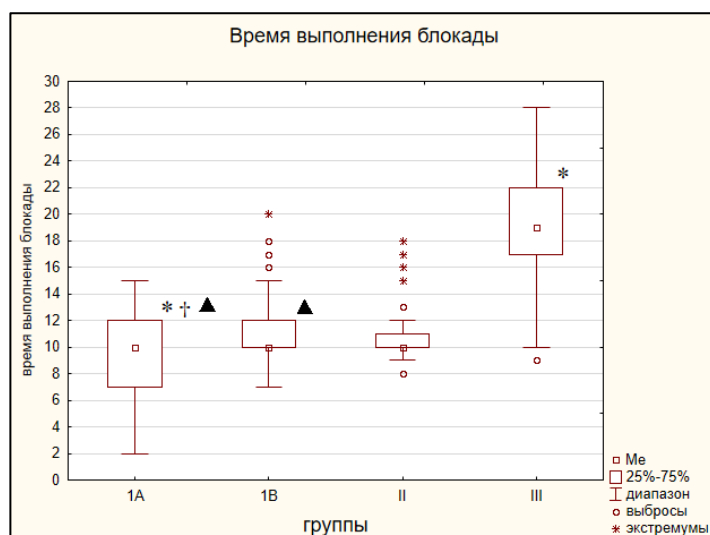
Этапы	I группа (n=200)		II группа (n=97)	III группа (n=99)	p
	I A группа (n=98)	I B группа (n=102)			
T <sub>1</sub> (мин)	10(7-12)*†▲	10(10-12)▲	10 (10-11)	19(17-22)*	0,001
T <sub>2</sub> (мин)	35,2 $\pm$ 0,7*▲	33,8 $\pm$ 0,6*▲	43,2 $\pm$ 0,4	43,9 $\pm$ 0,4	0,000
T <sub>3</sub> (мин)	51,8 $\pm$ 1,6	53,7 $\pm$ 1,6	56,3 $\pm$ 1,1	53,3 $\pm$ 1,5	0,07
T <sub>4</sub> (мин)	1,4 $\pm$ 0,4*▲	0,6 $\pm$ 0,2*▲	12,8 $\pm$ 0,6	14,6 $\pm$ 0,5	0,000

\*  $p < 0,01$  по сравнению со II группой; †  $p < 0,01$  по сравнению с I(B) группой

▲  $p < 0,01$  по сравнению с III группой; T<sub>1</sub> - время выполнения блокады, T<sub>2</sub> - время от момента поступления в операционную до начала операции, T<sub>3</sub> - время операции, T<sub>4</sub> - время от окончания операции до транспортировки пациента из операционной.

При межгрупповом сравнении времени выполнения блокады (T<sub>1</sub>), времени подготовки к операции (T<sub>2</sub>) и времени после операции (T<sub>4</sub>) отмечена статистически значимая разница ( $p < 0,01$ ) (рисунок 11).

Попарное апостериорное сравнение выявило статистически достоверные отличия ( $p < 0,01$ ) времени выполнения блокады между группами I(A) и I(B); I(A) и II; и I(A) и III, между II и III группами, а также между I(B) и III группами. При этом между I(B) и II группой статистически значимых отличий не обнаружено ( $p = 0,04$ ).

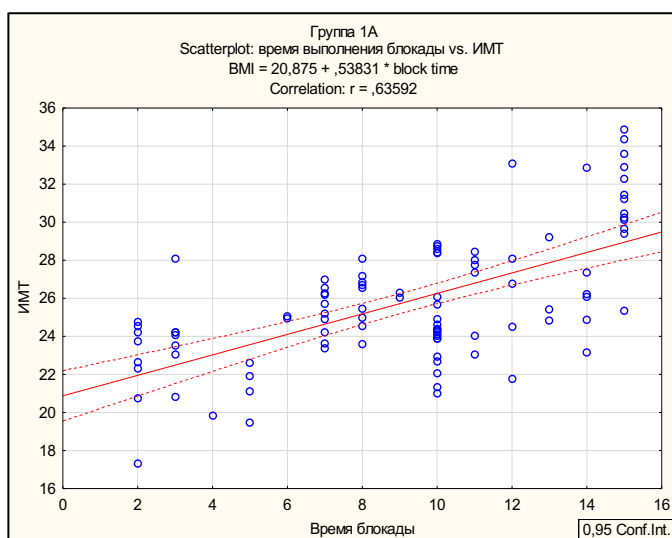


**Рисунок 11 - Межгрупповое сравнение времени выполнения блокады.**

\*  $p < 0,01$  по сравнению со II группой; †  $p < 0,01$  по сравнению с I(B) группой;

▲  $p < 0,01$  по сравнению с III группой.

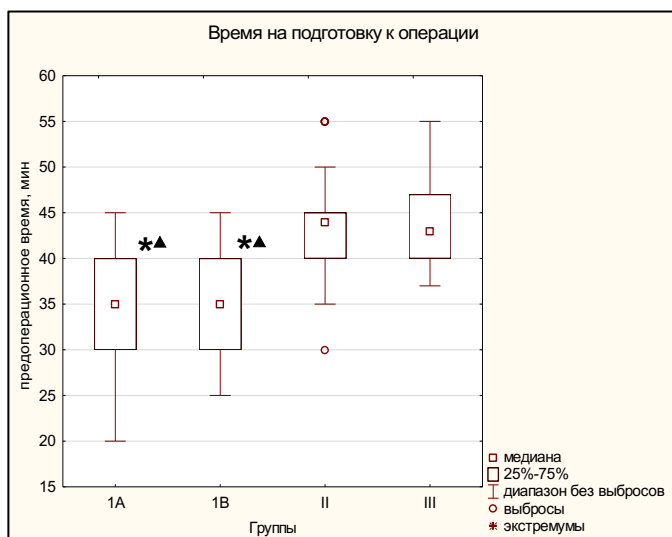
Отмечен значительный интерквартильный размах в группах I(A) (7-12) и III (17-22), что можно объяснить менее предсказуемой длительностью выполнения блокады. Наименьшее время было в I(A) группе: 10 (7;12) мин, что связано с манипуляцией иглой (всего два прохода: в футляр к ПС и к ШС). В группах I(B) и II выполняли многократные проходы для репозиционирования среза иглы вокруг стволов ПС. Максимальное время выполнения блокады отмечено в III группе: 19 (17-22) мин, где проводили локацию и блокаду двух отдельно расположенных нервов (надлопаточного и подмышечного). В группе I(A) выявлена прямая взаимосвязь между временем, затраченным на выполнение блокады и индексом массы тела пациента с коэффициентом корреляции  $r=0,64$  ( $p<0,05$ ) (рисунок 12). В группе I(A) длительность УЗ визуализации ПС при нормальной анатомии достоверно не отличалась ( $p<0,05$ ) от времени пункции и инъекции МА. В остальных группах линейной взаимосвязи между временем блокады и ИМТ пациента не обнаружено  $r<0,4$  (в I(B) группе  $r = 0,34$ ; во II группе  $r = - 0,07$ ; в III группе  $r = 0,09$ ) ( $p<0,05$ ).



**Рисунок 12 - Анализ корреляции времени выполнения блокады и ИМТ пациентов I(A) группы.**

$r = 0,64$  при  $p < 0,05$ ; пунктиром указан 95% доверительный интервал.

При попарном сравнении времени подготовки к операции, отмечена статистически значимая разница ( $p < 0,01$ ) между подгруппами I группы (А и В) со II и III группами (рисунок 13).



**Рисунок 13 - Межгрупповое сравнение времени подготовки к операции. \*  $p < 0,01$  по сравнению с II (контрольной) группой; ▲  $p < 0,01$  по сравнению с III группой.**



Вместе с этим между группами I(A) и I(B) значимых отличий не обнаружено ( $p < 0,05$ ). Время подготовки к операции достоверно не отличалось ( $p < 0,05$ ). Во II и III группах в предоперационную подготовку входили индукция в общую анестезию, обеспечение проходимости дыхательных путей с интубацией трахеи. Среднее время (после выполнения блокады и началом операции) составило  $27 \pm 7,1$  мин и было достаточным для развития адекватной блокады у всех пациентов.

Время от окончания операции до транспортировки пациента из операционной (T4) имело статистически значимые различия ( $p < 0,01$ ) между группами I(A) и II; I(A) и III; I(B) и II и между I(B) и III. Между группами I(A) и I(B), а также между II и III группами статистически значимые различия не обнаружены ( $p > 0,05$ ).

Среди исследуемой выборки время от окончания операции до транспортировки пациента из операционной (T4) было максимальным во II ( $12,8 \pm 0,6$  мин) и в III ( $14,6 \pm 0,5$  мин) группах, что обусловлено пробуждением после общей анестезии. В группах I(A) (15 пациентов) и I(B) (7 пациентов) после окончания операции потребовалось время для оценки функции внешнего дыхания и возможности находиться в профильном отделении, не оснащенном кислородом. Все случаи связаны с развитием гемидиафрагмального пареза. Таких пациентов в I(A) группе было достоверно больше на 7,2% , чем в I(B) группе ( $\chi^2 = 9,83$ ;  $p = 0,0017$ ).

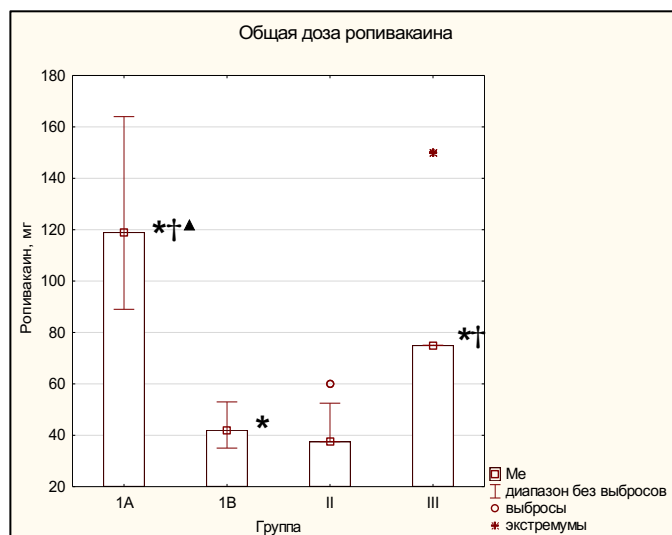
Таким образом, проведение хирургического вмешательства под регионарной блокадой, без сочетания ее с общей анестезией, сокращает время пребывания пациента в операционной на  $28,3 \pm 1,7$  минут по сравнению с методами сочетанной анестезии и теоретически позволяет обеспечить максимальную пропускную способность операционной и более эффективно использовать рабочее время.

### **3.2.2 Сравнительная оценка дозировок местных анестетиков при блокадах плечевого сплетения**

С целью оценки дозировок МА при блокаде ПС и изолированных блокадах НПН нервов при артроскопических вмешательствах на плечевом суставе проведено

межгрупповое сравнение суммарных доз использованных МА. Объемы МА сравнивали при блокадах ПС в группах I(A); I(B) и II.

При оценке суммарных доз МА сравнительный межгрупповой анализ позволил выявить достоверные ( $p < 0,05$ ) отличия (рисунок 14).



**Рисунок 14 - Сравнительный анализ общей дозы местного анестетика в группах.**

\* $p < 0,01$  в сравнении со II группой; †  $p < 0,01$  по сравнению с 1B группой; ‡  $p < 0,01$  по сравнению с III группой.

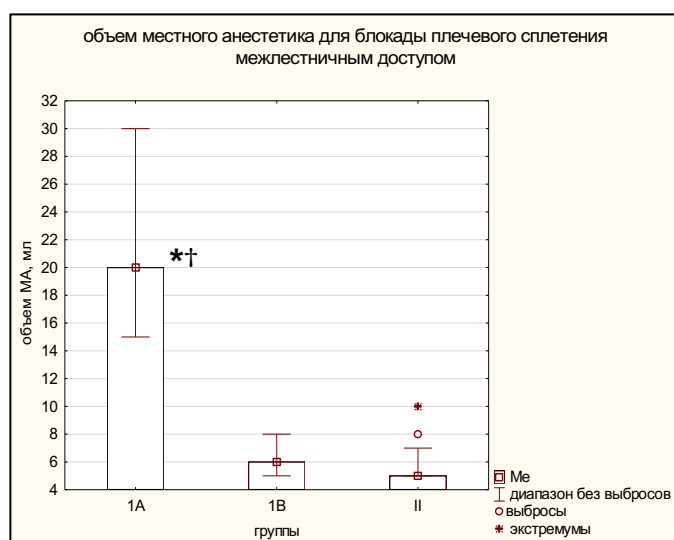
В группе I(A) суммарная доза ропивакаина для блокады ШС и ПС составила  $121,9 \pm 14,5$  мг, что было достоверно больше чем в группе I(B), в которой этот показатель был равен  $45,9 \pm 5,8$  мг ( $p < 0,01$ ), во II группе -  $42,2 \pm 7,2$  мг ( $p < 0,01$ ) и в III группе - 75 мг ( $p < 0,01$ ). Между группой I(B) и группой II и между группой I(B) и группой III также отмечены статистически значимые ( $p < 0,01$ ) отличия. Во II группе МА потребовалось меньше ( $42,2 \pm 7,2$  мг), в сравнении с другими группами.

Отсутствие интерквартильного размаха, и, следовательно, вариабельности дозы МА в III группе обусловлено фиксированным объемом (5,0 мл) для блокад надлопаточного и подмышечного нервов.

Общая доза ропивакаина ( $121,9 \pm 14,5$  мг) в группе I(A) была выше по сравнению со II и III группами, при этом концентрация растворов МА для блокады

ПС и ШС была сравнительно ниже (0,5% / 0,2% против 0,75% во II и III группах), что объясняет использование более высоких объемов МА. Так, значимые ( $p < 0,01$ ) различия отмечены в объеме ропивакаина, использованного для блокады ПС (рисунок 15).

Выявлены статистически значимые ( $p < 0,01$ ) различия между I(A) и I(B) группами ( $21,6 \pm 2,9$  мл и  $5,8 \pm 0,9$  мл соответственно) и между I(A) и II группами ( $21,6 \pm 2,9$  мл и  $5,6 \pm 1,0$  мл соответственно). Между I(B) и II группами статистически значимых различий не обнаружено ( $p = 0,07$ ).



**Рисунок 15 - Объем ропивакаина для блокады плечевого сплетения.**

\* $p < 0,01$  в сравнении со II группой; †  $p < 0,01$  по сравнению с 1B группой.

Таким образом, в группе с сочетанной анестезией (группа II) потребовался достоверно меньшая суммарная доза ( $42,2 \pm 7,2$  мг) ропивакаина по сравнению с группами I(A), I(B) и III, где эти показатели составляли  $121,9 \pm 14,5$  мг /  $45,9 \pm 5,8$  мг / 75 мг соответственно. Объем 0,75% раствора МА в меньшей степени был использован на блокаду ПС во II группе ( $5,6 \pm 1,0$  мл) в сравнении с группами I(A) ( $21,6 \pm 2,9$  мл) и I (B) ( $5,8 \pm 0,9$  мл).

### 3.4 Оценка сенсорного, моторного и симпатического компонентов блокад

С целью сравнения клинической эффективности регионарных методов анестезии при артроскопии плечевого сустава, проведена оценка сенсорного, моторного и симпатического компонентов блокады в исследуемых группах.

Незначительные объемы МА за счет их адресной доставки к нервным структурам ПС в группе I(B) ( $5,8 \pm 0,9$  мл) и II группе ( $5,6 \pm 1,0$  мл) обеспечили адекватную сенсорную и моторную блокаду плечевого сустава в дерматомех C<sub>5</sub>-C<sub>7</sub>, сравнимую ( $p > 0,05$ ) со II группой ( $21,6 \pm 2,9$  мл) (таблица 7).

**Таблица 7 - Оценка сенсорного и моторного блока в группах с блокадой плечевого сплетения межлестничным доступом (M±SE)**

Компонент блокады	кожные дерматомы / мышцы	I группа n=200		II группа (n=97)	p
		I(A) группа (n=98)	I(B) группа (n=102)		
сенсорный	C <sub>4</sub> , баллы	2*†	$0,93 \pm 0,09^*$	0	0,000
	C <sub>5</sub> -C <sub>7</sub> , баллы	2	2	2	1,0
	C <sub>8</sub> , баллы	$1,88 \pm 0,04^{*†}$	$0,24 \pm 0,04$	$0,13 \pm 0,04$	0,000
	Th <sub>1</sub> , баллы	$1,77 \pm 0,06^{*†}$	$0,02 \pm 0,02$	$0,03 \pm 0,02$	0,000
моторный	дельтовидная, баллы	4	4	4	1,0
	бицепс, баллы	4	4	4	1,0
	трицепс, баллы	$2,54 \pm 0,12$	$2,51 \pm 0,05$	$2,47 \pm 0,05$	0,7
	пальцы кисти, баллы	$1,64 \pm 0,07^{*†}$	$0,53 \pm 0,04$	$0,47 \pm 0,05$	0,000

\* $p < 0,01$  в сравнении со II группой; †  $p < 0,01$  в сравнении со IB группой.

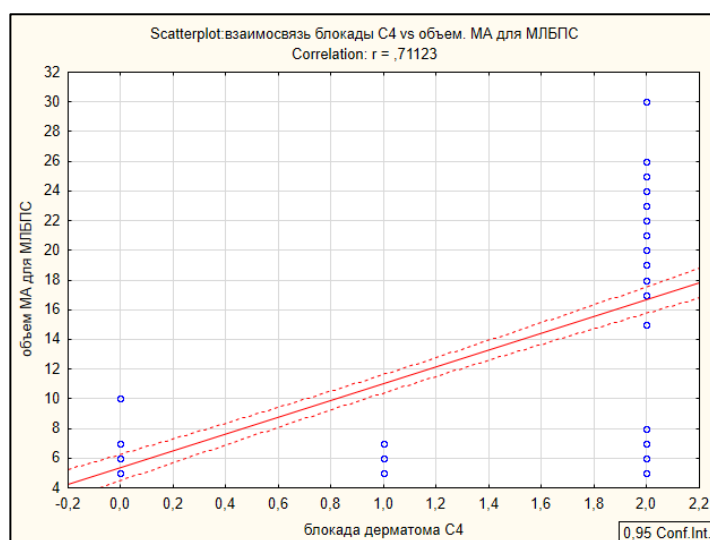
При оценке сенсорного компонента достоверная ( $p < 0,05$ ) разница выявлена у пациентов I(A) группы на уровне дерматомов C<sub>4</sub> (2 балла); C<sub>8</sub> ( $1,88 \pm 0,04$  балла) и Th<sub>1</sub> при сравнении с I(B) группой (2 балла;  $0,24 \pm 0,04$  балла и  $0,02 \pm 0,02$  балла соответственно). Также выраженность сенсорного компонента на уровне C<sub>4</sub> у пациентов I(B) группы ( $0,93 \pm 0,09$  балла) имела достоверные ( $p < 0,05$ ) отличия при сравнении со II группой (0 баллов).

Уровень оценки моторного блока у пациентов группы I(A) на уровне пальцев кисти ( $1,64 \pm 0,07$  балла) был достоверно выше при сравнении с группой I(B) ( $0,53 \pm 0,04$  балла) и группой II(A) ( $0,47 \pm 0,05$  балла).

У пациентов III группы сенсорный и моторный компоненты блокады соответствовали зонам кожной и мышечной иннервации надлопаточного и подмышечного нервов.

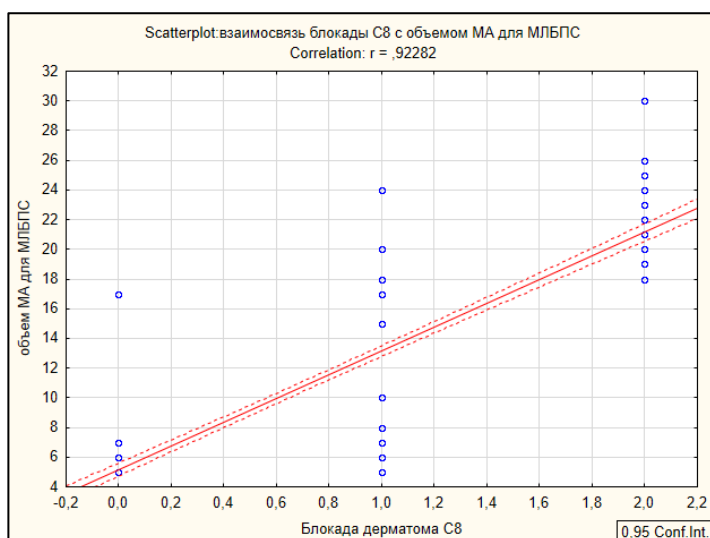
В III группе у всех пациентов ( $n=99$ ) адекватную анестезию кожи достигали только в зоне введения одного артроскопического порта. Моторная блокада в надостной и дельтовидной мышцах составляла 4 балла у всех пациентов III группы ( $n=99$ ), и не затрагивала дистальные отделы конечности.

В общей выборке обнаружена прямая взаимосвязь между объемом МА при блокаде ПС межлестничным доступом с сенсорной блокадой дерматомов  $C_4$  ( $r=0,71$ ;  $p < 0,05$ ),  $C_8$  ( $r=0,92$ ;  $p < 0,05$ ) и  $Th_1$  ( $r=0,92$ ;  $p < 0,05$ ) (рисунки 16; 17 и 18). Представленные данные объясняют развитие более обширной сенсорной блокады при увеличении объема МА.



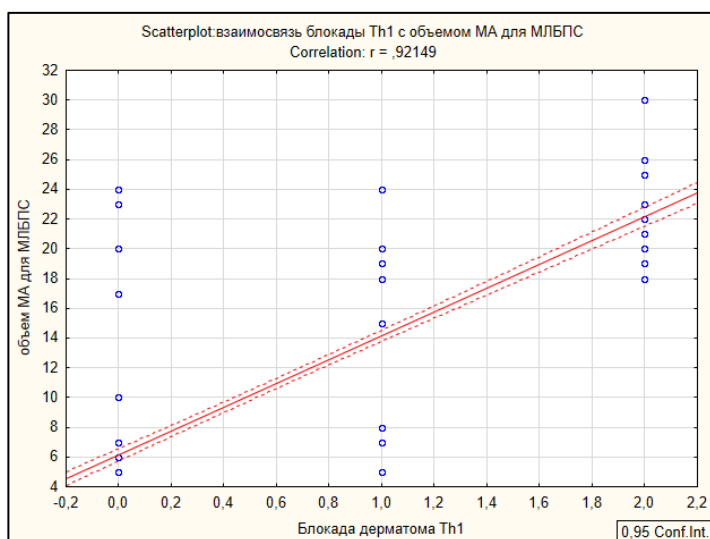
**Рисунок 16 - Взаимосвязь между сенсорной блокадой дерматома  $C_4$  и объемом местного анестетика для блокады ПС.**

$r = 0,71$  при  $p < 0,05$ ; пунктиром указан 95% доверительный интервал.



**Рисунок 17 - Взаимосвязь между сенсорной блокадой дерматомов C<sub>8</sub> и объемом местного анестетика для блокады ПС.**

$r = 0,92$  при  $p < 0,05$ ; пунктиром указан 95% доверительный интервал.



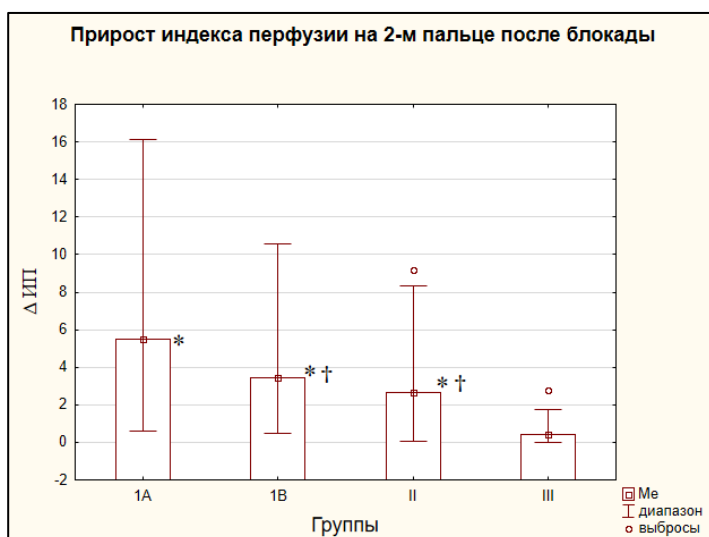
**Рисунок 18 - Взаимосвязь между сенсорной блокадой дерматомов Th<sub>1</sub> и объемом местного анестетика для блокады ПС.**

$r = 0,92$  при  $p < 0,05$ ; пунктиром указан 95% доверительный интервал.

Таким образом, адресная доставка анестетика к ПС под УЗ контролем в группах I(B) и II, значительно снижает дозу и объем МА, обеспечивая зону анестезии непосредственно в области плечевого сустава. Во II группе у 97 (100%)

пациентов отмечали сохранение кожной чувствительности в зонах введения артроскопических портов, которые иннервирует латеральный надключичный нерв.

При межгрупповом сравнении симпатического компонента блокады выявлена статистически значимая ( $p < 0,05$ ) разница в показателе прироста индекса перфузии ( $\Delta$ ИП) (рисунок 19).



**Рисунок 19 - Прирост индекса перфузии ( $\Delta$ ИП).**

\* $p < 0,01$  в сравнении с III группой; † $p < 0,01$  в сравнении с IA группой.

Отмечена статистически значимая ( $p < 0,01$ ) разница при попарном сравнении между приростом ИП в III группе: 0,4 (0,3 – 1,0) и в I(A) группе: 5,5 (3,2 – 9,4); в III группе: 0,4 (0,3 – 1,0) и в I(B) группе: 3,4 (1,9 – 5,5); в III группе: 0,4 (0,3 – 1,0) и во II группе 2,7 (1,4 – 4,5). При этом между I(B), и II группами достоверных ( $p > 0,5$ ) отличий по этому показателю не обнаружено. Такой результат обусловлен блокадой верхнего ствола ПС, C<sub>5</sub>-C<sub>6</sub> дерматомов в группах с анестезией ПС без влияния на длинные ветви ПС в III группе.

Таким образом, субфасциальная блокада ПС межлестничным доступом (группа I(A)) способствует развитию наиболее распространенного сенсорного и моторного компонентов блока и максимальному приросту индекса перфузии в сравнении с другими группами. Прецизионная блокада ПС 0,5% ропивакаином (группа I(B)) обеспечивала эффективные моторный и сенсорный компоненты в зоне

операции и относительно II и III групп высокий прирост индекса перфузии. Во II группе, где прецизионно использовали 0,75% ропивакаин при эффективном моторном компоненте отсутствовала кожная сенсорная блокада в местах введения артроскопов, а индекс перфузии был достоверно выше, чем при блокаде НПН нервов. Анестезия НПН обеспечивала сенсорный и моторный компонент блокады только в зоне иннервации нервов, что было недостаточно для обеспечения хирургического вмешательства. Симпатический компонент у пациентов III группы был достоверно ниже в сравнении с другими группами.

### **3.5 Сравнительная оценка интраоперационного обезболивания**

С целью оценки эффективности интраоперационного обезболивания при артроскопии плечевого сустава, проведено попарное сравнение показателей интенсивности болевого синдрома и медикаментозной нагрузки в группах I(A) и I(B), где блокада ПС была основным компонентом анестезии, и в группах II и III - с сочетанной анестезией.

В группах I(A) и I(B) не выявлено ни одного случая конверсии в общую анестезию с ИВЛ. Все пациенты (n=200) интраоперационно отмечали адекватный уровень аналгезии и не требовали дополнительного обезболивания. Необходимость в седации и снижения САД для улучшения внутрисуставной визуализации возникла у 43 (43,9%) пациентов группы I(A) и 22 (21,6%) пациентов группы I(B). С целью седации внутривенно болюсно вводили пропофол в суммарной дозе  $0,9 \pm 0,2$  мг\кг\час.

При этом, у всех пациентов I группы сохранялось самостоятельное адекватное дыхание. Интенсивность боли в раннем послеоперационном периоде у всех пациентов I группы составляла 0 баллов по ЦРШ (таблица 8).

Во II и III группах интраоперационно по количеству использованного фентанила статистически значимых ( $p > 0,05$ ) различий не выявлено, однако в дозировках севофлюрана и в субъективной оценке интенсивности боли после пробуждения установлена статистически значимая ( $p < 0,05$ ) разница (таблица 9)



**Таблица 8 - Периоперационная медикаментозная нагрузка и интенсивность боли после операции у пациентов I(A) и I(B) групп**

	I(A) группа (n=98)	I(B) группа (n=102)	P=
Фентанил, мкг (M±s) (в премедикации)	110±2,0	100±3,0	0,73
Пропофол, случаев n (%)	21 (21,43)	22 (21,57)	0.98
Интенсивность боли по ЦРШ, баллы (M±s)	0	0	1,0

**Таблица 9 - Периоперационная медикаментозная нагрузка и интенсивность боли после операции у пациентов II и III групп; (M±s)**

	II группа (n=97)	III группа (n=99)	P=
Фентанил, мкг (периоперационно)	110±4,0	120±4,0	0,54
Севوافлюран, МАК	1,19±0,09	1,29±0,17	0,00009
интенсивность боли после пробуждения по ЦРШ, баллы	0	1,4±1,2	0,0000

Интенсивность боли по ЦРШ в III группе после пробуждения соответствовала 1,4±1,2 баллам, что говорит о сниженном уровне анальгетического компонента сочетанной анестезии, обеспеченного блокадой НПН нервов. Показатели интенсивности боли после операции во II группе составили 0 баллов по ЦРШ, что достоверно ( $p>0,05$ ) не отличалось от уровня болевого синдрома у пациентов I(A) и I(B) групп.

Таким образом, межгрупповое сравнение интенсивности болевого синдрома, периперационным дозам фентанила и дозировке севофлурана показало адекватный уровень аналгезии при блокаде ветвей ПС у пациентов I и II групп. Изолированная блокада НПН нервов обеспечивала сравнительно меньший обезболивающий эффект.

### **3.6 Влияние регионарных блокад плечевого сплетения на функцию диафрагмы, газовый состав и кислотно-основное состояние крови**

С целью сравнения безопасности блокад ПС и его коротких ветвей (изолированные блокады НПН нервов), исследовано их влияние на функцию диафрагмы, путем УЗ оценки амплитуды движения на вдохе/выдохе и оценки коэффициента утолщения.

У 30 (7,6%) пациентов не удалось провести УЗИ из стандартной позиции между среднеключичной и передней подмышечной линией, что было связано с наличием газа в полых органах. При этом смещение датчика в позицию по среднеподмышечной линии для поиска акустического окна позволило у всех (100%) пациентов удовлетворительно визуализировать диафрагму.

При УЗ оценке амплитуды движения диафрагмы и при оценке толщины диафрагмы на вдохе и на выдохе, а также коэффициента утолщения диафрагмы у пациентов I и II групп отмечено достоверное снижение ( $p < 0,05$ ) полученных показателей по сравнению с исходными данными (таблица 10).

При сравнении исходных показателей с результатами исследования после блокады у пациентов III группы достоверных различий ( $p > 0,05$ ) не выявлено. Межгрупповое сравнение показателей амплитуды движения диафрагмы и толщины диафрагмы у пациентов I(A) и II; I(A) и III; I(B) и II; I(B) и III, показало статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ). Сравнение исследуемых показателей у пациентов II и III групп статистически значимых отличий не показало ( $p > 0,05$ ).

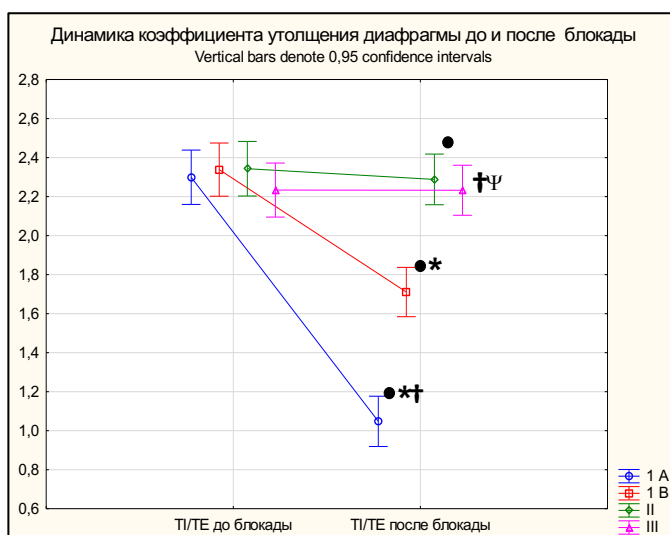
**Таблица 10 - Показатели амплитуды движения диафрагмы и толщины диафрагмы до и после блокады ( $M \pm SE$ )**

показатели		I группа (n=200)		II группа (n=97)	III группа (n=99)	p=
		I A группа (n=98)	I B группа (n=102)			
До блокады	M амплитуда	6,7 $\pm$ 1,6	6,73 $\pm$ 1,6	6,61 $\pm$ 1,54	6,5 $\pm$ 1,48	0,69
	B вдох, мм	0,45 $\pm$ 0,08	0,46 $\pm$ 0,09	0,45 $\pm$ 0,11	0,45 $\pm$ 0,09	0,62
	B выдох	0,21 $\pm$ 0,04	0,21 $\pm$ 0,04	0,21 $\pm$ 0,08	0,22 $\pm$ 0,07	0,21
	коэффициент	2,29 $\pm$ 0,66	2,34 $\pm$ 0,74	2,34 $\pm$ 0,72	2,23 $\pm$ 0,67	0,8
После блокады	M амплитуда	0,04 $\pm$ 0,2 <sup>⊙*</sup> †	3,37 $\pm$ 3,2 <sup>⊙*</sup>	6,2 $\pm$ 2,2 <sup>⊙</sup>	6,48 $\pm$ 1,48 <sup>†Ψ</sup>	0,000
	B вдох	0,19 $\pm$ 0,04 <sup>⊙*</sup> †	0,33 $\pm$ 0,15 <sup>⊙*</sup>	0,43 $\pm$ 0,12 <sup>⊙</sup>	0,45 $\pm$ 0,09 <sup>†Ψ</sup>	0,000
	B выдох	0,18 $\pm$ 0,04 <sup>⊙</sup>	0,19 $\pm$ 0,05 <sup>⊙</sup>	0,20 $\pm$ 0,08 <sup>⊙</sup>	0,22 $\pm$ 0,07 <sup>Ψ</sup>	0,046
	коэффициент	1,05 $\pm$ 0,03 <sup>⊙*</sup> †	1,71 $\pm$ 0,79 <sup>⊙*</sup>	2,29 $\pm$ 0,77 <sup>⊙</sup>	2,23 $\pm$ 0,67 <sup>†Ψ</sup>	0,000

⊙ –  $p < 0,05$  в сравнении с исходным значением; \* –  $p < 0,01$  в сравнении со II группой; † –  $p < 0,01$  в сравнении с I(B) группой; Ψ –  $p < 0,01$  в сравнении с I(A) группой

Коэффициент утолщения диафрагмы (TI/TE) после блокады бал равен в группе I(A) - 1,05 $\pm$ 0,03, в группе I(B) - 1,71 $\pm$ 0,79 и в группе II - 2,29 $\pm$ 0,77 имел статистически значимое ( $p < 0,05$ ) снижение по сравнению с исходными значениями: 2,29 $\pm$ 0,66, 2,34 $\pm$ 0,74 и 2,34 $\pm$ 0,72 соответственно (рисунок 20). При этом максимальное снижение коэффициента утолщения диафрагмы - 1,05 $\pm$ 0,03 отмечено в группе I(A).

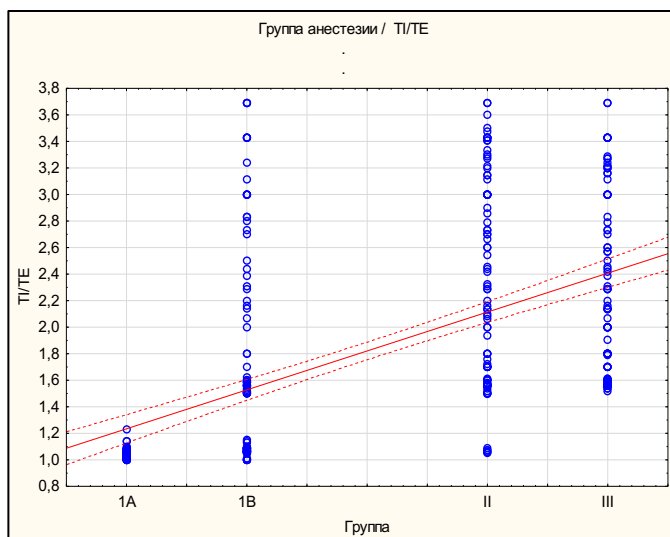
При корреляционном анализе отмечена сильная корреляционная связь коэффициента утолщения диафрагмы после блокады с методом регионарной блокады (с группой анестезии)  $r=0,57$  ( $p < 0,05$ ) (см. рис. 21).



**Рисунок 20 - Динамика коэффициента утолщения диафрагмы.**

TI/TE - коэффициент утолщения диафрагмы.

● –  $p < 0,05$  в сравнении с исходным значением; \* –  $p < 0,01$  в сравнении с II группой; † –  $p < 0,01$  в сравнении с I(B) группой; ‡ –  $p < 0,01$  в сравнении с I(A) группой.



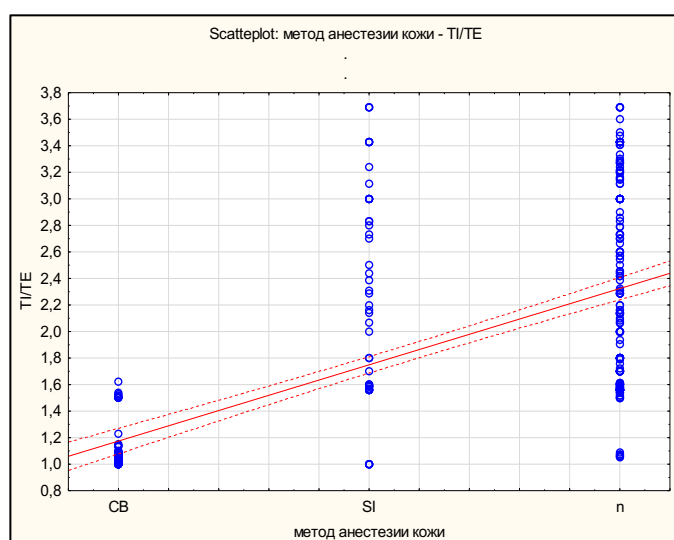
**Рисунок 21 - Корреляционная зависимость коэффициента TI/TE от метода регионарной блокады. TI/TE - коэффициент утолщения диафрагмы.**

Наименьшие значения коэффициента TI/TE после блокады было равно в группе I(A) -  $1,05 \pm 0,03$ , наибольшие в III группе -  $2,29 \pm 0,77$ .

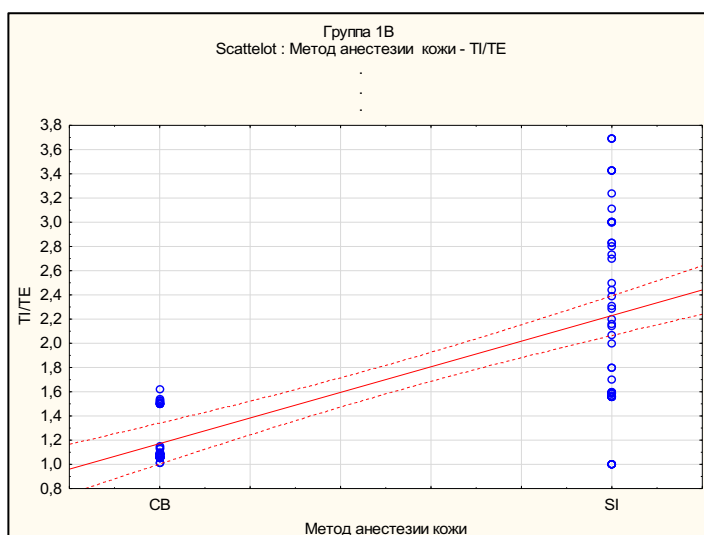
Обнаружена сильная корреляционная связь коэффициента утолщения диафрагмы после блокады с методом анестезии кожи в области операции (блокада шейного сплетения / инфильтрация кожи в области портов) -  $r=0,65$  ( $p<0,05$ ). Отдельно для I(B) группы:  $r=0,664$  ( $p<0,05$ ) (рисунок 22, 23).

Наименьшие значения TI/TE после блокады соответствуют методу анестезии кожи – блокада поверхностных ветвей шейного сплетения ( $1,05\pm0,03$ ), наибольшие значения – инфильтрации кожи в I(B) группе и отсутствию локальной анестезии во всей исследуемой выборке ( $2,29\pm0,77$ ).

Отмечены статистически значимые ( $p<0,05$ ) изменения показателей сатурации  $O_2$  в динамике от исходного: снижение в I(A) группе с  $96,88\pm1,45$  до  $96,15\pm1,47$  ( $p=0,0004$ ), в I(B) группе с  $97,06\pm1,43$  до  $96,52\pm2,02$  ( $p=0,011$ ), и увеличение в III группе с  $96,86\pm1,45$  до  $97,30\pm1,03$  ( $p=0,000$ ). При межгрупповом сравнении показателей сатурации  $O_2$  после блокады, получены статистически значимые различия между I(A) и II ( $p = 0,00006$ ); I(A) и III ( $p = 0,00003$ ); между I(B) и II ( $p = 0,001$ ); I(B) и III группами ( $p = 0,003$ ). Между I(A) и I(B) группами и между II и III группами достоверных различий не обнаружено ( $p>0,05$ ) (рисунок 24).

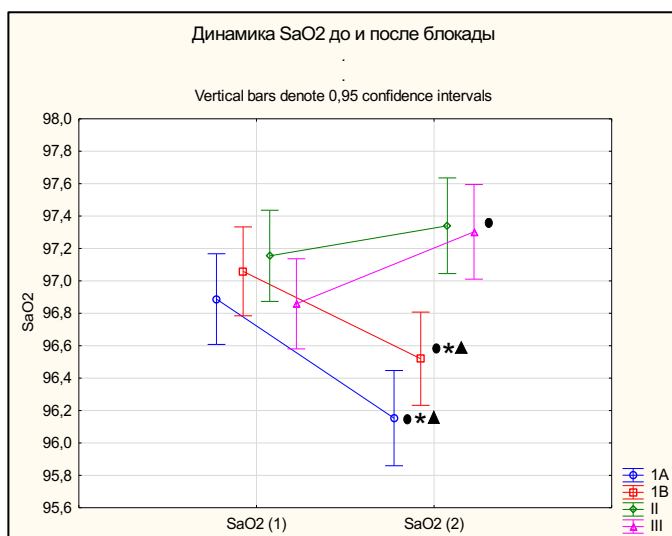


**Рисунок 22 - Корреляционная зависимость коэффициента утолщения диафрагмы от метода анестезии кожи.** CB- блокада шейного сплетения; SI – инфильтрация кожи, n – локальную анестезию не использовали, TI/TE – коэффициент утолщения диафрагмы.



**Рисунок 23 - Корреляционная зависимость коэффициента утолщения диафрагмы от метода анестезии кожи в группе IV.**

CB - блокада шейного сплетения; SI – инфильтрация кожи; TI/TE - коэффициент утолщения диафрагмы.

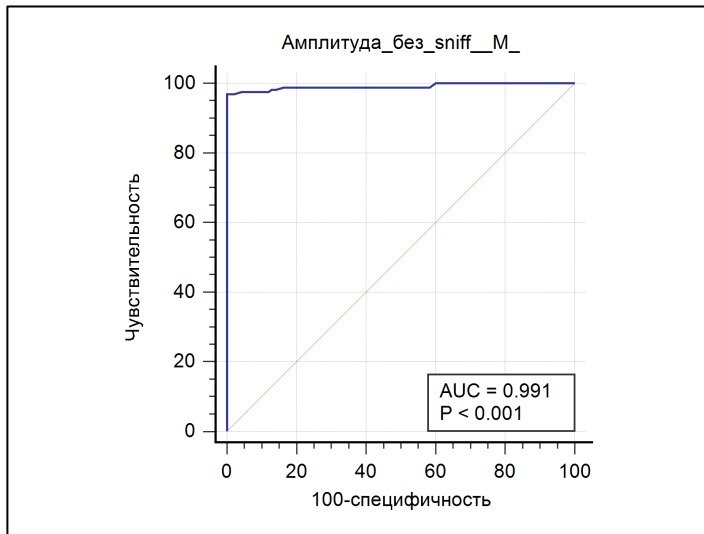


**Рисунок 24 - Изменение сатурации O<sub>2</sub> после выполнения блокады.**

⊙ –  $p < 0,05$  в сравнении с исходным значением; \* –  $p < 0,01$  в сравнении с II группой; ▲ –  $p < 0,01$  в сравнении с группой III.

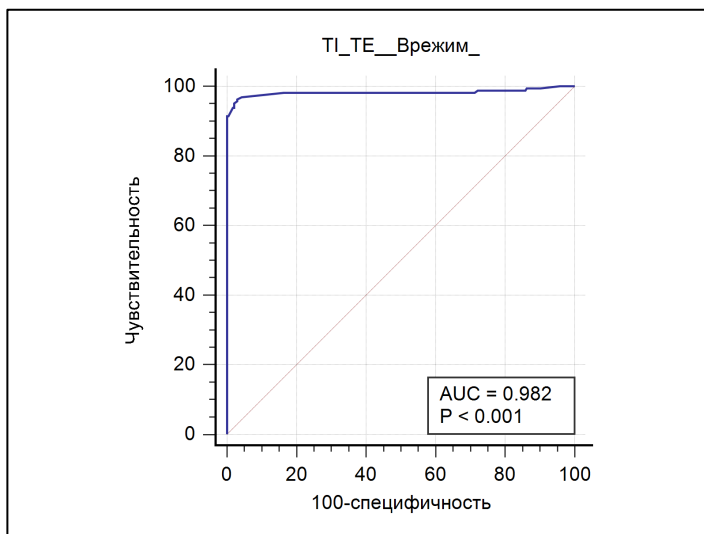
ROC-анализ возможностей УЗИ амплитуды диафрагмы при глубоком вдохе в М-режиме без проведения «sniff»-маневра позволил установить, что амплитуда 2,8 см является оптимальным пороговым значением, при котором

чувствительность диагностики гемидиафрагмального пареза составила 96,7%, специфичность 100%, AUC=0,991; ДИ 95% (0,976-0,998) ( $p<0,001$ ) (рисунок 25).



**Рисунок 25 - ROC-анализ ультразвукового исследования амплитуды диафрагмы в М-режиме без «sniff»-маневра.**

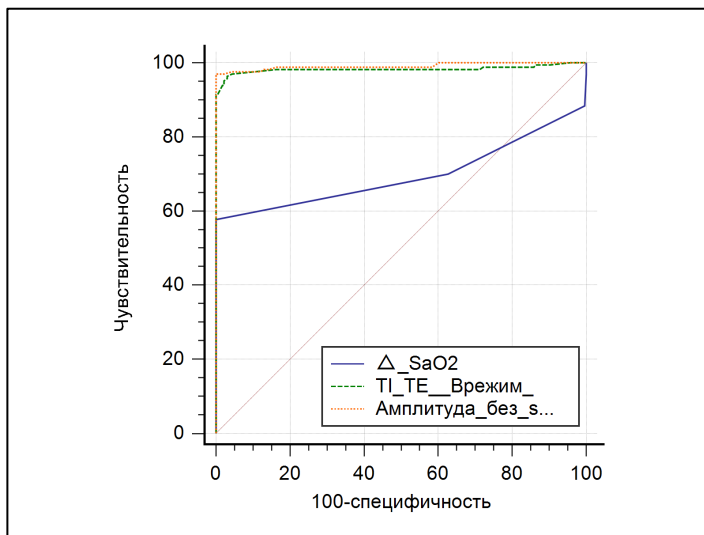
ROC-анализ коэффициента утолщения диафрагмы позволил установить, что его значение 1,53 является пороговым, при котором чувствительность диагностики гемидиафрагмального пареза составляла 96,32%, специфичность 97,0 %, AUC=0,982; ДИ 95% (0,964-0,993) ( $p<0,001$ ) (Рисунок 26).



**Рисунок 26 - ROC-анализ коэффициента утолщения диафрагмы.**

Полученное статистически значимое межгрупповое различие ( $p < 0,05$ ) в динамике показателей сатурации  $O_2$  позволило предположить его диагностическую ценность для верификации одностороннего пареза диафрагмы. Однако ROC-анализ разницы показателей  $SaO_2$  до и после блокады ( $\Delta SaO_2$ ) установил его неудовлетворительную чувствительность в 57,67 %, при специфичности 100% и  $AUC = 0,696$ ; ДИ 95% (0,648-0,741) ( $p < 0,001$ ).

При парном сравнении ROC-кривых отмечается достоверное различие AUC метода оценки  $\Delta SaO_2$  с AUC каждого из ультразвуковых методов оценки ( $p < 0,0001$ ). При этом между AUC ультразвуковых методов (амплитуда диафрагмы в М режиме без «sniff»-маневра и коэффициент TI/TE статистической разницы нет ( $p = 0,28$ ) (рисунок 27).



**Рисунок 27 - Сравнение ROC-кривых амплитуды диафрагмы в М-режиме без «sniff»-маневра, коэффициента утолщения диафрагмы и динамики показателей сатурации крови ( $\Delta SaO_2$ ).**

Динамика  $SaO_2$ , определяемая разницей показателей сатурации  $O_2$  до и после блокады имела в 34,3% случаев отрицательное значение, что можно объяснить повышением  $SaO_2$  после блокады в результате гипервентиляции на фоне психоэмоционального стресса и боли, связанных с выполнением блокады. Частота развития гемидиафрагмального пареза в группах показана в таблице 11.



**Таблица 11 - Частота развития пареза диафрагмы в зависимости от метода блокады**

Частота пареза диафрагмы	I группа n=200		II группа (n=97)	III группа (n=99)
	I (A) группа (n=98)	I (B) группа (n=102)		
по TI/TE, n (%)	98 (100)*†▲	56 (54,9)*▲	6 (6,2)	0 (0)*
по M амплитуде (без «sniff»), n (%)	98 (100)*†▲	59 (57,8)*▲	6 (6,2)	0 (0)*

\* – ( $p < 0,01$ ) в сравнении со II группой; † – ( $p < 0,01$ ) в сравнении с I B группой; ▲ – ( $p < 0,01$ ) в сравнении с III группой. TI/TE- - коэффициент утолщения диафрагмы.

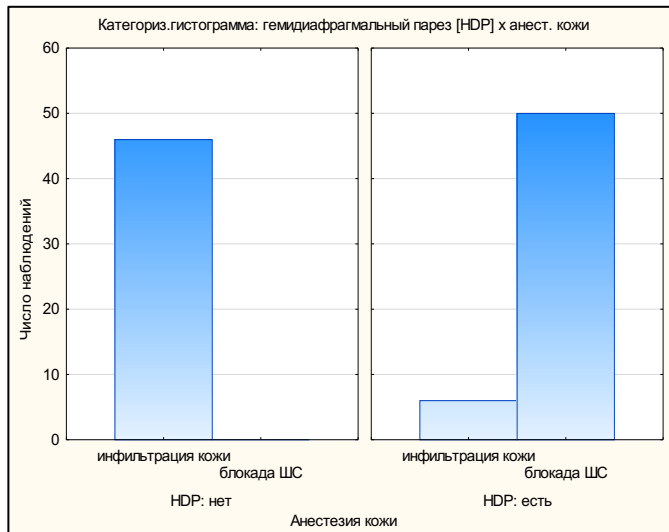
Максимальная частота пареза диафрагмы – 100% отмечена в I(A) группе, что имеет статистически значимую разницу ( $p < 0,01$ ) по сравнению с I(B) группой, со II группой ( $p < 0,01$ ), и с III группой ( $p < 0,01$ ). Достоверные отличия выявлены и между I(B) и II группой ( $p < 0,01$ ), между I(B) и III группой ( $p < 0,01$ ), а также между II и III группами ( $p < 0,01$ ).

Блокада ПС во II группе вызывала парез диафрагмы реже (6,2%), чем в исследуемых группах. При проведении вмешательств в сознании (I группа) и развитие пареза диафрагмы реже регистрировали в I(B) группе (54,9 %). У пациентов, которым проводили блокаду ПС межлестничным доступом без блокады ШС отмечена частота пареза диафрагмы – 8%.

Из 56 (54,9%) пациентов группы I(B), которым помимо блокады ПС выполняли блокаду ШС (n=50) или инфильтрацию МА кожи (n=6), полный парез диафрагмы развился у 45 (44,1%) человек. Ультразвуковое подтверждение полного гемидиафрагмального пареза заключалось в снижении амплитуды движения диафрагмы до 0 или ее парадоксальном движении, и снижении коэффициента утолщения диафрагмы до 1-1,2. У 11(10,7%) пациентов отмечено снижение амплитуды движения диафрагмы по отношению к исходному, но отличное от 0 (исключая парадоксальное движение), и снижение коэффициента утолщения диафрагмы TI/TE в динамике от исходного до значений, превышающих 1,2-1,5, что нами было интерпретировано, как частичный парез диафрагмы.

При корреляционном анализе гемидиафрагмального пареза отмечена сильная степень взаимосвязи с методом анестезии кожи области операции (инфильтрация области портов или блокада поверхностных ветвей шейного сплетения)  $r=0,88$  ( $p<0,05$ ). Из категоризованного графика видно, что число зарегистрированных случаев гемидиафрагмального пареза у пациентов с блокадой ШС больше, чем у пациентов с инфильтрацией кожи (рисунок 28).

После проведения прецизионной блокады ПС межлестничным доступом с блокадой ШС гемидиафрагмальный парез регистрировали в 100% случаях (у 50 пациентов). В случаях, когда блокаду ПС дополняли инфильтрационной анестезией кожи, парез диафрагмы развивался в 11,5% случаях (у 6 пациентов).



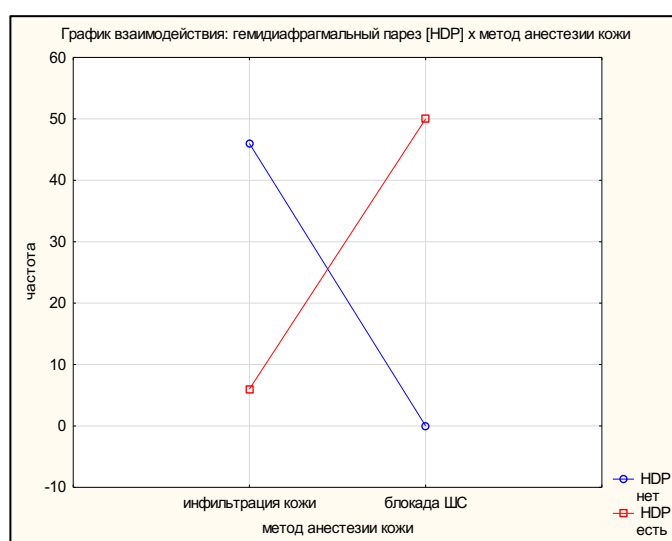
**Рисунок 28 - Категоризованная гистограмма: гемидиафрагмальный парез и метод анестезии кожи.**

HDP - гемидиафрагмальный парез; ШС - шейное сплетение

Из графика взаимодействия частот видно, что число пациентов с инфильтрацией кожи МА и гемидиафрагмальным парезом меньше числа пациентов у которых развился парез после блокады ШС (рисунок 29) Пересечение прямых на графике подтверждает взаимодействие факторов. Графики показали зависимость между факторами, которая является статистически значимой: при анализе таблиц сопряженности можно сделать вывод, что применение для

анестезии кожи метода инфильтрации местного анестетика в области портов статистически значимо (на 43,32%) снижает частоту гемидиафрагмального пареза ( $\chi^2=77$ ;  $p=0,000$ ).

Максимальная частота пареза диафрагмы – 100% отмечена в I(A) группе, что имеет статистически значимую разницу ( $p<0,01$ ) по сравнению с I(B) группой, со II группой ( $p<0,01$ ), и с III группой ( $p<0,01$ ). Достоверные отличия выявлены и между I(B) и II группой ( $p<0,01$ ), между I(B) и III группой ( $p<0,01$ ), а также между II и III группами ( $p<0,01$ ).



**Рисунок 29 - График взаимодействия частот: гемидиафрагмальный парез (HDP)/ метод анестезии кожи**

HDP – гемидиафрагмальный парез; ШС – шейное сплетение

Относительный риск развития пареза диафрагмы при анестезии ПС межлестничным доступом без блокады ШС составил 12,4; 95% ДИ (7,2-21,4). Клинически значимый УЗ-подтвержденный гемидиафрагмальный парез, зарегистрирован у 2 пациентов (по одному из I(A) и I(B) группы).

Для иллюстрации проявления гемидиафрагмального пареза приводим клинический пример:

Пациентка Г., 48 лет, масса тела 80 кг, рост: 168 см с диагнозом: М.12.5 травматическая артропатия, повреждение вращательной манжеты правого

плечевого сустава, субакромиальный импинджмент синдром. Сопутствующие заболевания: не выявлены. Операция: артроскопический шов вращательной манжеты правого плечевого сустава, субакромиальная декомпрессия. После премедикации, включающей внутривенное введение 50 мг кетапрофена под контролем УЗ и нейростимуляции (0,5 мА) выполнена прецизионная блокада ПС межлестничным доступом (7,0 мл 0,5% раствора ропивакаина) в сочетании блокадой поверхностного ШС (10 мл 0,2% раствора ропивакаина). Суммарная доза ропивакаина составила 55 мг. Интраоперационное положение: сидя (позиция в шезлонге). Седацию проводили внутривенным болюсным введением 1% пропофола в дозе 1 мг/кг (8,0 мл). Диагностические УЗ исследования правого купола диафрагмы до проведения анестезии показали: амплитуда движения диафрагмы = 4,75 см; коэффициент утолщения диафрагмы = 2,7. Дыхание самостоятельное, частота 15-16 в мин, сатурация крови – 97%. При УЗИ правого купола диафрагмы после блокады: амплитуда движения диафрагмы = 0 см, коэффициент утолщения диафрагмы = 1,08.

Интраоперационно внутривенно введено 100 мкг фентанила. Дыхание самостоятельное, частота 15-16 в мин, сатурация крови - 92%. Подача O<sub>2</sub> через лицевую маску с потоком 6 л/мин, Уровень систолического АД 110-130 мм рт. ст., ЧСС 64-71 в мин. Длительность операции 45 мин. Течение послеоперационного периода осложнилось парезом диафрагмального нерва, проявившемся в снижение сатурации до 88% при дыхании атмосферным воздухом. При подаче O<sub>2</sub> через лицевую маску с потоком 6 л/мин – сатурация составила 92%. Отмечали увеличение частоты дыхания до 24 в мин. При анализе газового состава артериальной крови: PaO<sub>2</sub> = 64 мм. рт. ст., PaCO<sub>2</sub> = 40,9 SaO<sub>2</sub> = 91,5 pH = 7,37 BE = -1,8. Наблюдение в отделении интенсивной терапии с подачей увлажненного O<sub>2</sub> до полного разрешения пареза правого купола диафрагмы (подтверждено УЗИ) в течение 5 часов. Переведена в профильное отделение. При переводе: сатурация крови 96%. В дальнейшем нарушений функций дыхательной системы не выявлено. Моторный компонент блока стволов ПС регрессировал через 10 часов, сенсорный

- через 12 часов после выполнения блокады. Выписана на следующий день после операции.

С целью детальной оценки влияния пареза диафрагмы на газовый состав крови в рамках основного исследования у 29 (55,8%) пациентов I(B) группы проведён сравнительный анализ показателей кислотно-основного равновесия и газового состава крови до и после выполнения блокады ПС и ШС. Гемидиафрагмальный парез был подтвержден у всех 29 (100%) пациентов методами УЗ диагностики. Динамика основных показателей газового состава крови и КЩС отражена в таблице 12.

**Таблица 12 - Газовый состав крови и кислотно-основное состояние крови у пациентов с полным гемидиафрагмальным парезом. Ме(Q1;Q3)**

показатели	до блокады (n=29)	после блокады (n=29)	p=
PaO <sub>2</sub> , мм. рт. ст.	90 (84;97)	77 (72;80)	0,000
PaCO <sub>2</sub> , мм. рт. ст.	38,1 (35,5;40,8)	38,5 (35,8;41,6)	0,79
SaO <sub>2</sub> , %	97,1 (96,4;97,9)	95,5 (94,5;96,2)	0,000
pH	7,42 (7,39;7,46)	7,42 (7,38;7,46)	0,77
BE, ммоль/л	0,15 (-0,8;1,8)	1,3 (-0,6;2,4)	0,14
HCO <sub>3</sub> , ммоль/л	23,98 (23,1;24,8)	24,4 (22,4;25,9)	0,87

При сравнительном анализе отмечено достоверное ( $p < 0,05$ ) снижение PaO<sub>2</sub> и SaO<sub>2</sub> после блокады. При этом изменения PaCO<sub>2</sub>, pH, BE, HCO<sub>3</sub> не являлись статистически значимыми ( $p > 0,05$ ).

У 14 (48,3%) пациентов отмечено достоверное снижение показателей PaCO<sub>2</sub> с 39,9 (37,5;44,2) мм рт. ст. до 35,7 (32,8;40,3) мм рт. ст. ( $p = 0,0009$ ). У 15 (51,7%) пациентов отмечено достоверное повышение PaCO<sub>2</sub> с 35,9 (33,5;38,9) мм рт. ст. до 41,4 (38,1;43,1) мм рт. ст. ( $p = 0,0006$ ). Проведенный корреляционный анализ не

показал статистически значимых взаимосвязей динамики  $\text{PaCO}_2$  с другими исследуемыми параметрами.

Таким образом выполнение анестезии ПС межлестничным доступом в сочетании с блокадой ШС дает односторонний парез диафрагмы в 100% случаев. При инфильтрации кожи местным анестетиком в области портов частота развития гемидиафрагмального пареза достоверно сокращалась в 8,7 раз. Использование блокады НПН нервов безопасно для функции диафрагмы и может быть методом выбора в целевых группах. Использование УЗ исследований в диагностике пареза диафрагмы является простым и информативным методом, позволяющим выявить не только наличие пареза, но степень его выраженности (полный или частичный). Комбинация блокады ПС с анестезией ШС за счет гемидиафрагмального пареза достоверно снижала показатели насыщения артериальной крови кислородом и сатурацию крови.

### **3.7 Оценка показателей артериального давления и частоты сердечных сокращений в интраоперационном периоде**

Результаты сравнительной оценки влияния методов регионарной анестезии на показатели артериального давления и частоты сердечных сокращений во время выполнения оперативного вмешательства представлены в таблице 13. Исходные значения САД и ЧСС у пациентов всех групп не имели статистически значимых отличий ( $p > 0,05$ ) и находились в пределах нормы.

Во всех группах по сравнению с исходными показателями отмечено статистически значимое ( $p < 0,05$ ) снижение САД и ЧСС после седации/индукции анестезии, при этом в I(A) и I(B) группах отмечали меньшее снижение показателей в сравнении со II группой ( $p < 0,05$ ). Между III и II группами достоверных различий не выявлено ( $p > 0,05$ ). После позиционирования пациента в положение полусидя в I(A) и I(B) группах отмечали достоверное ( $p < 0,05$ ) повышение и САД и ЧСС в сравнении с предыдущими значениями, измеренными в положении лежа на фоне седации, при этом межгрупповых различий между I(A) и I(B) на этом этапе не выявлено ( $p > 0,05$ ). Во II и III группах переход в положение сидя сопровождался

достоверным ( $p < 0,05$ ) снижением и САД, и ЧСС в сравнении с предыдущими значениями.

**Таблица 13 - Показатели артериального давления и частоты сердечных сокращений во время анестезии и операции ( $M \pm SD$ )**

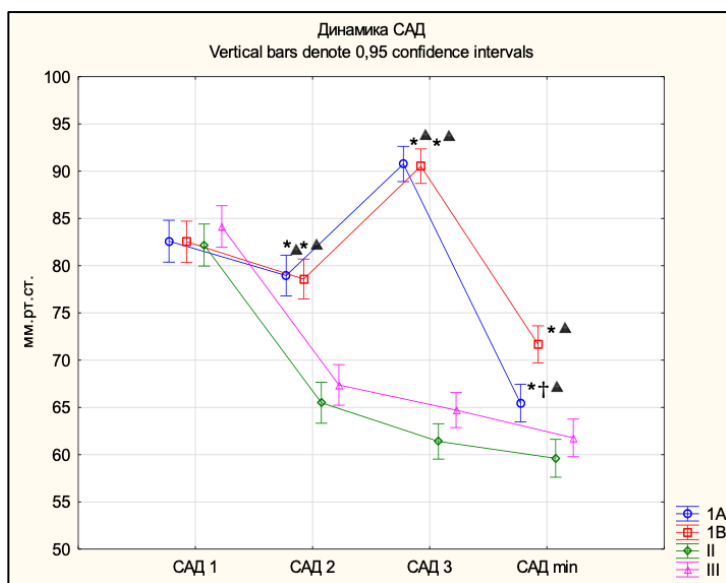
Показатели САД и ЧСС на этапах анестезии		1 группа n=200		2 группа n=97	3 группа n=99	p=
		1 А группа n=98	1 В группа n=102			
САД, мм.рт.ст.	исходно	82,6±11,4	82,5±11,7	82,2±10,7	84,1±10,7	0,54
	седация/индукция	78,9±11,8*▲	78,6±11,9*▲	66,5±8,8	67,4±10,6	0,000
	укладка	90,8±8,2*▲	90,5±9,4*▲	61,4±9,1	64,7±10,6	0,000
	начало опер.	82,8±8,9*▲	82,8±9,5*▲	65,6±8,7	67,2±10,5	0,000
	середина опер.	69,5±16,8*▲†	76,7±9,2*▲	62,5±6,8	63,6±8,4	0,000
	конец опер.	74,7±7,9*▲	71,7±8,9*▲	63,4±6,4	64,5±7,1	0,000
ЧСС, 1/мин	исходно	77,8±12,3	75,4±13,2	77,9±12,9	77,2±14,2	0,51
	седация/индукция	67,8±8,7	67,5±8,9	67,4±8,6	67,5±9,3	0,9
	укладка	75,1±8,7*▲	74,9±9,0*▲	61,1±7,7	61,6±8,2	0,000
	начало опер.	66,3±7,3*▲	68,1±6,9*▲	55,2±2,6	58,6±5,2	0,000
	середина опер.	66,9±7,2*†▲	67,8±7,4*▲	56,7±4,4	57,3±4,5	0,000
	конец опер.	69,9±5,8*▲	68,8±6,0*▲	61,0±4,8	61,6±5,2	0,000

■ – ( $p < 0,05$ ) в сравнении исходным значением; \* – ( $p < 0,01$ ) в сравнении со II группой; † – ( $p < 0,01$ ) в сравнении с I В группой; ▲ – ( $p < 0,01$ ) в сравнении с III группой.

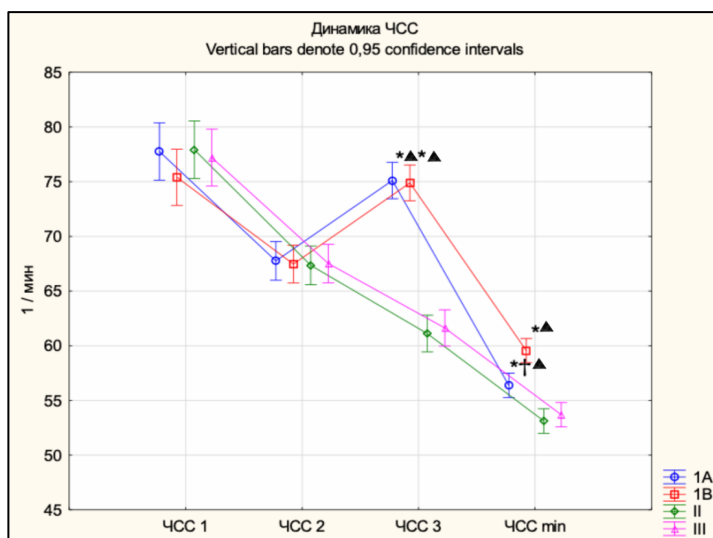
Достоверных различий при сравнении показателей ЧСС у пациентов II и III групп на этом этапе не выявлено ( $p > 0,05$ ). Различия в показателях САД между группами I(A) и II; I(A) и III; I(B) и II; I(B) и III были достоверны ( $p < 0,01$ ).

На этапах операции во всех группах отмечали достоверное снижение показателей САД и ЧСС в сравнении с исходными значениями ( $p < 0,05$ ), при этом в I(A) группе минимальные значения САД и ЧСС были достоверно ниже, чем в I(B) группе ( $p < 0,05$ ), и не отличались от соответствующих значений во II и III группах ( $p > 0,05$ ). Статистически значимых различий в показателях САД и ЧСС между группами I(A) и I(B); II и III на этапах анестезии не выявлено ( $p > 0,05$ ). Динамика

показателей САД и ЧСС до начала операции и их минимальные значения на этапе операции представлены на рисунках 30 и 31.



**Рисунок 30 - Динамика САД в зависимости от вида анестезии (М; 0,95ДИ).** САД 1 – исходно, САД 2 – седация/индукция, САД 3 – укладка, САД min – минимальное на этапе операции. \* – ( $p < 0,01$ ) в сравнении со II группой; † – ( $p < 0,01$ ) в сравнении с I В группой; ▲ – ( $p < 0,01$ ) в сравнении с III группой.



**Рисунок 31 - Динамика ЧСС в зависимости от вида анестезии (М; 0,95ДИ).** ЧСС 1 – исходно, ЧСС 2 – седация/индукция, ЧСС 3 – укладка, ЧСС min – минимальное на этапе операции. \* – ( $p < 0,01$ ) в сравнении со II группой; † – ( $p < 0,01$ ) в сравнении с I В группой; ▲ – ( $p < 0,01$ ) в сравнении с III группой.



Таким образом, после индукции/седации снижение артериального давления отмечено во всех группах, при этом менее выраженное снижение было в I группе, где использовали седацию. Позиционирование пациента в положение полусидя у пациентов под седацией (I группа) приводило к достоверному увеличению показателей артериального давления и частоты сердечных сокращений, а во II и III группах с сочетанной анестезией показатели значимо снижались. Межгрупповое сравнение показателей артериального давления и частоты сердечных сокращений на последующих этапах анестезии не выявило достоверной разницы.

### **3.8 Артериальная гипотония и брадикардия у пациентов в сознании**

С целью сравнения частоты осложнений изучаемых методов регионарных блокад при артроскопических операциях на плечевом суставе проведен анализ случаев артериальной гипотонии и брадикардии (АГБ) у пациентов в сознании в положении шезлонга.

У пациентов I группы было зарегистрировано 24 (12%) случая АГБ. У пациентов I(A) группы АГБ отметили у 22 (11%), в группе I(B) у 2 (1%) пациентов. Можно заключить, что проведение анестезии по методике, использованной в I(B) группе статистически значимо (на 10%) снижает частоту АГБ ( $\chi^2=17,9$ ;  $p<0,0001$ ).

При корреляционном анализе обнаружена сильная степень взаимосвязи между АГБ: и синдромом Горнера –  $r=0,73$  ( $p<0,0001$ ) 95%ДИ (0,68-0,77); а также слабая взаимосвязь с объемом местного анестетика, использованного для блокады ПС (без учета МА для блокады ШС)  $r=0,41$  ( $p<0,0001$ ) 95%ДИ (0,31-0,50); и с дозой местного анестетика  $r=0,35$  ( $p<0,0001$ ) 95%ДИ (0,26-0,43). Частота развития АГБ при наличии или отсутствии синдрома Горнера показана в таблице 14.

Синдром Горнера после выполнения блокады выявлен у 36 (18%) пациентов I группы, при этом в группе I(A) у 34 (34,7%), в I(B) – у 2 (2%) пациентов ( $p=0,000$ ). При оценке синдрома Горнера, как предиктора развития АГБ, установлена чувствительность равная 92% и специфичность равная 93,7%.

**Таблица 14 - Частота развития артериальной гипотонии и брадикардии при наличии или отсутствии синдрома Горнера**

предиктор	исход		всего
	АГБ есть	АГБ нет	
Синдром Горнера есть	23	11	36
Синдром Горнера нет	2	164	166
всего	25	175	200

АГБ - артериальная гипотония и брадикардия

Абсолютный риск в основной группе (группе с наличием предиктора) составил 0,67 (риск развития АГБ при наличии синдрома Горнера), абсолютный риск в контрольной группе (группе без предиктора) составил 0,012 (риск развития АГБ при отсутствии синдрома Горнера). Относительный риск был равен 56,1; ДИ 95% (13,8-227,0).

Относительный риск развития АГБ у пациентов с синдромом Горнера в 56 раз выше, чем у пациентов без этого предиктора.

Во всех случаях для купирования АГБ потребовалось введение 0,1% раствора атропина (0,02 мг/кг). В одном случае в дополнение к атропину потребовался кратковременный возврат операционного стола в горизонтальное положение.

Таким образом, при выборе анестезии с сохранением сознания и самостоятельного дыхания пациента наиболее безопасным в отношении развития внезапной артериальной гипотонии и брадикардии является метод прецизионной блокады ПС межлестничным доступом. Синдром Горнера является клиническим предиктором развития артериальной гипотонии и брадикардии.

### **3.9 Качество внутрисуставной визуализации при артроскопических операциях**

С целью оценки качества внутрисуставной визуализации при артроскопических оперативных вмешательствах в условиях блокад ПС и НПН

нервов у пациентов проведено сравнительное исследование. Результаты оценки качества внутрисуставной визуализации представлены в таблице 15.

Из таблицы видно, что в большинство случаев достоверно ( $p<0,05$ ) чаще неудовлетворительную визуализацию регистрировали в I(A) и I(B) группах, по сравнению с остальными группами. Наилучшие условия для визуализации были во II группе. Корреляционный анализ показал взаимосвязь качества внутрисуставной визуализации от уровня САД во время операции  $r=0,47$  ( $p<0,05$ ).

**Таблица 15- Качество внутрисуставной визуализации, n (%)**

Показатели		I группа (n=200)		II группа (n=97)	III группа (n=99)	p
		I A группа (n=98)	I B группа (n=102)			
Визуализация	Удовлетворительная	43(43,9) *†	49(48,1)*†	92(94,8)	80(80,8)*	0,00
	Неудовлетворительная	55(56,1)*†	53(51,9)*†	5(5,2)	19(19,2)*	0,00
введение препарата транексамовой кислоты		55(56,1)*†	53(51,9)*†	5(5,2)	19(19,2)*	0,00
Положительный эффект транексамовой кислоты		5 (9,1)*†	1(1,9)*†	5(100)	7(36,8)*	0,00
Углубление седации/анестезии		21(21,4)	22(21,6)	0	4(4)	0,00
увеличение давления притока на помпе >100 мм рт.ст.		50(51)*†	52(51)*†	0	8(8,1)*	0,00

\* – ( $p<0,01$ ) в сравнении со II группой; † – ( $p<0,01$ ) в сравнении с III группой.

При неудовлетворительной оценке внутрисуставной визуализации выполнялся следующий комплекс действий:

1) проверка и исключение влияния эффекта «турбулентности» и эффекта «Бернулли» на пристеночное давление в полости сустава изменением взаиморасположения направлений портов и скорости притока и оттока ирригационной жидкости.

2) внутривенное введение 1000 мг транексамовой кислоты

3) снижение системного АД (при отсутствии противопоказаний) до достижения САД ниже давления в помпе

- углублением седации (в группах I(A) и I(B) более 4 балла по Ramsay введением пропофола,

- углублением общей анестезии (в группах II и III), ориентируясь на значения BIS.

4) повышение давления в помпе (до уровня не более 110 мм. рт. ст.)

Мероприятия по минимизации турбулентности всегда имели временный эффект. Поэтому транексамовую кислоту вводили всем пациентам с неудовлетворительной внутрисуставной визуализацией. Максимальный эффект от использования транексамовой кислоты был получен во II группе. Наблюдались межгрупповые различия между II группой с I(A) и I(B) группами, а также между II и III группами. Также наблюдалось отсутствие межгрупповой разницы между I(A) и I(B) группами ( $p=0,051 > 0,0125$ ).

Низкие показатели эффективности применения транексамовой кислоты на качество внутрисуставной визуализации в I(A), I(B) и III группах, вероятно имеют методологическую ошибку учета ее эффективности – эффективным считали введение в том случае если не приходилось прибегать к следующей «ступени» последовательности действий – увеличение давления на помпе. Но с учетом ограничений, обусловленными клиническим исследованием – необходимости быстрого практического обеспечения приемлемых условий для визуализации – увеличение давления на помпе начинали вероятно до реализации фармакологического действия транексамовой кислоты.

С целью снижения артериальной гипертензии углубление седации потребовалось у 21 (21,43%) пациента I(A) группы и у 22 (21,57%) пациентов I(B) группы, что не имело достоверного взаимного межгруппового различия ( $p=0,98$ ). В III группе углубление общей анестезии увеличением дозировки севофлюрана до значений BIS ниже 40% потребовалось у 4 (4%) пациентов. Во II группе углубления общей анестезии не потребовалось ни у одного из пациентов, также не отмечено случаев повышения давления в помпе  $>100$  мм. рт. ст., достаточным было

устранения турбулентности и введения транексамовой кислоты, что позволяет говорить о лучших условиях для внутрисуставной визуализации в этой группе.

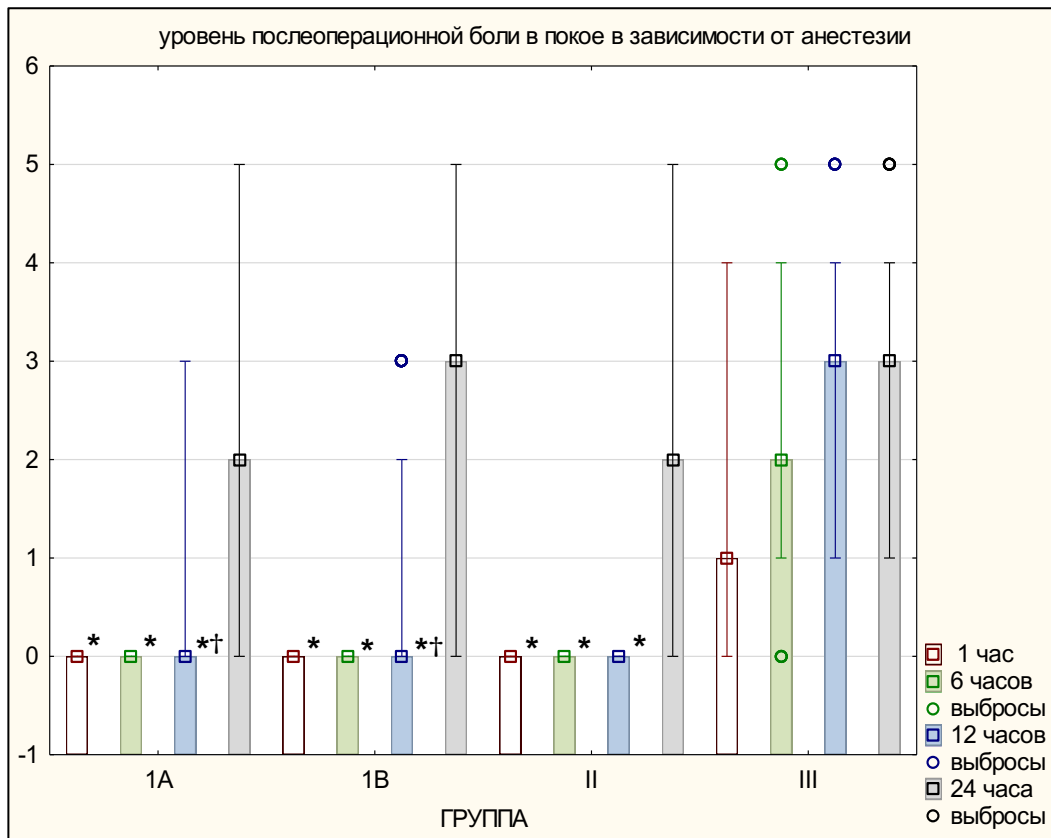
Повышение давления в помпе позволяло уменьшить кровоточивость сосудов и улучшить восприятие объектов через артроскоп.

Таким образом, сравнительная оценка внутрисуставной визуализации показала, что в группах где использовали сочетанную анестезию (II и III) качество внутрисуставной визуализации было выше в сравнении с пациентами I группы, у которых интраоперационно проводили седацию.

### **3.10 Сравнительная оценка послеоперационного обезболивания и «удовлетворенности» пациентов**

С целью сравнения качества регионарных блокад использованных при артроскопических вмешательствах на плечевом суставе, была проведена оценка интенсивности боли, продолжительности обезболивания в течение первых послеоперационных суток и удовлетворенности пациентов.

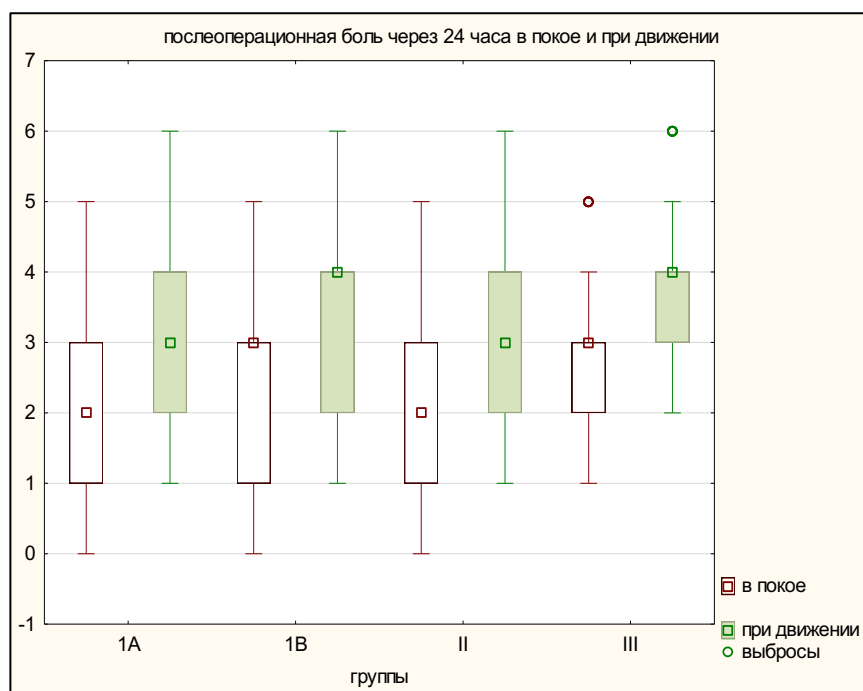
Интенсивность болевого синдрома по ЦРШ в покое в среднем за сутки в I(A), I(B) и II группах статистически значимо меньше ( $p=0,00$ ), чем в III группе. Через 1 час после операции интенсивность болевого синдрома по ЦРШ составила в группах: I(A) – 0 баллов; в I(B) – 0 баллов; в группе II – 0 баллов, что достоверно отличалось от показателей III группы ( $1,4 \pm 1,1$  балл) ( $p=0,000$ ). Через 6 часов показатели интенсивности боли в I и II группах не изменились, а в III группе увеличились до  $2,6 \pm 1,1$  баллов ( $p=0,000$ ). Через 12 часов после операции субъективная оценка боли по ЦРШ в I(A) группе составила  $0,8 \pm 1,42$  балла, в I(B) в  $0,66 \pm 1,05$  балла, во II группе 0 баллов ( $p=0,00$  при сравнении с I группой). В III группе отмечены максимальные показатели ( $2,62 \pm 1,0$  балла), которые имели достоверные отличия с другими группами ( $p=0,000$ ). К концу первых суток статистически значимой разницы между группами не наблюдали:  $2,2 \pm 1,44/2,42 \pm 1,37/2,26 \pm 1,6/2,63 \pm 1,0$  баллов соответственно ( $p=0,181$ ) (рисунок 32).



**Рисунок 32 - Уровень боли по цифровой рейтинговой шкале в первые сутки после операции (Me; Q1-Q3).**

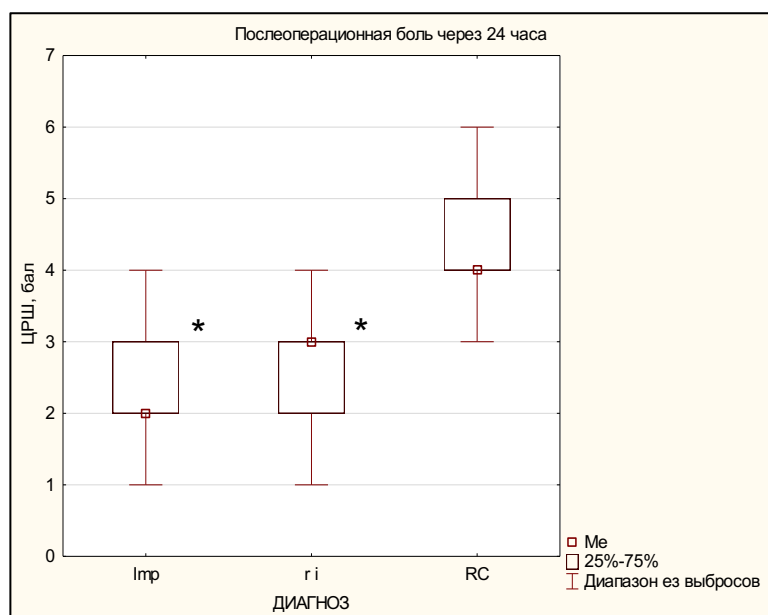
\* -  $p < 0,01$  по сравнению с III группой; † -  $p < 0,01$  по сравнению со II группой.

К концу первых суток в I(A) группе, интенсивность боли  $>4$  баллов по ЦРШ отмечали у 6 (6,1%) пациентов, в I(B) группе у 6 (5,9%), во II группе у 8 (8,2%), и в III группе у 5 (5,1%) пациентов, что не имело статистически значимой межгрупповой разницы ( $p > 0,05$ ). Через сутки не было достоверной разницы между группами и в интенсивности боли при движении конечностью ( $p > 0,05$ ) (рисунок 33).



**Рисунок 33 - Послеоперационная боль через 24 часа в покое и при движении в зависимости от метода блокады (Me; Q1-Q3).**

При корреляционном анализе обнаружена слабая степень зависимости уровня послеоперационной боли через 24 часа при движении конечности от основной патологии  $r=0,22$  ( $p<0,05$ ). При анализе зависимости уровня послеоперационной боли через 24 часа при движении от основной патологии выявлено, что уровень боли был статистически значимо ( $p<0,05$ ) выше у пациентов, прооперированных по поводу повреждения ротаторной манжеты (рисунок 34). Поэтому пациентов с диагнозом повреждения ротаторной манжеты можно рассматривать как целевую группу для проведения дополнительной фармакологической аналгезии после окончания действия МА.



**Рисунок 34 - Послеоперационная боль через 24 ч в зависимости от основной патологии. (imp – импинджмент синдром, ri – хроническая рецидивирующая нестабильность, RC – повреждение ротаторной манжеты).**

\* -  $p < 0,01$  по сравнению с группой RC (повреждение ротаторной манжеты).

Отмечена межгрупповая разница в использовании дополнительного обезболивания (кетопрофен, парацетамол) «по требованию» между III группой и I(A) ( $p < 0,01$ ), между III группой и I(B) ( $p < 0,01$ ), между III группой и II ( $p < 0,01$ ). В группах I(A), I(B), II расход анальгетиков не имел статистически значимого различия.

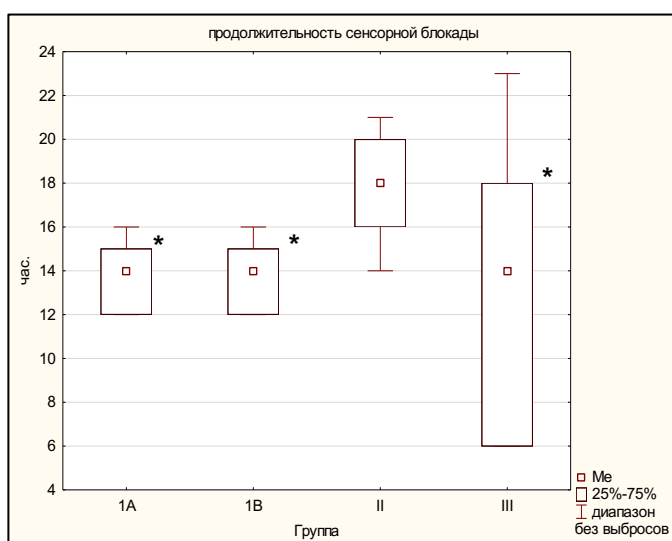
Во II группе отмечен более длительный период аналгезии в сравнении с другими группами, что может быть связано с концентрацией раствора МА (0,75%). Изолированная блокада НПН имела меньшую предсказуемость длительности и уровня обезболивания в раннем послеоперационном периоде. предсказуемостью по уровню обезболивания в раннем периоде. Спустя 24 часа после операции интенсивность боли в исследуемых группах достоверно не отличалась. Через сутки достоверной разницы между группами в интенсивности боли не отмечено ( $p > 0,05$ ).

В послеоперационном периоде максимальная длительность сенсорного блока отмечалась во II группе  $17,79 \pm 2,28$  часов, что по сравнению с I(A) группой



( $13,68 \pm 1,49$  часов), I(B) группой ( $13,95 \pm 1,51$  часов и III группой ( $12,56 \pm 6,43$  часов) имело статистически достоверную разницу ( $p=0,00$ ) (рисунок 35).

При апостериорном анализе ни между I(A) и I(B) группами ( $p=0,19$ ), ни между каждой из них и III группой ( $p=0,73$ )/( $p=0,5$ ) достоверной разницы не обнаружено. Большой интерквартильный размах в III группе (18 против 4) говорит о том, что анальгетический компонент блокады менее предсказуем по длительности чем в I(A) и I(B) группах.



**Рисунок 35 - Продолжительность сенсорной блокады после операции в зависимости от вида анестезии (Me; Q1-Q3).**

\* – ( $p<0,01$ ) в сравнении со II группой.

Межгрупповое сравнение показателей субъективной оценки качества анестезии не выявило статистически значимых ( $p>0,05$ ) различий. В I(A) группе она составила  $4,44 \pm 0,62$  балла, в I(B) -  $4,4 \pm 0,63$  балла, во II -  $4,3 \pm 0,64$  балла, в III -  $4,39 \pm 0,64$  балла. На первом месте среди причин снижения оценки качества анестезии ( $n=25$ ) были боль/дискомфорт/тревога, испытанные при выполнении блокады, которая имела слабую корреляцию с полом  $r=0,37$  ( $p<0,05$ ); на втором – послеоперационная боль ( $n=19$ ). По обеим причинам статистически значимых межгрупповых различий не обнаружено ( $p>0,05$ ). На третьем месте ( $n=18$ ) из указанных причин была тревога, связанная с полным моторным блоком, что

озвучивалось как «невозможность двигать рукой, кистью», и которая отмечена во II группе у 16 пациентов, что имело статистически значимое различие с остальными группами: II/I(A) ( $\chi^2=14,6$ ;  $p=0,0001$ ), II/1(B) ( $\chi^2=15,2$ ;  $p=0,0001$ ) II/III ( $\chi^2=17,7$ ;  $p<0,0001$ ). Еще одной из указанных причин было диспноэ в раннем послеоперационном периоде, потребовавшее наблюдения и ингаляции  $O_2$  в ОРИТ, что вызвало тревогу пациентов. Тошноты, рвоты, кожного зуда, нарушений ночного сна, предложенных в опроснике в качестве причин, а также каких-либо других причин не описано.

При отсутствии межгрупповых различий в субъективной оценке качества анестезии основными отмеченными недостатками были избыточная моторная блокада всей верхней конечности у пациентов II группы и диспноэ, связанное с парезом диафрагмы у пациентов I группы.

Таким образом, изолированная блокада НПН не обеспечивала сравнимого уровня аналгезии на всех этапах наблюдения, длительность ее была менее предсказуема, и пациенты III группы в большей степени требовали дополнительного обезболивания. В группах, где использовали блокаду ПС отмечали эффективный уровень аналгезии в первые 6 часов после операции (0 баллов по ЦРШ), при этом у пациентов, которым проводили сочетанную анестезию (II группа) был самый длительный период аналгезии (до 24 часов). К концу первых суток интенсивность болевого синдрома при межгрупповом сравнении не имела достоверных отличий.

### 3.11 Осложнения

С целью сравнения безопасности регионарных блокад при артроскопических операциях на плечевом суставе, оценена частота осложнений, связанных с анестезией.

Отмечена межгрупповая разница в частоте непреднамеренной обратимой односторонней блокады возвратного гортанного нерва (клинические проявления – осиплость голоса, инструментальное подтверждение – УЗИ голосовых связок)

между I(A) и III группой ( $p < 0,01$ ), I(A) и I(B) группой ( $p < 0,01$ ), I(A) и II группой ( $p < 0,01$ ). Статистически значимых различий между I(B), II и III группами не обнаружено.

Не зарегистрировано ни одного случая сердечно сосудистых и неврологических осложнений.

Нами отмечены 23 случая (в I(A) группе – у 12 (12,2%) пациентов; в I(B) группе – у 11 (10,8%) пациентов) выраженного периартикулярного отека (рисунок 36). У пациентов во II и III группах подобных осложнений не зарегистрировано.



**Рисунок 36 - Периартикулярный отек (красной пунктирной линией отмечена граница отека).**

Во всех случаях давление в помпе во время операции превышало 100 мм рт. ст. Отек во всех случаях разрешился в течение 3-4 часов после операции без последствий для пациентов.

Таким образом, использование прецизионной техники для блокады ПС межлестничным доступом позволяет сократить частоту развития пареза возвратного гортанного нерва. Профилактикой послеоперационного периартикулярного отека является снижение давления в помпе ниже 100 мм. рт. ст. при проведении операции у пациента в сознании.

Итогами исследования явились разработка и апробация в клинике двух оригинальных методов блокады плечевого сплетения при артроскопических вмешательствах на плечевом суставе. После выполнения субфасциальной блокады ПС межлестничным доступом в комбинации с блокадой поверхностного шейного сплетения или инфльтрационной анестезией, отмечалось большее распространение сенсорного, моторного и симпатолитического компонентов анестезии, в сравнении с прецизионной техникой. Использование 0,75% раствора ропивакаина при проведении прецизионной блокады плечевого сплетения в комбинации с общей анестезией способствовало развитию выраженного моторного и симпатолитического компонента, при недостаточном проявлении сенсорного компонента. Изолированной анестезии НПН нервов было недостаточно для обеспечения хирургического вмешательства. У больных с гемидиафрагмальным парезом отмечено снижение показателей насыщения артериальной крови кислородом и сатурации крови. Инфльтрационная анестезия кожи в области введения портов позволила существенно сократить развитие пареза диафрагмы. Диагностировать и оценить степень пареза диафрагмы позволяет информативный и простой метод УЗ исследования. При выборе анестезии с сохранением сознания и самостоятельного дыхания пациента наиболее безопасным в отношении развития внезапной артериальной гипотонии и брадикардии является метод прецизионной блокады плечевого сплетения межлестничным доступом. Синдром Горнера является клиническим предиктором развития артериальной гипотонии и брадикардии. Изолированная блокада надлопаточного и подмышечного нервов не обеспечивала достаточного уровня аналгезии. Сочетанная анестезия обеспечивала период аналгезии до 24 часов. Использование прецизионной техники для блокады плечевого сплетения межлестничным доступом позволило сократить частоту развития пареза возвратного гортанного нерва.

## ГЛАВА 4

### ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Разработанный и апробированный в клинике прецизионный метод блокады стволов ПС межлестничным доступом и поверхностного ШС способствовал сокращению используемой дозы и объема МА. УЗ навигация позволила контролировать иглу и распространение анестетика, а нейростимуляция подтверждала расположение кончика иглы. Комбинация методов УЗ визуализации и неростимуляции повышает результативность периферических блокад и сокращает время их выполнения [200]. По мнению Q. Luo (2017) УЗ навигация дополненная нейростимуляцией уменьшает время латентного периода МА в сравнении с использованием только УЗ [87]. M.J. Stasiowski и соавт. (2017) в своей работе обосновывали необходимость использования двойного контроля (УЗ навигации и нейростимуляции) при периферических блокадах для хирургии плечевого сустава возможными анатомическими вариативными отклонениями, повышением безопасности, а также более низким процентом конверсий в общую анестезию [155]. P. Gautier и соавт. (2011) показали, что для обеспечения полноценной интраоперационной аналгезии, при блокаде ПС межлестничным доступом с ультразвуковым сопровождением достаточно 5,0 мл 0,75% ропивакаина [191]. C. Vandepitte и соавт. (2013) для адекватной анестезии использовали начальный болюс 7,0 мл 0,75% ропивакаина с последующим продленным введением в перинеуральный катетер [92]. В нашем исследовании эффективную блокаду ПС обеспечил 0,5% раствор ропивакаина в объеме  $5,6 \pm 1,0$  мл, а анестезию кожи – блокада поверхностного ШС  $6,8 \pm 1,4$  мл 0,2% ропивакаина. Подобное сокращение объемов МА соответствовало предложенной P. Gautier и соавт. (2011) [191] и C. Vandepitte и соавт. (2013) [92] минимально эффективной дозировке анестетика для блокады ПС без потери качества обезболивания. Реализованный метод прецизионной блокады ПС и поверхностного ШС позволил выполнить артроскопические вмешательства на плечевом суставе у пациентов в сознании в 100% случаях, что является прямым подтверждением его эффективности. По

данным V. Vaid и соавт. (2018) анестезия ПС, выполненная без УЗ контроля, не является результативной и зависит от опыта анестезиолога, количества инъекций и использованного объема МА [207].

Предложенный и апробированный метод ультразвук-ассистированной блокады НПН 0,75% ропивакаина в комбинации с общей анестезией севофлураном, позволил в большей степени сократить дозы МА и исключил возможность блокады диафрагмального нерва. Такие побочные эффекты как непреднамеренная инъекция МА в эпидуральное или интратекальное пространства, позвоночную артерию, распространение блокады на диафрагмальный, блуждающий, гортанный, возвратный нерв присущи блокаде ПС межлестничным доступом и не свойственны анестезии НПН [75]. Селективная блокада НПН многими авторами рассматривается как альтернатива блокаде ПС межлестничным доступом у пациентов с тяжелой хронической обструктивной болезнью легких, синдроме обструктивного апноэ во сне и морбидном ожирении, в частности M. Wiegel и соавт. (2017), C. Sun и соавт. (2021) [48, 98], отметили преимущество изолированной блокады коротких ветвей ПС над другими методами лечения послеоперационной боли. Сочетанная анестезия, где анальгетический компонент обеспечивала блокада НПН способствовала большей удовлетворенности пациентов в первые 48 часов после операции [70].

Средняя длительность артроскопических вмешательств на плечевом суставе по данным ряда авторов составляет 1-1,5 часа [122]. Учитывая относительную кратковременность операций, больные достаточно легко переносят дискомфорт, связанный с вынужденным неподвижным положением, что делает перспективным проведение подобных вмешательств у пациентов в сознании [73, 138]. В нашем исследовании на выполнение регионарных блокад уходило достоверно меньше времени ( $28,3 \pm 1,7$  минут), чем на проведение сочетанной анестезии. Полученные данные по мониторингу времени, затраченному на анестезию, сопоставимы с результатами исследований C. Gonano и соавт. (2009) [71] и L.J. Lehmann и соавт. (2015) [118]. Проведение хирургического вмешательства под регионарной блокадой, без сочетания ее с общей анестезией, сокращает время пребывания

пациента в операционной, обеспечивает максимальную пропускную способность и экономическую выгоду [115]. По данным Р. Marhofer (2019) наиболее затратный вариант с точки зрения экономических показателей является сочетание регионарной анестезии с общей, запланированное или непреднамеренное – в результате недостаточной блокады [128]. В нашем исследовании случаев незапланированной конверсии в общую анестезию не было. Исключение нежелательных эффектов общей анестезии раннего послеоперационного периода таких как тошнота и рвота, значительно повышают удовлетворенность пациентов после вмешательств под регионарным обезболиванием в седатированном состоянии [51, 72].

Близость расположения плечевого сплетения к шейной симпатической цепочке, звездчатому ганглию и диафрагмальному нерву определяет потенциальный риск дыхательных и гемодинамических нарушений при блокадах ПС межлестничным доступом. После внедрения УЗ в рутинную практику врача анестезиолога отмечается тенденция к сокращению объема и дозы МА [96, 189]. Дозировка, объем МА прямо коррелируют с частотой развития системной токсичности, при этом межлестничная область имеет высокий коэффициент резорбции [127]. В нашем исследовании минимального объема и дозы МА удалось достичь при комбинации блокады ПС с сочетанной анестезией 0,75% ропивакаином ( $42,2 \pm 7,2$  мг/ $5,6 \pm 1,0$  мл). Случаев системной токсичности МА не отмечено. Исследования Р.Е. Лахина с соавт. (2019) показали, что высокие концентрации МА (0,75% раствор ропивакаина) обладает нейро- и миотоксическим действием [13]. Мы не выявили ни одного неврологического или функционального нарушения в конечной точке наблюдения – 24 часа с момента операции, у пациентов, которым однократную блокаду ПС выполняли 0,75% раствором ропивакаина.

По нашим данным ультразвук-ассистированная субфациальная блокада ПС обеспечивала наиболее распространенный сенсорный и моторный компоненты блока, а также максимальный прирост индекса перфузии. Однако, выраженный моторный блок негативно влияет на удовлетворенность пациентов, в связи с чем

ряд авторов отдают предпочтение блокаде НПН [163]. Наши наблюдения показали, что при изолированной блокаде НПН регистрировали самый низкий прирост индекса перфузии, а сенсорный и моторный компонент блокады был выраженным только в зоне иннервации нервов, что недостаточно для обеспечения хирургического вмешательства. В работе D. Özkan и соавт. (2020) [97] блокаду НПН интраоперационно использовали в сочетании с севофлураном, при этом снизить дозы ингаляционного анестетика не удалось. При апробации прецизионной блокады ПС 0,5% ропивакаином с добавлением инфльтрационной анестезии или блокады поверхностного ШС, моторный и сенсорный компоненты были выраженными в зоне операции и отмечен относительно высокий прирост индекса перфузии. Выполнение только прецизионной блокады ПС 0,75% ропивакаином в комбинации с севофлурановой анестезией отличало достаточным моторным компонентом и отсутствием кожной сенсорной блокады в местах введения артроскопов.

По результатам нашего исследования, адекватный уровень интраоперационного обезболивания достигнут у пациентов, которым выполняли субфасциальную и прецизионную блокады ПС. В группах, где операцию проводили с использованием седативных средств, не было ни одного случая конверсии в общую анестезию с ИВЛ. Напротив, изолированная блокада НПН обеспечивала сравнительно меньший обезболивающий эффект, что позволяет использовать ее только в сочетании с общей анестезией – это совпадает с мнением многих авторов [82], но не подтверждает данные G. Chessucci с соавт. (2008) [38].

Анестезия ПС межлестничным доступом связана с высокой частотой (до 100%) блокады диафрагмального нерва, которая ведет к одностороннему парезу диафрагмы и может значительно нарушить механику дыхания [149, 205]. В нашем исследовании гемидиафрагмальный парез регистрировали в 100% случаях после блокады ПС в комбинации с блокадой ШС. Инфльтрационная анестезия кожи в зоне введения артроскопов позволила сократить односторонний парез диафрагмы в 8,5 раз, который мы отметили только в 11,5% случаях. Полученные данные сопоставимы с результатами O. Stundner (2016), который выполнял блокаду ПС



малыми объемами МА [74] и результатами клинического исследования, полученными при блокаде верхнего ствола плечевого сплетения D.H. Kim с соавт. (2019) [178]. Согласно мнению D.Q.H. Tran (2017), уменьшение объема МА недостаточно для предупреждения возможного ретроградного распространения анестетика к диафрагмальному нерву [82].

Блокада НПН не способствовала развитию гемидиафрагмального пареза ни у одного из пациентов, и полученные результаты соответствовали результатам работ Dhir и соавт. (2016) [36] и Auyong и соавт. (2018) [69]. Соответственно блокада НПН может быть альтернативой блокады ПС межлестничным доступом у пациентов с рисками дыхательных нарушений. Наши клинические результаты подтвердили данные анатомического исследования L. Blasco и соавт. (2020) [202] о том, что объем 10 мл местного анестетика из надостной ямки не распространяется к диафрагмальному нерву, в отличие от исследования F. Ferré и соавт. (2020) [112], которые в 2% случаях при дистальной блокаде надлопаточного нерва 10 мл МА в вырезке лопатки получили развитие гемидиафрагмального пареза. Пока еще ни одна регионарная блокада ПС не показала себя способной и предотвратить блокаду диафрагмального нерва, и обеспечить моноанестезию и адекватную послеоперационную аналгезию.

Функцию диафрагмы мы оценивали с помощью УЗИ, изучая амплитуду движения диафрагмы на вдохе/выдохе и коэффициент ее утолщения. Оценка коэффициента утолщения диафрагмы предпочтительнее, так как на измерения не влияет пневматизация полых органов, что было отмечено в нашем исследовании, даже с учетом соответствующей подготовки исследуемых пациентов согласно требованиям плановой хирургии. Чувствительность диагностики УЗИ гемидиафрагмального пареза по нашим данным составляет 96,7%, что позволяет рекомендовать данный метод для экспресс-диагностики. Работы S. Pinto и соавт. (2016) [199] и P. Richard (2017) [158] подтверждают наше заключение о том, что УЗИ является простым и информативным методом диагностики пареза диафрагмы. В настоящее время с целью определения нервно-мышечной дисфункции

диафрагмы рекомендуется проводить УЗИ в В-режиме и его относят к высокочувствительным и специфичным методом диагностики [164].

Сравнение показателей кислотно-основного равновесия и газового состава крови до и после выполнения блокады ПС и ШС выявило их достоверное снижение у пациентов, которым с помощью УЗ исследования диагностировали гемидиафрагмальный парез. Клинически значимое снижение сатурации, у пациентов после межлестничной блокады подтверждает L.H. Cangiani и соавт. (2008) [60]. В клиническом случае, описанным L.K. Ngai и соавт. (2020) [175] после блокады ПС межлестничным доступом 15,0 мл 0,5% ропивакаина отмечали падение сатурации до 92%, нарушение функции внешнего дыхания, подтвержденное спирометрией, одышку и парадоксальное движение дыхательной мускулатуры. УЗ исследование подтвердило развитие гемидиафрагмального пареза на стороне выполненной блокады, после чего пациенту болюсно ввели 20 мл физиологического раствора в межлестничное пространство, через ранее установленный катетер. Спустя 10 мин отмечено улучшение самочувствия, восстановление функции внешнего дыхания и подъем сатурации до 98%. УЗ контроль показал нормальное движение диафрагмы и увеличение коэффициента экскурсии с 0,25 до 0,56. При проведении блокад ПС мы не использовали катетеризационную технику, что не позволило апробировать предложенный метод. По мнению L. Giancesello и соавт. (2018) [109] возникновение ипсилатерального пареза диафрагмы способно оказать существенное влияние на сатурацию крови,  $PaO_2$ , функцию внешнего дыхания и развитие дыхательной недостаточности только у пациентов с ограниченными легочными резервами. Отсутствие относительной гипоксемии при развитии одностороннего пареза диафрагмы также подтверждают работы С.В. Крылова с соавт. (2019) [12].

Во время артроскопических операций на плече пациента предпочтительно укладывают в положение полусидя. S.L. Larsen с соавт. (2014) [64] рекомендует проводить у них индукцию в положении лежа, что обеспечивает более стабильные показатели гемодинамики и церебральной оксигенации. Всем пациентам мы проводили индукцию/седацию в положении лежа и при оценке артериального

давления и частоты сердечных сокращений отмечено снижение показателей. Это связано со многими факторами, в том числе с ингибированием симпатической нервной системы и нарушением механизмов регуляции барорефлекса [197]. Меньшее снижение показателей мы отмечали у пациентов с седацией, в сравнении с пациентами, которым выполняли сочетанную анестезию.

Позиционирование пациентов с сочетанной анестезией севофлюраном в положение полусидя по нашим данным еще в большей степени приводило к снижению АД и ЧСС, что можно объяснить депонированием крови в сосудах нижних конечностей, постуральному снижению ударного объема и сердечного выброса. Напротив, у седатированных пациентов после позиционирования в положение полусидя отмечали достоверное повышение и САД, и ЧСС. При поверхностной седации опосредованная барорецепторным рефлексом симпатическая активация с увеличением частоты сердечных сокращений и сосудистого тонуса поддерживает среднее артериальное давление [137]. Межгрупповое сравнение показателей артериального давления и частоты сердечных сокращений на последующих этапах анестезии в нашем исследовании не выявило отличий. Н. Janssen с соавт. (2014) [55] показали, что блокаду ПС межлестничным доступом можно безопасно использовать у пациентов с ASA I и II в дополнение к общей анестезии при операциях на плече в положении полусидя и частота клинически значимой гипотензии не увеличивается.

Предложенный нами метод прецизионной блокады ПС позволяет проводить артроскопические вмешательства у пациентов в сознании в положении сидя, снижая частоту эпизодов АГБ с 11% до 1%, в то время как по данным литературы это осложнение в целевой группе имеет частоту более чем 20% [173]. Вагусно-опосредованный рефлекс Безольда-Яриша, клинически проявляется АГБ, вплоть до остановки сердца [62, 63, 162]. Сокращения пустого желудочка сердца вызывают стимуляцию миокардиальных механорецепторов (С-волокон) и приводят к резкому прерыванию симпатической иннервации, повышается тонус блуждающего нерва, вызывая АГБ. Механизм рефлекса Безольда-Яриша при артроскопических операциях на плечевом суставе связан с депонированием

венозной крови в нижних конечностях у пациента в положении сидя, рефлексорной артериальной вазодилатации и последующей брадикардии, связанной с активацией парасимпатической системы [135, 166]. Блокада, основанная на адресном подведении МА к стволам ПС под контролем УЗ, снижает частоту развития АГБ в большей степени, чем другие методы. Использование бета-блокаторов сокращает частоту развития АГБ до 5%, назначение одансетрона до 6,1%, замена адреналина в инстилляционной жидкости на норадреналин до 8,3% [134, 188, 194]. Еще одной из причин развития АГБ К. Seo с соавт. (2010) [166], считают внутривенное введение фентанила. Отказ от интраоперационного использования фентанила позволил снизить частоту АГБ до 5% [120]. В нашем исследовании влияния фентанила на АГБ не обнаружено. При межлестничном подходе к ПС возможно распространение МА на шейную симпатическую цепочку, что снижает симпатическую иннервацию глаза и проявляется синдромом Бернара-Горнера [53]. Мы выявили сильную корреляционную зависимость случаев АГБ от синдрома Горнера, и считаем его клиническим предиктором АГБ.

Качественная визуализация имеет большое значение для артроскопии плечевого сустава и зависит в большей степени от мероприятий по снижению локального кровотечения. Для достижения и поддержания адекватной визуализации используют следующие способы: анестезия должна иметь умеренный гипотензивный эффект, насосы должны обладать функцией регуляции давления и потока, необходим четкий контроль за кровоточащими сосудами и периоперационное добавление адреналина в ирригационную жидкость [50].

Полученные результаты по оценке качества визуализации в нашем исследовании показали, что неудовлетворительную визуализацию чаще регистрировали в случаях проведения вмешательства у пациентов в сознании под регионарной анестезией с седацией. Высокое качество визуализации отмечали у пациентов, которым выполняли сочетанную анестезию с комбинацией блокады ПС и ингаляционного анестетика севофлюрана. Полученную закономерность мы связываем с тем, что при позиционировании пациентов с сочетанной анестезией севофлюраном в положение полусидя отмечали снижение АД и ЧСС. Проведенный

корреляционный анализ показал взаимосвязь качества внутрисуставной визуализации от уровня САД во время операции. При неудовлетворительной визуализации интраоперационно анестезиолог снижал системное АД пациента до достижения САД ниже давления в помпе углублением седации пропофолом или углублением общей анестезии севофлюраном ориентируясь на значения BIS. Однако, по мнению J.H. Lee с соавт. (2011) [95] индуцированная гипотензия несет в себе риск нарушения церебральной перфузии, развития церебральной ишемии, способной привести к инсульту, серьезным неврологическим последствиям или смерти. Несмотря на то, что углубление седации потребовалось у 21,5% (у 43 из 200) пациентов, а углубление анестезии только у 4% (у 4 из 99) пациентов с блокадой НПН неврологических осложнений не отмечено. Добавление адреналина в ирригационную жидкость сопряжено с возможным развитием осложнений, в число которых, по данным T. Abdelrahman и соавт. (2021), входят артериальная гипертензия, тахикардия с развитием аритмии и отек легких [161]. Введение транексамовой кислоты всем пациентам с неудовлетворительной визуализацией не привело к ожидаемым результатам, что мы связываем с методологической ошибкой учета ее эффективности.

Эффективное послеоперационное обезболивание после артроскопии плечевого сустава является важнейшим компонентом выздоровления, реабилитации, удовлетворенности пациентов и улучшает результаты операции. Методы регионарной анестезии, такие как блокада ПС межлестничным доступом и блокады НПН, обладают опиоидсберегающим эффектом и обеспечивают высокоэффективное обезболивание [142]. Проведенная межгрупповая сравнительная оценка анальгетического компонента регионарной анестезии ПС в раннем послеоперационном периоде показала, что изолированная блокада НПН не обеспечивала сравнимого уровня анальгезии на всех этапах наблюдения, длительность ее была менее предсказуема, и пациенты в большей степени требовали дополнительного обезболивания. Однако, исследование R. Koga с соавт. (2019) [184] показывает сопоставимость послеоперационной анальгезии после блокады НПН в сравнении с блокадой ПС межлестничным доступом. J.Y. Kim с

соавт. (2021) [183] указывает на возможность использования блокады НПН, как альтернативной методики, лишённой ряда осложнений присущих межлестничному доступу к ПС – таких, как непреднамеренная спинальная анестезия, повреждение спинного мозга, повреждение ПС, пневмоторакс и паралич блуждающего нерва, возвратных нервов гортани и шейной симпатической цепочки. Преимущества селективной блокады НПН автор отмечает только в случаях продленной анестезии с использованием катетерной техники, что не входило в задачи нашего исследования. Одной из причин недостаточной аналгезии после изолированной блокады НПН можно объяснить анатомическим исследованием Y.S. Nam и соавт. (2016), показавшим вариативное участие в суставной иннервации латерального грудного нерва [46]. Выводы сделанные в ходе исследования о недостаточном обезболивании при селективной блокаде НПН совпадают с выводами (Kay et al. 2018) и последними рекомендациями рабочей группы PROSPECT («Procedure-Specific Postoperative Pain Management») Европейского общества регионарной анестезии по обезболиванию восстановительной хирургии ротаторной манжеты плеча [153, 185]. В нашем исследовании в первые 6 часов после операции эффективный уровень аналгезии отмечали в группе с сочетанной анестезией, при этом у них отмечали самый длительный период аналгезии (до 24 часов). К концу первых суток интенсивность болевого синдрома при межгрупповом сравнении не имела достоверных отличий, что совпадает с результатами исследований D.B. Auyong с соавт. (2018) [69] и P. Rhyner с соавт. (2020) [41]. Интенсивность боли более 4 баллов по ЦРШ в покое и при движении мы регистрировали у 6% пациентов без выявления статистически значимой межгрупповой разницы. Вероятно, послеоперационный болевой синдром спустя сутки после вмешательства связан с эффектом рикошета [126]. С целью купирования боли, возникающей после реверсии одноинъекционных периферических блокад, необходимо использовать принципы мультимодальной аналгезии [133].

В нашем исследовании при блокаде ПС межлестничным доступом не зарегистрировано ни одного неврологического осложнения, в том числе и при многократном репозиционировании иглы. Одноинъекционная техника анестезии

ПС по мнению H.S. Holbrook и соавт. (2018) [114], способствует развитию нейропраксии в 3,16% случаях, а стойких неврологических осложнений до 0,51%. G. Joshi и соавт. (2016) было показано, что выполнение блокад периферических нервов с использованием ультразвукового контроля снижает частоту неврологических осложнений [146]. Всем обследованным пациентам анестезию проводили с использованием УЗ и нейростимуляции атравматичными иглами, что по мнению T. Saranteas (2019) сводит к минимуму частоту неврологических осложнений [42]. Использование прецизионной техники для блокады ПС межлестничным доступом позволило сократить частоту развития пареза возвратного гортанного нерва.

Наше исследование имеет следующие ограничения:

Во-первых, из-за разного количества инъекций в разных группах, использования/неиспользования общей анестезии пациенты не могли не замечать групповое распределение, что могло влиять на субъективную оценку послеоперационной боли.

Во-вторых, все блоки проводили опытные анестезиологи. Успех блока по своей сути зависит от технических знаний, и процент успеха может быть разным в зависимости от длительности и качества обучения, соответствующего опыта.

В-третьих, мы использовали разную концентрацию ропивакаина в разных группах. Для БПС межлестничным доступом без ОА – 0,5%, для БПС межлестничным доступом в сочетании с ОА – 0,75%, для БШС – 0,2%, для блокады НПН – 0,75%. Этому есть клиническое объяснение, но это дает основание говорить о неоднородности. Дозы / объемы / концентрации МА необходимые для хирургической анестезии и необходимые для послеоперационной анальгезии, могут различаться.

В-четвертых, был оценен острый эффект регионарных блокад на функцию диафрагмы в течение первых 30 мин после выполнения блока в когорте относительно здоровых пациентов. Следовательно, оценка отсроченных эффектов и оценка эффектов у пациентов с сопутствующей респираторной патологией требуют проведения отдельных исследований.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данного исследования было повышение эффективности анестезиологического обеспечения артроскопических операций на плечевом суставе путем совершенствования регионарных методов блокады нервов плечевого сплетения. Работа получила одобрение Этического комитета ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России. С помощью современных методов обследования детально изучено течение периоперационного периода у 396 пациентов, госпитализированных в клинику высоких медицинских технологий им. Н.И. Пирогова Санкт-Петербургского государственного университета в период с 2014 по 2021 г. Материалы и методы исследования подробно описаны во второй главе.

Итогами работы явилась разработка и апробация в клинике ультразвук-ассистированных методов обеспечения артроскопических вмешательств на плечевом суставе: прецизионной блокады плечевого сплетения межлестничным доступом и изолированной блокады надлопаточного и подмышечного нервов.

Интраоперационное использование регионарных блокад без общей анестезии сокращало время нахождения пациента в операционной, что увеличивало пропускную способность операционной.

При проведении сочетанной анестезии сокращалась суммарная доза и объемы местных анестетиков, так как отсутствовала необходимость в инфильтрационной анестезии зон введения артроскопических портов или блокады поверхностного шейного сплетения.

После выполнения ультразвук-ассистированной субфасциальной блокады ПС межлестничным доступом в комбинации с блокадой поверхностного шейного сплетения или инфильтрационной анестезией, отмечали большее распространение сенсорного, моторного и симпатолитического компонентов анестезии, в сравнении с прецизионной техникой, которая также обеспечивала эффективные компоненты блокады в зоне операции. Использование 0,75% раствора ропивакаина при проведении прецизионной блокады плечевого сплетения в комбинации с общей анестезией способствовало развитию выраженного моторного и



симпатолитического компонента, при недостаточном проявлении сенсорного компонента. Изолированной анестезии НПН нервов было недостаточно для обеспечения хирургического вмешательства, что периоперационно требовало добавочных доз фентанила и севофлурана.

Односторонний парез диафрагмы регистрировали в 100% случаях при проведении блокады плечевого сплетения в комбинации с анестезией поверхностного шейного сплетения. У больных с гемидиафрагмальным парезом отмечено снижение показателей насыщения артериальной крови кислородом и сатурации.

Инфильтрационная анестезия кожи в области введения портов позволила сократить развитие пареза диафрагмы в 8,7 раз. Блокады надлопаточного и подмышечного нервов не оказывали влияния на функцию диафрагмы. Диагностировать и оценить степень пареза диафрагмы позволяет информативный и простой метод УЗ исследования.

Позиционирование пациента в положение сидя у пациентов под седацией приводило к увеличению показателей артериального давления и частоты сердечных сокращений, а у пациентов, оперированных под сочетанной анестезией к снижению что положительно влияло на качество внутрисуставной визуализации. Межгрупповое сравнение показателей артериального давления и частоты сердечных сокращений на последующих этапах анестезии не выявило достоверной разницы.

При выборе анестезии с сохранением сознания и самостоятельного дыхания пациента наиболее безопасным в отношении развития внезапной артериальной гипотонии и брадикардии является метод прецизионной блокады плечевого сплетения межлестничным доступом. Синдром Горнера является клиническим предиктором развития артериальной гипотонии и брадикардии.

Пациенты, которым выполняли изолированную блокаду надлопаточного и подмышечного нервов, в раннем послеоперационном периоде требовали дополнительного обезболивания так блокада не обеспечивала достаточного уровня анальгезии и длительность ее была менее предсказуема. При использовании

анестезии плечевого сплетения отмечали эффективную аналгезию после операции, причем сочетанная анестезия обеспечивала самый длительный период аналгезии (до 24 часов). К концу первых суток интенсивность болевого синдрома при межгрупповом сравнении была равнозначной. При субъективной оценке пациентами качества анестезии отмеченными недостатками были избыточная моторная блокада всей верхней конечности у пациентов с прецезионной блокадой плечевого сплетения в комбинации с общей анестезией и диспноэ, связанное с парезом диафрагмы.

Использование прецезионной техники для блокады плечевого сплетения межлестничным доступом позволяет сократить частоту развития пареза возвратного гортанного нерва. Профилактикой послеоперационного периартикулярного отека является снижение давления в помпе ниже 100 мм. рт. ст. при проведении операции у пациента в сознании.

## ВЫВОДЫ

1. Метод прецизионной блокады плечевого сплетения путем многократного репозиционирования иглы и инфльтрационной анестезии зон введения артроскопических портов позволяет обеспечить адекватную анестезию при артроскопических оперативных вмешательствах на плечевом суставе у пациентов в сознании, уменьшить дозы местного анестетика в 3,7 раза, снизить развитие гемидиафрагмального пареза в 8,7 раз и сократить время пребывания пациента в операционной на 28 мин, обеспечить длительную и эффективную аналгезию в послеоперационном периоде.
2. Разработанный способ блокады надлопаточного и подмышечного нервов обеспечивает сенсорный и моторный компонент блокады только в зоне иннервации нервов, имеет достаточное интраоперационное обезболивание только в сочетании с общей анестезией. Интенсивность боли у пациентов в первые сутки после операции не превышала 3 баллов по цифровой рейтинговой шкале, а отсутствие респираторного дистресса и моторной блокады оперируемой конечности оказывало положительное влияние на течение послеоперационного периода.
3. Использование блокады надлопаточного и подмышечного нервов не влияет на функцию диафрагмы, а блокада плечевого сплетения межлестничным доступом с инфльтрацией кожи местным анестетиком в области установки портов приводит к развитию пареза диафрагмального нерва с частотой 11,5%. Блокады плечевого и шейного сплетений сопровождались парезом купола диафрагмы в 100% случаях и достоверно снижали показатели насыщения артериальной крови кислородом и сатурации крови.
4. Фактором риска развития артериальной гипотонии и брадикардии при блокаде плечевого сплетения межлестничным доступом у пациентов, оперированных в сознании, является синдром Горнера (чувствительность признака равна 92%, специфичность - 93,7%).

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Для снижения частоты развития одностороннего пареза диафрагмы при операциях, выполняемых в сознании, рекомендуется а выполнять инфильтрационную анестезию кожи 0,2% раствором ропивакаина в областях введения артроскопических портов.
2. Во избежание развития одностороннего пареза диафрагмы рекомендуется использовать блокаду надлопаточного и подмышечного нервов в сочетании с общей анестезией.
3. Для увеличения пропускной способности операционной артроскопические операции рекомендуется выполнять в условиях прецизионной блокады плечевого сплетения межлестничным доступом без общей анестезии.
4. Во избежание развития внезапной артериальной гипотонии и брадикардии при артроскопических операциях на плечевом суставе, выполняемых в сознании, рекомендуется использовать метод прецизионной блокады плечевого сплетения межлестничным доступом.
5. Предиктором развития артериальной гипотонии и брадикардии при артроскопических операциях на плечевом суставе является синдром Горнера.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ**

Дальнейшая разработка эффективных и безопасных методов анестезиологического обеспечения артроскопических операций на плечевом суставе на наш взгляд имеет следующие перспективы: а) дальнейшая разработка УЗ-ассистированных блокад плечевого сплетения на уровне стволов плечевого сплетения, б) разработка комбинированной блокады плечевого сплетения надключичным доступом с блокадой надлопаточного нерва в надостной ямке, в) блокады надлопаточного и подмышечного нерва в комбинации с латеральным грудным и подлопаточным нервами. Кроме того, перспективным представляется изучение влияния сочетанной анестезии, инспираторной фракции кислорода и капнометрических показателей при ИВЛ, а также уровня САД на церебральный кровоток и когнитивную функцию у пациентов в позиции «шезлонг».

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

АГБ – артериальная гипотония и брадикардия;

БПСМД – блокада плечевого сплетения межлестничным доступом;

ИВЛ – искусственная вентиляция легких;

МА – местный анестетик;

МОА – многокомпонентная общая анестезия;

НПН – надлопаточный и подмышечный нервы;

ПС – плечевое сплетение;

САД – среднее артериальное давление;

УЗ – ультразвук;

ЧД – частота дыханий;

ЧСС – частота сердечных сокращений;

ШС – шейное сплетение;

МАС – минимальная альвеолярная концентрация;

SpO<sub>2</sub> – сатурация крови;

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артроскопическая хирургия плечевого сустава : практическое руководство / С.С. Буркхард, Я.И. Ло, П.К. Брэйди, П.Д. Денард; пер. с англ.; под общей ред. А.В. Королева. — М. : Издательство Панфилова, 2014. — 544 с.
2. Архипов, С.В. Хирургия плечевого сустава / С.В. Архипов, Г.М. Кавалерский. — М. : ГРАНАТ, 2015. — 204 с.
3. Битюгов, И.А. Анестезия надлопаточного нерва при повреждениях и заболеваниях плечевого сустава / И.А. Битюгов, И.В. Ланшаков // Ортопедия, травматология и протезирование. — 1978. — №4. — С. 29–31.
4. Варианты периоперационной анальгезии при артроскопических операциях на плечевом суставе / П.С. Сальников, С.В. Крылов, И.Н. Пасечник [и др.] // Кремлевская медицина. Клинический вестник. — 2017. — Т. 2, № 4. — С. 103–109.
5. Возможности магнитно-резонансной томографии в диагностике повреждений плечевого сустава при острой травме / А.М. Акимкина, И.А. Знаменский, Е.Н. Гончаров, А.В. Родионов // Радиология – 2010 : материалы IV Всероссийского Национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов. — М. : Меди Экспо, 2010. — С. 16–17.
6. Горяев, Р.В. Концепция анальгезии при использовании регионарных методов обезболивания / Р.В. Горяев // Регионарная анестезия и лечение острой боли. — 2013. — Т. 7, № 2. — С. 39–47.
7. Дзядзько, М.А. Ультразвуковая локация нервов и сплетений при выполнении регионарной анестезии / М.А. Дзядзько // Регионарная анестезия и лечение острой боли. — 2009. — Т. 3, № 3. — С. 54–62.
8. Заболотский, Д.В. Продленная местная анестезия у детей с ортопедической патологией : автореф. дисс. ... доктора мед. наук : 14.01.20 / Заболотский Дмитрий Владиславович. — СПб, 2015. — 40 с.
9. Загреков, В.И. Выбор техники блокады плечевого сплетения при операциях на верхних конечностях / В.И. Загреков // Регионарная анестезия и лечение острой боли. — 2008. — Т. 2, № 3. — С. 49–57.

10. Исайкин, А.И. Плечелопаточный периартроз / А.И. Исайкин, М.А. Иванова // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. — 2017. — Т. 9, № 1. — С. 4–10.
11. Королёв, А.В. Артроскопическая диагностика в лечении заболеваний и повреждений суставов : учебное пособие / А.В. Королёв, Ф.Л. Лазко, Н.В. Загородний [и др.]. — М.: РУДН, 2008. — 95 с.
12. Крылов, С.В. Результаты оценки безопасности использования продлённой проводниковой анальгезии плечевого сплетения межлестничным доступом при артроскопических операциях на плечевом суставе / С.В. Крылов, И.Н. Пасечник, М.В. Капырина // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Естественные и технические науки. — 2019. — Т. 2, № 6. — С. 147–151.
13. Лахин, Р.Е. Двойное слепое рандомизированное исследование токсического воздействия лидокаина и ропивакаина на седалищный нерв и двуглавую мышцу крыс / Р.Е. Лахин, И.А. Гемуа, П.Г. Толкач // Вестник анестезиологии и реаниматологии. — 2019. — Т. 16, №4. — С. 12–18.
14. Линденбратен, Л.Д. Лучевая диагностика поражений диафрагмы : краткий очерк / Л.Д. Линденбратен // Радиология-практика. — 2001. — №2. — С. 6–21.
15. Логвинов, А.Н. Лечение неполнослойных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.01.15 / Логвинов Алексей Николаевич — М., 2020. — 21 с.
16. Майер, Г. Периферическая регионарная анестезия: атлас / Г. Майер, Й. Бютнер; пер. с англ. под ред. П.Р. Камчатнова. — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. — 260 с.
17. Мигачев, С.Л. Осложнения блокады плечевого сплетения / С.Л. Мигачев, С.В. Свиридов; под общ. ред. А.М. Овечкина, С.И. Ситкина // Регионарная анестезия и лечение боли : тематический сборник — Тверь: Триада, 2004. — С. 112–120.
18. Миromanов, А.М. Современные аспекты развития и лечения хронической нестабильности плечевого сустава : Обзор литературы / А.М. Миromanов,

- М.М. Мироманов, Д.Ю. Борзунов // Забайкальский медицинский вестник. — 2018. — № 4. — С. 123–132.
19. Надирадзе, З.З. Проведение блокады плечевого сплетения под контролем ультразвуковой визуализации и нейростимуляции // З.З. Надирадзе, А.В. Михайлов, Д.В. Заболоцкий [и др.] // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. — 2014. — Т. 97, № 3. — С. 46–50.
  20. Нестеренко, В.А. Поражение околоуставных мягких тканей плеча: патогенез, клиническая картина, современные подходы к терапии / В.А. Нестеренко // Научно-практическая ревматология. — 2018. — Т. 56, № 5. — С. 622–634.
  21. Обоснование тактики анестезиологического обеспечения у пациентов при хирургических вмешательствах на верхней конечности / А.В. Брухнов, В.Г. Печерский, А.В. Марочков, З.В. Кохан // Хирургия. Восточная Европа. — 2014. — Т. 10, № 2. — С. 79–89.
  22. Овечкин, А.М. Безопиоидная анестезия и аналгезия – дань моде или веление времени? / А.М. Овечкин, С.В. Сокологорский, М.Е. Политов // Новости хирургии. — 2019. — Т. 27, № 6. — С. 700–715.
  23. Регионарные блокады минимальными дозами местного анестетика при хирургических вмешательствах на ключице / А.В. Брухнов, З.В. Кохан, В.Г. Печерский, А.В. Марочков // Регионарная анестезия и лечение острой боли. — 2014. — Т. 8, № 4. — С. 22–26.
  24. Синицин, М.С. Использование ультразвуковой визуализации при выполнении надключичного блока плечевого сплетения / М.С. Синицин, А.А. Азбаров, М.И. Царёв [и др.] // Общая реаниматология. — 2011. — Т. 7, № 4. — С. 43–47.
  25. Соколовский, В.С. Оригинальные способы плексусных анестезий конечностей : учебно-методическое пособие. / В.С. Соколовский, С.Л. Кан. — Новокузнецк: Полиграфист, 2012. — 70 с.
  26. Способ межлестничной анестезии при артроскопических оперативных вмешательствах на плечевом суставе: пат. 2610883 Рос. Федерация: МПК8 А61М 19/00, А61В 8/00 / Трухин К.С., Кулешов О.В., Заболотский Д.В. [и др.]



- др.] ; заяв. и патентообладатель : ФГБУ "Санкт-Петербургский многопрофильный центр" Министерства здравоохранения Рос. Федерации. — № 2015134623, заявл. 17.08.2015; опубл. 17.02.2017. — Бюл. № 5. — 2 с.
27. Способ межлестничной блокады плечевого сплетения при операциях на верхней конечности и ключице : пат. 2372107 Рос. Федерация : МПК8 А61М 19/00, А61К 31/167, А61Р 23/02 / В.И. Загреков, Г.А. Максимов, С.В. Зыков, М.С. Евстигнеев ; заяв. и патентообладатель : ФГУ Нижегородский НИИ травматологии и ортопедии Росмедтехнологий. — № 2008107201/14 ; заявл. 26.02.2008 ; опубл. 10.11.2009, — Бюл. №31. — 5 с.
  28. Способ ультразвук-ассистированной блокады при артроскопических оперативных вмешательствах на плечевом суставе : пат. 2645639 Рос. Федерация : МПК А61М 19/00 (2006.01), А61В 8/00 (2006.01) / К.С. Трухин, В.А. Корячкин, О.В. Кулешов [и др.] ; заяв. и патентообладатель : ФГБУ «Санкт-Петербургский многопрофильный центр» Министерства здравоохранения Рос. Федерации. — № 2016115499, заявл. 21.04.2016; опубл. 21.02.2018-27.02.2018, — Бюл. № 6. — 22 с.
  29. Травматизм, ортопедическая заболеваемость, организация травматолого-ортопедической помощи в Российской Федерации в 2019 году / А.В. Губин, И.А. Соломянник, А.А. Очкуренко [и др.] ; под общей ред. академика РАН С.П. Миронова // Ежегодный статистический сборник. — М. : НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова. — 2021. — 384 с.
  30. Филипенко П.В. Диагностическая и лечебная тактика при хронической нестабильности плечевого сустава : автореф. дисс. ... канд. мед. наук : 14.01.15 / Филипенко Павел Владимирович. — Новосибирск., 2017. — 37 с.
  31. Хаджич, А. Блокады периферических нервов и регионарная анестезия под ультразвуковым контролем / А. Хаджич ; пер. с англ. под ред. А.М.Овечкина. — М. : Практическая Медицина, 2014. — 688 с.
  32. Шостак, Н.А. Периартикулярная патология плечевого сустава: диагностика и лечение / Н.А. Шостак, Н.Г. Правдюк, А.А. Клименко // Фарматека. — 2012. — № 10. — С. 31–34.

33. Штробель, М. Руководство по артроскопической хирургии. : в 2 т. / М. Штробель. ; пер. с англ. под ред. А.В. Королева. — М.: Издательство Панфилова, Бином. Лаборатория знаний., 2012. — Т.2. — 344 с.
34. 30-day morbidity and mortality after elective shoulder arthroscopy: a review of 9410 cases / C.T. Martin, Y. Gao, A.J. Pugely, B.R. Wolf // Journal of Shoulder and Elbow Surgery. — 2013. — Vol. 22, №12. — P. 1667–1675.e1.
35. A comparison of anesthetic quality between interscalene block and superior trunk block for arthroscopic shoulder surgery: a randomized controlled trial / M.G. Lee, Y.J. Shin, H.S. You [et al.] // Pain Physician. — 2021. — Vol.24, №3. — P. 235–242.
36. A comparison of combined suprascapular and axillary nerve blocks to interscalene nerve block for analgesia in arthroscopic shoulder surgery : an equivalence study / S. Dhir, R.V. Sondekoppam, R. Sharma [et al.] // Reg. Anesth. Pain Med. — 2016. — Vol. 41, №5. — P. 564–571.
37. A comparison of risk between the lateral decubitus and the beach-chair position when establishing an anteroinferior shoulder portal: a cadaveric study / P.E. Gelber, F. Reina, E. Caceres, J.C. Monllau // Arthroscopy. — 2007. — Vol. 23, №5. — P. 522–528.
38. A new technique for regional anesthesia for arthroscopic shoulder surgery based on a suprascapular nerve block and an axillary nerve block: an evaluation of the first results / G. Checcucci, A. Allegra, P. Bigazzi [et al.] // Arthroscopy. — 2008. — Vol. 24, №6. — P. 689–696.
39. A prospective clinical registry of ultrasound-guided regional anesthesia for ambulatory shoulder surgery / S.S. Liu, M.A. Gordon, P.M. Shaw [et al.] // Anesthesia and Analgesia. — 2010. — Vol. 111, №3. — P. 617–623.
40. A prospective, randomized, controlled trial comparing ultrasound versus nerve stimulator guidance for interscalene block for ambulatory shoulder surgery for postoperative neurological symptoms / S.S. Liu, V.M. Zayas, M.A. Gordon [et al.] // Anesthesia and Analgesia. — 2009. — Vol. 109, №1. — P. 265–271.

41. A randomised controlled trial of shoulder block vs. interscalene brachial plexus block for ventilatory function after shoulder arthroscopy / P. Rhyner, K. Kirkham, C. Hirotsu [et al.] // *Anaesthesia*. — 2020. — Vol. 75, №4. — P. 493–498.
42. Acute pain management in trauma: anatomy, ultrasound-guided peripheral nerve blocks and special considerations / T. Saranteas, I. Koliantzaki, O. Savvidou [et al.] // *Minerva Anesthesiol.* — 2019. — Vol. 85, №7. — P. 763–773.
43. Analgesia for day-case shoulder surgery / A.T. Wilson, E. Nicholson, L. Burton, C. Wild // *British Journal of Anaesthesia*. — 2009. — Vol. 92, №3. — P. 414–415.
44. Analgesic benefits and clinical role of the posterior suprascapular nerve block in shoulder surgery: a systematic review, meta-analysis and trial sequential analysis / N. Cho, R.S. Kang, C.J.L. McCartney [et al.] // *Anaesthesia*. — 2020. — Vol. 75, №3. — P. 386–394.
45. Anatomical study of phrenic nerve using ultrasound / C. Canella, X. Demondion, A. Delebarre [et al.] // *European Radiology*. — 2010. — Vol. 20, №3. — P. 659–665.
46. Anatomical study of the articular branch of the lateral pectoral nerve to the shoulder joint / Y.S. Nam, K. Panchal, I.B. Kim [et al.] // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. — 2016. — Vol. 24, №12. — P. 3820–3827.
47. Andrews, J.R. Arthroscopy of the shoulder: technique and normal anatomy / J.R. Andrews, W.G. Jr Carson, K. Ortega // *The American Journal of Sports Medicine*. — 1984. — Vol. 12, №1. — P. 1–7.
48. Anterior suprascapular nerve block versus interscalene brachial plexus block for shoulder surgery in the outpatient setting : a randomized controlled patient- and assessor-blinded trial / M. Wiegel, B. Moriggl, P. Schwarzkopf [et al.] // *Reg. Anesth. Pain Med.* — 2017. — Vol. 42, №3. — P. 310–318.
49. Artifacts and pitfall errors associated with ultrasound-guided regional anesthesia. Part II: a pictorial approach to understanding and avoidance / B.D. Sites, R. Brull, V.W. Chan [et al.] // *Regional Anesthesia and Pain Medicine*. — 2007. — Vol. 32, №5. — P. 419–433.
50. Avery, D.M. Surgeon-rated visualization in shoulder arthroscopy: a randomized blinded controlled trial comparing irrigation fluid with and without epinephrine /

- D.M. Avery, B.W. Gibson, G.F. Carolan // *Arthroscopy*. — 2015. — Vol. 31, №1. — P. 12–18.
51. Awake, sedated or anaesthetised for regional anaesthesia block placements? : A retrospective registry analysis of acute complications and patient satisfaction in adults / C. Kubulus, K. Schmitt, N. Albert [et al.] // *Eur. J. Anaesthesiol.* — 2016. — Vol. 33, №10. — P. 715–724.
  52. Barber, F.A. Suprascapular nerve block for shoulder arthroscopy / F.A. Barber // *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*. — 2005. — Vol. 21, №8. — P. 1015.e1–1015.e4.
  53. Basaran, B. Effect of interscalene block on intraocular pressure and ocular perfusion pressure / B. Basaran, A.A. Yilbas, Z. Gultekin // *BMC Anesthesiology*. — 2017. — Vol. 17, №1. — P. 144.
  54. Bhatti, M.T. Visual loss and ophthalmoplegia after shoulder surgery / M.T. Bhatti, F.K. Enneking // *Anesthesia and Analgesia*. — 2003. — Vol. 96, №3. — P. 899–902.
  55. Blood pressure response to combined general anaesthesia/interscalene brachial plexus block for outpatient shoulder arthroscopy / H. Janssen, Rv. Stosch, R. Pöschl [et al.] // *BMC Anesthesiol.* — 2014. — Vol. 14 — Article №50.
  56. Boezaart, A.P. New trends in regional anesthesia for shoulder surgery: Avoiding devastating complications. / A.P. Boezaart, P. Tighe // *International Journal of Shoulder Surgery*. — 2010. — Vol. 4, №1. — P. 1–7.
  57. Borgeat, A. Anaesthesia for shoulder surgery / A. Borgeat, G. Ekatodramis // *Best Practice and Research: Clinical Anaesth.* — 2002. — Vol. 16, №2. — P. 211–225.
  58. Brachial plexus anesthesia: A review of the relevant anatomy, complications, and anatomical variations / A. Mian, I. Chaudhry, R. Huang [et al.] // *Clinical Anatomy*. — 2014. — Vol. 27, №2. — P. 210–221.
  59. Cadaveric study of the articular branches of the shoulder joint / M.S. Eckmann, B. Bickelhaupt, J. Fehrl [et al.] // *Reg. Anesth. Pain Med.* — 2017. — Vol. 42, №5. — P. 564–570.

60. Cangiani, L.H. Phrenic nerve block after interscalene brachial plexus block. Case report / L.H. Cangiani, L.A. Rezende, A. Giancoli Neto // *Rev. Bras. Anesthesiol.* — 2008. — Vol. 58, №2. — P. 152–159.
61. Capdevila, X. Infectious risk of continuous peripheral nerve blocks / X. Capdevila, S. Bringuier, A. Borgeat // *Anesthesiology.* — 2009. — Vol. 110, №1. — P. 182–188.
62. Cardiac arrest after interscalene brachial plexus block in the sitting position for shoulder arthroscopy: a case report / G. Turker, B. Demirag, C. Ozturk, N. Uckunkaya // *Acta Orthopaedica Belgica.* — 2004. — Vol. 70, №1. — P. 84–86.
63. Cardiac arrest after interscalene brachial plexus block with ropivacaine and lidocaine / M. Reinikainen, A. Hedman, O. Pelkonen, E. Ruokonen // *Acta Anaesthesiologica Scandinavica.* — 2003. — Vol. 47, №7. — P. 904–906.
64. Cardiovascular consequence of reclining vs. sitting beach-chair body position for induction of anesthesia [Electronic resource] / S.L. Larsen, T.S. Lyngeraa, C.P. Maschmann [et al.] // *Frontiers in Physiology.* — 2014. — Vol. 5 <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2014.00187/full>.
65. Cerebral oxygenation in the beach chair position for shoulder surgery in regional anesthesia: impact on cerebral blood flow and neurobehavioral outcome / J.A. Aguirre, O. Märzendorfer, M. Brada [et al.] // *Journal of Clinical Anesthesia.* — 2016. — Vol. 35. — P. 456–464.
66. Cervical epidural anesthesia for surgery of the shoulder / A.D. Zablocki, C.L. Baysinger, J.L. Epps, A.L. Bucknell // *Orthop. Rev.* — 1987. — Vol. 16, №2. — P. 98–103.
67. Changes in anesthesia-related factors in ambulatory knee and shoulder surgery: United States 1996-2006 / S.G. Memtsoudis, C. Kuo, Y. Ma [et al.] // *Regional Anesthesia and Pain Medicine.* — 2011. — Vol. 36, №4. — P. 327–331.
68. Comparative effectiveness of suprascapular nerve block in the relief of acute post-operative shoulder pain: a systematic review and meta-analysis / K.V.Chang, W.T.Wu, C.Y. Hung [et al.] // *Pain Physician.* — 2016. — Vol. 19, №7. — P. 445–456.

69. Comparison of anterior suprascapular, supraclavicular, and interscalene nerve block approaches for major outpatient arthroscopic shoulder surgery : a randomized, double-blind, noninferiority trial / D.B. Auyong, N.A. Hanson, R.S. Joseph [et al.] // *Anesthesiology*. — 2018. — Vol. 129, №1. — P. 47–57.
70. Comparison of arthroscopically guided suprascapular nerve block and blinded axillary nerve block vs. blinded suprascapular nerve block in arthroscopic rotator cuff repair: a randomized controlled trial / S.H. Ko, S.D. Cho, C.C. Lee [et al.] // *Clin. Orthop. Surg.* — 2017. — Vol. 9, №3. — P. 340–347.
71. Comparison of economical aspects of interscalene brachial plexus blockade and general anaesthesia for arthroscopic shoulder surgery / C. Gonano, S.C. Kettner, M. Ernstbrunner [et al.] // *British Journal of Anaesthesia*. — 2009. — Vol. 103, №3. — P. 428–433.
72. Comparison of general anaesthesia versus regional anaesthesia with sedation in selected maxillofacial surgery: a randomized controlled trial / A. Rastogi, P. Gyanesh, S. Nisha [et al.] // *J. Craniomaxillofac. Surg.* — 2014. — Vol. 42, №3 — P. 250–254.
73. Comparison of single- and triple-injection methods for ultrasound-guided interscalene brachial plexus blockade / C.J. Wang, Y.L. Ge, J. Gao [et al.] // *Experimental and Therapeutic Medicine*. — 2018. — Vol. 15, №3. — P. 3006–3011.
74. Comparison of tissue distribution, phrenic nerve involvement, and epidural spread in standard- vs low-volume ultrasound-guided interscalene plexus block using contrast magnetic resonance imaging: a randomized, controlled trial / O. Stundner, M. Meissnitzer, C.M. Brummett, [et al.] // *British Journal of Anaesthesia*. — 2016. — Vol. 116, №3. — P. 405–412.
75. Comparison of ultrasound-guided supra-scapular plus axillary nerve block with interscalene block for postoperative pain management in arthroscopic shoulder surgery; a double-blinded randomized open-label clinical trial / S.H.R. Faiz, M. Mohseni, F. Imani [et al.] // *Anesth. Pain Med.* — 2021. — Vol. 11, №2. — P. e112540.

76. Continuous interscalene block in patients having outpatient rotator cuff repair surgery: a prospective randomized trial. / E.A. Salviz, D. Xu, A. Frulla [et al.] // *Anesthesia and Analgesia*. — 2013. — Vol. 117, №6. — P. 1485–1492.
77. Controlled sedation with alphaxalone-alphadolone / M.A. Ramsay, T.M. Savege, B.R. Simpson, R. Goodwin // *Br. Med. J.* — 1974. — Vol. 2, №5920 — P. 656–659.
78. Cousins, M.J. Cousins and Bridenbaugh's neural blockade in clinical anesthesia and pain medicine : 4th ed / M.J. Cousins, D.B. Carr, T.T. Horlocker, P.O. Bridenbaugh. — Philadelphia : Lippincott Williams and Wilkins, 2009. — 1306 p.
79. D'Alessio, J.G. Activation of the Bezold-Jarisch reflex in the sitting position for shoulder arthroscopy using interscalene block / J.G. D'Alessio, R.S. Weller, M. Rosenblum // *Anesthesia and Analgesia*. — 1995. — Vol. 80, №6. — P. 1158–1162.
80. Desai, N. Postoperative analgesia for shoulder surgery / N. Desai // *British Journal of Hospital Medicine (London)* — 2017. — Vol. 78, №9. — P. 511–515.
81. Diaphragm function after interscalene brachial plexus block: a double-blind, randomized comparison of 0.25% and 0.125% bupivacaine / E.M. Thackeray, J.D. Swenson, M.C. Gertsch [et al.] // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. — 2013. — Vol. 22, №3. — P. 381–386.
82. Diaphragm-sparing nerve blocks for shoulder surgery / D.Q. Tran, M.F. Elgueta, J. Aliste, R.J. Finlayson // *Reg. Anesth. Pain Med.* — 2017. — Vol. 42, №1. — P. 32–38.
83. Diaphragmatic paralysis, respiratory function, and postoperative pain after interscalene brachial plexus block with a reduced dose of 10 ml levobupivacaine 0.25% versus a 20 ml dose in patients undergoing arthroscopic shoulder surgery : study protocol for the randomized controlled double-blind REDOLEV study [Electronic resource] / P. Oliver-Fornies, J.P. Ortega Lahuerta, R. Gomez Gomez [et al.] // *Trials* 22. — 2021. — Article №287. — Mode of access: <https://trialsjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13063-021-05216-6>.
84. Does decreasing interscalene nerve block volume for surgical anesthesia in ambulatory shoulder surgery offer same-day patient recovery advantages :

- prospective, randomized double-blind study / D.B. Maalouf, S.M. Dorman, J. Sebeo [et al.] // *Regional Anesthesia and Pain Medicine*. — 2016. — Vol. 41, №4. — P. 438–444.
85. Does fentanyl lead to opioid-induced hyperalgesia in healthy volunteers? : A double-blind, randomized, crossover trial / E. Mauermann, J. Filitz, P. Dolder [et al.] // *Anesthesiology*. — 2016. — Vol. 124, №2. — P. 453–463.
  86. Domínguez, F. Anestesia epidural cervical con ropivacaína al 0.75% en la cirugía de hombro [Cervical epidural anesthesia with 0.75% ropivacaine in shoulder surgery] / F. Domínguez, T. Laso, T. Tijero [et al.] // *Revista Espanola de Anestesiologia y Reanimacion* : [Spanish]. — 2002. — Vol. 49, №1. — P. 39–43.
  87. Double-injection technique assisted by a nerve stimulator for ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block results in better distal sensory-motor block: A randomised controlled trial / Q. Luo, W. Yao, H. Shu, M. Zhong // *Eur. J. Anaesthesiol.* — 2017. — Vol. 34, №3. — P. 127–134.
  88. Drummond, J.C. Focal cerebral ischemia after surgery in the "beach chair" position: the role of a congenital variation of circle of Willis anatomy / J.C. Drummond, R.R. Lee, J.P. Howell // *Anesthesia and Analgesia*. — 2012. — Vol. 114, №6. — P. 1301–1303.
  89. Effect of interscalene nerve block on the inflammatory response in shoulder surgery: A randomized trial / G.E. Mejía-Terrazas, M. Ruíz-Suárez, F. Vadillo-Ortega [et al.] // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. — 2019. — Vol. 28, №9. — P. e291–e303.
  90. Effect of local anaesthetic volume (20 vs 5 ml) on the efficacy and respiratory consequences of ultrasound-guided interscalene brachial plexus block / S. Riazi, N. Carmichael, I. Awad [et al.] // *Br J Anaesth.* — 2008. — Vol. 101, №4. — P. 549–556.
  91. Effect of single-shot interscalene block with less than 10 ml of local anesthetics on postoperative pain relief after arthroscopic rotator cuff reconstruction / H. Taninishi, S. Takehisa, K. Sato, K. Morita // Masui. *The Japanese Journal of Anesthesiology* : [Japanese]. — 2011. — Vol. 60, №9. — P. 1073–1077.



92. Effective volume of ropivacaine 0.75% through a catheter required for interscalene brachial plexus blockade / C. Vandepitte, P. Gautier, D. Xu [et al.] // *Anesthesiology*. — 2013. — Vol. 118, №4. — P. 863–867.
93. Effects of a single-dose interscalene block on pain and stress biomarkers in patients undergoing arthroscopic rotator cuff repair: a randomized controlled trial / X.N. Liu, Y.M. Noh, C.J. Yang [et al.] // *Arthroscopy*. — 2017. — Vol. 33, №5. — P. 918–926.
94. Effects of adding epinephrine to arthroscopic irrigation fluid on cultured chondrocyte survival in vitro / A.B. Dang, M.B. McCarthy, A.B. Dang [et al.] // *Arthroscopy*. — 2011. — Vol. 27, №8. — P. 1118–1122.
95. Effects of beach-chair position and induced hypotension on cerebral oxygen saturation in patients undergoing arthroscopic shoulder surgery / J.H. Lee, K.T. Min, Y.M. Chun [et al.] // *Arthroscopy*. — 2011. — Vol. 27, №7. — P. 889–894.
96. Effects of local anesthetic volume (standard versus low) on incidence of hemidiaphragmatic paralysis and analgesic quality for ultrasound-guided superior trunk block after arthroscopic shoulder surgery / H. Kim, J.U. Han, W. Lee [et al.] // *Anesth. Analg.* — 2021. — Vol. 133, №5. — P. 1303–1310.
97. Effects of suprascapular and axillary nerve block on postoperative pain relief sevoflurane consumption and visual clarity in arthroscopic shoulder surgery / D. Özkan, S. Cemaloğlu, F.M. Catma, T. Akkaya // *Agri*. — 2020. — Vol. 32, №1. — P. 1–7.
98. Efficacy and safety of suprascapular nerve block combined with axillary nerve block for arthroscopic shoulder surgery : a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [Electronic resource] / J. Zhao, N. Xu, J. Li [et al.] // *International journal of surgery*. — 2021. — Vol. 94. — Article №106111. — Mode of access : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1743919121002466>.
99. El-Boghdadly, K. Phrenic nerve palsy and regional anesthesia for shoulder surgery: anatomical, physiologic, and clinical considerations / K. El-Boghdadly, K.J. Chin, V.W.S. Chan // *Anesthesiology*. — 2017. — Vol. 127, №1. — P. 173–191.

100. Estimating the burden of musculoskeletal disorders in the community: the comparative prevalence of symptoms at different anatomical sites, and the relation to social deprivation / M. Urwin, D. Symmons, T. Allison, [et al.] // *Annals of the rheumatic diseases*. — 1998. — Vol. 57, №11. — P. 649–655.
101. Evaluation of interfascial plane and pericapsular nerve blocks to the shoulder joint: a preliminary analysis of shoulder anterior capsular block / F. Galluccio, M. Fajardo Perez, E. Yamak Altinpulluk [et al.] // *Pain and therapy*. — 2021. — Vol.10, №2. — P. 1741–1754.
102. Feigl, G.C. Anatomy of the brachial plexus and its implications for daily clinical practice: regional anesthesia is applied anatomy / G.C. Feigl, R.J. Litz, P. Marhofer // *Reg. Anesth. Pain Med*. — 2020. — Vol. 45, №8. — P. 620–627.
103. Fentanyl-induced hyperalgesia in acute pain management / P.J. Lyons, R.M. Rivosecchi, J.P. Nery, S.L. Kane-Gill // *Journal of Pain and Palliative Care Pharmacotherapy*. — 2015. — Vol. 29, №2. — P. 153–160.
104. Fifteen years of ultrasound guidance in regional anaesthesia: Part 2-recent developments in block techniques / P. Marhofer, W. Harrop-Griffiths, H. Willschke, L. Kirchmair // *British Journal of Anaesthesia*. — 2010. — Vol. 104, №6. — P. 673–683.
105. Fluid extravasation in shoulder arthroscopic surgery: a systematic review [Electronic resource] / M. Memon, J. Kay, A. Gholami [et al.] // *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. — 2018. — Vol. 6, №5. — Mode of access : <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/2325967118771616>.
106. For outpatient rotator cuff surgery, nerve block anesthesia provides superior same-day recovery over general anesthesia / A. Hadzic, B.A. Williams, P.E. Karaca [et al.] // *Anesthesiology*. — 2005. — Vol. 102, №5. — P. 1001–1007.
107. Fredrickson, M.J. Postoperative analgesia for shoulder surgery: a critical appraisal and review of current techniques / M.J. Fredrickson, S. Krishnan, C.Y. Chen // *Anaesthesia*. — 2010. — Vol. 65, №6. — P. 608–624.
108. Fredrickson, M.J. Randomized study of the effect of local anesthetic volume and concentration on the duration of peripheral nerve blockade / M.J. Fredrickson, A.

- Abeysekera, R. White // *Reg. Anesth Pain Med.* — 2012. — Vol. 37, №5. — P. 495–501.
109. Giancesello L, Pavoni V, Burzio I, Boccaccini A. Respiratory effect of interscalene brachial plexus block vs combined infraclavicular plexus block with suprascapular nerve block for arthroscopic shoulder surgery. *J Clin Anesth.* 2018 Feb;44:117-118.
  110. Harmon, D. Ultrasound-guided suprascapular nerve block technique / D. Harmon, C. Hearty // *Pain Physician.* — 2007. — Vol. 10, №6. — P. 743–746.
  111. Harper, S. A hypotensive/bradycardic episode leading to asystole in a patient undergoing shoulder arthroscopy in the sitting position with interscalene block and intravenous sedation: a case report / S. Harper // *AANA Journal.* — 2016. — Vol. 84, №1. — P. 27–33.
  112. Hemidiaphragmatic paralysis following ultrasound-guided anterior vs. posterior suprascapular nerve block: a double-blind, randomised control trial / F. Ferré, M. Pommier, P. Laumonerie [et al.] // *Anaesthesia.* — 2020. — Vol. 75, №4. — P. 499–508.
  113. Hewson, D.W. Regional anaesthesia for shoulder surgery / D.W. Hewson, M. Oldman, N.M. Bedford // *BJA education.* — 2019. — Vol.19, №4. — P. 98–104.
  114. Holbrook, H.S. Peripheral nerve injury following interscalene blocks: a systematic review to guide orthopedic surgeons / H.S. Holbrook, B.R. Parker // *Orthopedics.* — 2018. — Vol. 41, №5. — P. E598–606.
  115. Impact of wide-awake local anesthesia no tourniquet on departmental settings, cost, patient and surgeon satisfaction, and beyond / J.B. Tang, S.G. Xing, E. Ayhan [et al.] // *Hand clinics.* — 2019. — Vol. 35, №1. — P. 29–34.
  116. Innervation of the human shoulder joint and its implications for surgery / O.C. Aszmann, A.L. Dellon, B.T. Birely, E.G. McFarland // *Clinical Orthopaedics and Related Research.* — 1996. — Vol. 330. — P. 202–207.
  117. Interscalene brachial plexus block for arthroscopic shoulder surgery: a systematic review / M.S. Hughes, M.J. Matava, R.W. Wright [et al.] // *J. Bone Joint Surg. American vol.* — 2013. — Vol. 95, №14. — P. 1318–1324.

118. Interscalene plexus block versus general anaesthesia for shoulder surgery: a randomized controlled study / L.J. Lehmann, G. Loosen, C. Weiss, M.D. Schmittner // *European Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology*. — 2015. — Vol. 25, №2. — P. 255–261.
119. Interscalene regional anesthesia for arthroscopic shoulder surgery: a safe and effective technique / J.Y. Bishop, M. Sprague, J. Gelber [et al.] // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. — 2006. — Vol. 15, №5. — P. 567–570.
120. Intravenous fentanyl during shoulder arthroscopic surgery in the sitting position after interscalene block increases the incidence of episodes of bradycardia hypotension / S.Y. Song, S.H. Son, S.O. Kim, W.S. Roh // *Korean Journal of Anesthesiology*. — 2011. — Vol. 60, №5. — P. 344–350.
121. Is chemical incompatibility responsible for chondrocyte death induced by local anesthetics? / M.T. Bogatch, D.G. Ferachi, B. Kyle [et al.] // *American Journal of Sports Medicine*. — 2010. — Vol. 38, №3. — P. 520–526.
122. Jaffe, R.A. *Anesthesiologists manual of surgical procedures : 5th ed* / R.A. Jaffe, C.A. Schmiesing, B. Golianu. — Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2014. — 1720 p.
123. Kahn, R.L. Beta-adrenergic blockers and vasovagal episodes during shoulder surgery in the sitting position under interscalene block / R.L. Kahn, M.J. Hargett // *Anesthesia and Analgesia*. — 1999. — Vol. 88, №2. — P. 378–381.
124. Kehlet, H. The value of "multimodal" or "balanced analgesia" in postoperative pain treatment / H. Kehlet, J.B. Dahl // *Anesthesia and Analgesia*. — 1993. — Vol. 77, №5. — P. 1048–1056.
125. Kessler, J. An ultrasound study of the phrenic nerve in the posterior cervical triangle: implications for the interscalene brachial plexus block / J. Kessler, I. Schafhalter-Zoppoth, A.T. Gray // *Reg. Anesth. Pain Med.* — 2008. — Vol. 33, №6. — P. 545–550.
126. Lavand'homme, P. Rebound pain after regional anesthesia in the ambulatory patient / P. Lavand'homme // *Curr. Opin. Anaesthesiol.* — 2018. — Vol. 31, №6. — P. 679–684.

127. Local anesthetic systemic toxicity: a narrative literature review and clinical update on prevention, diagnosis, and management / M. Gitman, M.R. Fettiplace, G.L. Weinberg [et al.] // *Plast. Reconstr. Surg.* — 2019. — Vol. 144, №3. — P. 783–795.
128. Marhofer, P. Regionalanästhesie im klinischen Alltag: eine ökonomische Analyse anhand eines Versorgungsbeispiels [Regional anesthesia in daily clinical practice: an economic analysis based on case vignettes] / P. Marhofer, M. Kraus, D. Marhofer // *Anaesthesist* : [German]. — 2019. — Vol. 68, №12. — P. 827–835.
129. Martin, S.D. Shoulder Pain / S.D. Martin, T.S. Thornhill // *Kelley's Textbook of Rheumatology* : 2–vol. set : 9th ed / G.S. Firestein, R.C. Budd, S.E. Gabriel [et al.]. — Philadelphia : W.B. Saunders, 2013. — Vol. 1, Chapter 46. — P. 639–664.
130. Matsen, F.A. Published evidence demonstrating the causation of glenohumeral chondrolysis by postoperative infusion of local anesthetic via a pain pump / F.A. Matsen, A. Papadonikolakis // *Journal of Bone and Joint Surgery. Am.* — 2013. — Vol. 95, №12. — P. 1126–1134.
131. Measurement of brachial plexus strain in arthroscopy of the shoulder / A.H. Klein, J.C. France, T.A. Mutschler, F.H. Fu // *Arthroscopy*. — 1987. — Vol. 3, №1. — P. 45–52.
132. Minimum effective volume of local anesthetic for shoulder analgesia by ultrasound-guided block at root C7 with assessment of pulmonary function / S.H. Renes, G.J. van Geffen, H.C. Rettig [et al.] // *Regional Anesthesia and Pain Medicine*. — 2010. — Vol. 35, №6. — P. 529–534.
133. Muñoz-Leyva, F. Managing rebound pain after regional anesthesia / F. Muñoz-Leyva, J. Cubillos, K.J. Chin // *Korean Journal of Anesthesiology*. — 2020. — Vol. 73, №5. — P. 372–383.
134. Nallam, S.R. Effect of intravenous ondansetron on reducing the incidence of hypotension and bradycardia events during shoulder arthroscopy in sitting position under interscalene brachial plexus block: A prospective randomized trial / S.R. Nallam, S. Dara // *Indian Journal of Anaesthesia*. — 2015. — Vol. 59, №6. — P. 353–358.

135. Neal, J. Complications in regional anesthesia and pain medicine : 2nd ed / J. Neal, J.P. Rathmell. Philadelphia: Wolters Kluwer Health, 2012. — 495 p.
136. Neurocognitive deficits and cerebral desaturation during shoulder arthroscopy with patient in beach-chair position: a review of the current literature / D. Salazar, A. Hazel, A.J. Tauchen [et al.] // American Journal of Orthopedics. — 2016. — Vol. 45, №3. — P. e63–e68.
137. Orthostatic leg blood volume changes assessed by near-infrared spectroscopy / J. Truijen, Y.S. Kim, C.T. Krediet [et al.] // Experimental physiology. — 2012. — Vol. 97, №3. — P. 353–361.
138. Outcomes of shoulder surgery in the sitting position with interscalene nerve block: a single-center series / M. Rohrbaugh, M.L. Kentor, S.L. Orebaugh, B. Williams // Regional Anesthesia and Pain Medicine. — 2013. — Vol. 38, №1. — P. 28–33.
139. Pain after shoulder arthroscopy: a prospective study on 231 cases / Y. Stiglitz, O. Gosselin, J. Sedaghatian [et al.] // Orthopaedics and Traumatology : Surgery and Research. — 2011. — Vol. 97, №3. — P. 260–266.
140. Pain characteristics and self-rated health after elective orthopaedic surgery – a cross-sectional survey / M.F. Lindberg, E.K. Grov, C.L. Gay [et al.] // Journal of Clinical Nursing. — 2013. — Vol. 22, №9–10. — P. 1242–1253.
141. Pain intensity on the first day after surgery: a prospective cohort study comparing 179 surgical procedures / H.J. Gerbershagen, S. Aduckathil, A.J. van Wijck [et al.] // Anesthesiology. — 2013. — Vol. 18, №4. — P. 934–944.
142. Pain management after outpatient shoulder arthroscopy: a systematic review of randomized controlled trials / W.J. Warrender, U.A.M. Syed, S. Hammoud [et al.] // American Journal of Sports Medicine. — 2017. — Vol. 45, №7. — P. 1676–1686.
143. Pant, S. Cerebral oxygenation using near-infrared spectroscopy in the beach-chair position during shoulder arthroscopy under general anesthesia / S. Pant, D.J. Bokor, A.K. Low // Arthroscopy. — 2014. — Vol. 30, №11. — P. 1520–1527.
144. Patel, M.S. Perioperative pain management for shoulder surgery: evolving techniques / M.S. Patel, J.A. Abboud, P.M. Sethi // Journal of Shoulder and Elbow Surgery. — 2020. — Vol. 29, №11. — P. e416–e433.

145. Patient positioning in shoulder arthroscopy: which is best? / J. Rojas, F. Familiari, A. Bitzer [et al.] // *Joints*. — 2019. — Vol. 7, №2. — P. 46–55.
146. Peripheral nerve blocks in the management of postoperative pain: challenges and opportunities / G. Joshi, K. Gandhi, N. Shah [et al.] // *J. Clin. Anesth.* — 2016. — Vol. 35. — P. 524–529.
147. Peripheral regional anaesthesia and outcome: lessons learned from the last 10 years / J. Kessler, P. Marhofer, PM. Hopkins, M.W. Hollmann // *British Journal of Anaesthesia*. — 2015. — Vol. 114, №5. — P. 728–745.
148. Peruto, C.M. Shoulder arthroscopy positioning: lateral decubitus versus beach chair / C.M. Peruto, M.G. Ciccotti, S.B. Cohen // *Arthroscopy*. — 2009. — Vol. 25, №8. — P. 891–896.
149. Phrenic nerve block caused by interscalene brachial plexus block: breathing effects of different sites of injection / L. Bergmann, S. Martini, M. Kesselmeier [et al.] // *BMC Anesthesiol.* — 2016. — Vol. 16, №1. — P. 45.
150. Pohl, A. Cerebral ischemia during shoulder surgery in the upright position: a case series / A. Pohl, D.J. Cullen // *Journal of Clinical Anesthesia*. — 2005. — Vol. 17, №6. — P. 463–469.
151. Prevalence of cerebrovascular events during shoulder surgery and association with patient position [Electronic resource] / D.J. Friedman, N.Z. Parnes, Z. Zimmer [et al.] // *Orthopedics*. — 2009. — Vol. 32, №4 — Mode of access: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19388618>.
152. Price, D.J. The shoulder block: a new alternative to interscalene brachial plexus blockade for the control of postoperative shoulder pain / D.J. Price // *Anaesthesia and Intensive Care*. — 2007. — Vol. 35, №4. — P. 575–581.
153. PROSPECT guideline for rotator cuff repair surgery: systematic review and procedure-specific postoperative pain management recommendations / O. Toma, B. Persoons, E. Pogatzki-Zahn [et al.] ; PROSPECT Working Group collaborators // *Anaesthesia*. — 2019. — Vol. 74, №10. — P. 1320–1331.

154. Rains, D.D. Pathomechanisms and complications related to patient positioning and anesthesia during shoulder arthroscopy / D.D. Rains, G.A. Rooke, C.J. Wahl // *Arthroscopy*. — 2011. — Vol. 27, №4. — P. 532–541.
155. Randomised controlled trial of analgesic effectiveness of three different techniques of single-shot interscalene brachial plexus block using 20 mL of 0.5% ropivacaine for shoulder arthroscopy / M.J. Stasiowski, M. Kolny, M. Zuber [et al.] // *Anaesthesiology Intensive Therapy*. — 2017. — Vol. 49, №3. — P. 215–221.
156. Real-time detection of perforaminal vessels in the cervical spine: an ultrasound survey / R.J. Finlayson, J.P. Etheridge, P. Chalermkitpanit [et al.] // *Regional Anesthesia and Pain Medicine*. — 2016. — Vol. 41, №2. — P. 130–134.
157. Rhabdomyolysis following shoulder arthroscopy / J.K. Lim, K.C. Ang, S.C. Wang, V.P. Kumar // *Arthroscopy*. — 2006. — Vol. 22, №12. — P. 1366.e1–1366.e5.
158. Richard, P. Exploration du diaphragme : l'échographie est incontournable [Exploring the diaphragm : Ultrasound is essential] / P. Richard // *Revue des maladies respiratoires* : [French]. — 2017. — Vol. 34, №6. — P. 645–660.
159. Rook, R.T. Arthroscopic treatment of instability attributable to capsular injury or laxity / R.T. Rook, F.H. Savoie, L.D. Field // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. — 2001. — Vol. 390. — P. 52–58.
160. Ropivacaine for ultrasound-guided interscalene block: 5 mL provides similar analgesia but less phrenic nerve paralysis than 10 mL. / J.H. Lee, S.H. Cho, S.H. Kim [et al.] // *Canadian Journal of Anesthesia*. — 2011. — Vol. 58, №11. — P. 1001–1006.
161. Scoping review of complications associated with epinephrine use in arthroscopy fluid / T. Abdelrahman, S. Tulloch, K. Lebedeva, R.M. Degen // *Phys. Sportsmed.* — 2021 — Vol. 49, №3. — P. 262–270.
162. Scott, J.A. Cardiac arrest after interscalene block before arthroscopic shoulder surgery : a case report / J.A. Scott, D. Schuett, N. Hauff // *JBJS Case Connect.* — 2021 — Vol. 11, №3. — P. e21.00079.
163. Selective suprascapular and axillary nerve block provides adequate analgesia and minimal motor block. Comparison with interscalene block / P.F. Pitombo, R. Meira



- Barros, M.A. Matos, N.S. Pinheiro MÓdolo // *Braz. J. Anesthesiol.* — 2013. — Vol. 63, №1. — P. 45–51.
164. Sensitivity and specificity of diagnostic ultrasound in the diagnosis of phrenic neuropathy / A.J. Boon, H. Sekiguchi, C.J. Harper [et al.] // *Neurology.* — 2014. — Vol. 83, №14. — P. 1264–1270.
165. Sensory innervation of the human shoulder joint: the three bridges to break / P. Laumonerie, Y. Dalmas, M.E. Tibbo [et al.] // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery.* — 2020. — Vol. 29, №12. — P. e499–e507.
166. Seo, K.C. Factors contributing to episodes of bradycardia hypotension during shoulder arthroscopic surgery in the sitting position after interscalene block / K.C. Seo, J.S. Park, W.S. Roh // *Korean Journal of Anesthesiology.* — 2010. — Vol. 58, №1. — P. 38–44.
167. Shoulder arthroscopy in the beach chair position / J.D. Higgins, R.M. Frank, J.T. Hamamoto [et al.] // *Arthroscopy Techniques.* — 2017. — Vol. 6, №4. — P. e1153–e1158.
168. Shoulder arthroscopy with the patient in the beach-chair position / M.J. Skyhar, D.W. Altchek, R.F. Warren [et al.] // *Arthroscopy.* — 1988. — Vol. 4, №4. — P. 256–259.
169. Shoulder disorders in general practice: incidence, patient characteristics, and management / D.A. van der Windt, B.W. Koes, B.A. de Jong, L.M. Bouter // *Annals of the Rheumatic Diseases.* — 1995. — Vol. 54, №12. — P. 959–964.
170. Singelyn, F.J. Pain relief after arthroscopic shoulder surgery: a comparison of intraarticular analgesia, suprascapular nerve block, and interscalene brachial plexus block / F.J. Singelyn, L. Lhotel, B. Fabre // *Anesthesia and Analgesia.* — 2004. — Vol. 99, №2. — P. 589–592.
171. Skyhar, M.J. Shoulder arthroscopy in the seated position / M.J. Skyhar, D.W. Altchek, R.F. Warren // *Orthopaedic review.* — 1988. — Vol. 17, №10. — P. 1033–1034.

172. Smoljanovic, T. Diameter of suprascapular nerve in the suprascapular notch / T. Smoljanovic, D. Miklic, L. Grgurevic // Pain Physician. — 2008. — Vol. 11, №2. — P. 263–264.
173. Song, S.Y. Hypotensive bradycardic events during shoulder arthroscopic surgery under interscalene brachial plexus blocks / S.Y. Song, W.S. Roh // Korean Journal of Anesthesiology. — 2012. — Vol. 62, №3. — P. 209–219.
174. Sonographic mapping of the normal brachial plexus / X. Demondion, P. Herbinet, N. Boutry [et al.] // AJNR. American Journal of Neuroradiology. — 2003. — Vol. 24, №7. — P. 1303–1309.
175. Successful reversal of phrenic nerve blockade following washout of interscalene nerve block as demonstrated by ultrasonographic diaphragmatic excursion / L.K. Ngai, W. Ma, J.G. Costouros [et al.] // J. Clin. Anesth. — 2020. — Vol. 59. — P. 46–48.
176. Sukur, E. Comparison of cytotoxic effects of intra-articular use of tranexamic acid versus epinephrine on rat cartilage / E. Sukur, F. Kucukdurmaz // Medical Science Monitor. — 2018. — Vol. 24. — P. 1166–1170.
177. Sultan, J. Unplanned overnight admissions in day-case arthroscopic shoulder surgery / J. Sultan, K.Z. Marflow, B. Roy // Surgeon. — 2012. — Vol. 10, №1. — P. 16–19.
178. Superior trunk block: A phrenic-sparing alternative to the interscalene block: A randomized controlled trial / D.H. Kim, Y. Lin, J.C. Beathe [et al.] // Anesthesiology. — 2019. — Vol. 131, №3. — P. 521–533.
179. Suprascapular and interscalene nerve block for shoulder surgery: a systematic review and meta-analysis / N. Hussain, G. Goldar, N. Ragina [et al.] // Anesthesiology. — 2017. — Vol. 127, №6. — P. 998–1013.
180. Suprascapular nerve block and axillary nerve block versus interscalene nerve block for arthroscopic shoulder surgery : a meta-analysis of randomized controlled trials / C. Sun, X. Zhang, X. Ji [et al.] // Medicine. — 2021. — Vol. 100, №44. — P. e27661.

181. Suprascapular nerve block as a method of preemptive pain control in shoulder surgery / J. Jerosch, M. Saad, M. Greig, T. Filler // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* — 2008. — Vol. 16, №6. — P. 602–607.
182. Suprascapular nerve block for postoperative pain relief in arthroscopic shoulder surgery: a new modality? / E.D. Ritchie, D. Tong, F. Chung [et al.] // *Anesth Analg.* — 1997. — Vol. 84, №6. — P. 1306–1312.
183. Suprascapular nerve block is an effective pain control method in patients undergoing arthroscopic rotator cuff repair: a randomized controlled trial [Electronic resource] / J.Y. Kim, M.W. Kang, H.W. Lee, K.C. Noh // *Orthop. J. Sports Med.* — 2021. — Vol. 9, №1. — Mode of access: [https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2325967120970906?url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori:rid:crossref.org&rfr\\_dat=cr\\_pub%20%20pubmed](https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2325967120970906?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed).
184. Suprascapular nerve block versus interscalene block for analgesia after arthroscopic rotator cuff repair / R. Koga, T. Funakoshi, Y. Yamamoto, H. Kusano // *J. Orthop.* — 2019. — Vol. 19. — P. 28–30.
185. Suprascapular nerve blockade for postoperative pain control after arthroscopic shoulder surgery: a systematic review and meta-analysis [Electronic resource] / J. Kay, M. Memon, T. Hu [et al.] // *Orthopaedic Journal of Sports Medicine.* — 2018. — Vol. 6, №12. — Mode of access: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2325967118815859>.
186. The beach chair position for shoulder surgery in intravenous general anesthesia and controlled hypotension: Impact on cerebral oxygenation, cerebral blood flow and neurobehavioral outcome. / J.A. Aguirre, F. Etzensperger, M. Brada [et al.] // *Journal of Clinical Anesthesia.* — 2019. — Vol. 53. — P. 40–48.
187. The effect of exogenous epinephrine on the incidence of hypotensive/bradycardic events during shoulder surgery in the sitting position during interscalene block / S. Sia, F. Sarro, A. Lepri, M. Bartoli // *Anesthesia and Analgesia.* — 2003. — Vol. 97, №2. — P. 583–588.
188. The effect of norepinephrine versus epinephrine in irrigation fluid on the incidence of hypotensive/bradycardic events during arthroscopic rotator cuff repair with

- interscalene block in the sitting position / A. Chierichini, L. Frassanito, A. Vergari [et al.] // *Arthroscopy*. — 2015. — Vol. 31, №5. — P. 800–806.
189. The influence of interscalene block technique on adverse hemodynamic events / L. Giancesello, M. Magherini, V. Pavoni [et al.] // *J. Anesth.* — 2014. — Vol. 28, №3. — P. 407–412.
190. The maximum effective needle-to-nerve distance for ultrasound-guided interscalene block: an exploratory study / E. Albrecht, K.R. Kirkham, P. Taffé [et al.] // *Regional Anesthesia and Pain Medicine*. — 2014. — Vol. 39, №1. — P. 56–60.
191. The minimum effective anesthetic volume of 0.75% ropivacaine in ultrasound-guided interscalene brachial plexus block / P. Gautier, C. Vandepitte, C. Ramquet [et al.] // *Anesthesia and Analgesia*. — 2011. — Vol. 113, №4. — P. 951–955.
192. The second American Society of regional anesthesia and pain medicine evidence-based medicine assessment of ultrasound-guided regional anesthesia: executive summary / J.M. Neal, R. Brull, J.L. Horn [et al.] // *Regional Anesthesia and Pain Medicine*. — 2016. — Vol. 41, №2. — P. 181–194.
193. The sensory branch distribution of the suprascapular nerve: an anatomic study / W. Vorster, C.P. Lange, R.J. Briët, [et al.] // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. — 2008. — Vol. 17, №3. — P. 500–502.
194. The use of metoprolol and glycopyrrolate to prevent hypotensive/bradycardic events during shoulder arthroscopy in the sitting position under interscalene block / G.A. Liguori, R.L. Kahn, J. Gordon [et al.] // *Anesthesia and Analgesia*. — 1998. — Vol. 87, №6. — P. 1320–1325.
195. Tran, D.Q. A randomized comparison between ultrasound-guided and landmark-based superficial cervical plexus block / D.Q. Tran, S. Dugani, R.J. Finlayson // *Regional Anesthesia and Pain Medicine*. — 2010. — Vol. 35, №6. — P. 539–543.
196. Tran, J. Anatomical study of the innervation of glenohumeral and acromioclavicular joint capsules: implications for image-guided intervention / J. Tran, P.W.H. Peng, A.M.R. Agur // *Regional Anesthesia and Pain Medicine*. — 2019. — Vol. 44. — P. 452–458.

197. Tsikas, D. Blood pressure-lowering effects of propofol or sevoflurane anaesthesia are not due to enhanced nitric oxide formation or bioavailability / D. Tsikas, J. Jordan, S. Engeli // *Br. J. Clin. Pharmacol.* — 2015. — Vol. 79, №6. — P. 1030–1033.
198. Ultrasonography-guided anterior approach for axillary nerve blockade: an anatomical study / E. González-Arnay, L. Jiménez-Sánchez, D. García-Simón [et al.] // *Clinical anatomy.* — 2020. — Vol.33, №4. — P. 488–499.
199. Ultrasound for assessment of diaphragm in ALS / S. Pinto, P. Alves, B. Pimentel [et al.] // *Clin. Neurophysiol.* — 2016. — Vol. 127, №1. — P. 892–897.
200. Ultrasound with neurostimulation compared with ultrasound guidance alone for lumbar plexus block: A randomised single blinded equivalence trial / V. Arnuntasupakul, T. Chalachewa, P. Leurcharusmee [et al.] // *Eur. J. Anaesthesiol.* — 2018. — Vol. 35, №3. — P. 224–230.
201. Ultrasound-guided block of the suprascapular nerve – a volunteer study of a new proximal approach / C. Rothe, C. Steen-Hansen, J. Lund [et al.] // *Acta Anaesthesiologica Scandinavica.* — 2014. — Vol. 58, №10. — P. 1228–1232.
202. Ultrasound-guided proximal and distal suprascapular nerve blocks: a comparative cadaveric study / L. Blasco, P. Laumonerie, M. Tibbo [et al.] // *Pain Medicine.* — 2020. — Vol. 21, №6. — P. 1240–1247.
203. Ultrasound-guided proximal suprascapular nerve block with radiofrequency lesioning for patients with malignancy-associated recalcitrant shoulder pain / K.V. Chang, C.Y. Hung, T.G. Wang [et al.] // *Journal of Ultrasound in Medicine.* — 2015. — Vol. 34, №11. — P. 2099–2105.
204. Upper extremity regional anesthesia: essentials of our current understanding, 2008 / J.M. Neal, J.C. Gerancher, J.R. Hebl [et al.] // *Regional Anesthesia and Pain Medicine.* — 2009. — Vol. 34, №2. — P. 134–170.
205. Urmeý, W.F. One hundred percent incidence of hemidiaphragmatic paresis associated with interscalene brachial plexus anesthesia as diagnosed by ultrasonography / W.F. Urmeý, K.H. Talts, N.E. Sharrock // *Anesthesia and Analgesia.* — 1991. — Vol. 72, №4. — P. 498–503.

206. Urmeý, W.F. Pulmonary function changes during interscalene brachial plexus block: effects of decreasing local anesthetic injection volume / W.F. Urmeý, P.J. Gloeggler // Regional anesthesia. — 1993. — Vol. 18, №4. — P. 244–249.
207. Vaid, V.N. Inter scalene block: revisiting old technique / V.N. Vaid, A. Shukla // Anesth Essays Res. — 2018. — Vol. 12, №2. — P. 344–348.
208. Warner, J.J. Shoulder arthroscopy in the beach-chair position : basic setup / J.J. Warner // Oper. Tech. Orthop. — 1991. — Vol. 1, №2. — P. 147–154.
209. Will the real benefits of single-shot interscalene block please stand up? A systematic review and meta-analysis / F.W. Abdallah, S.H. Halpern, K. Aoyama, R. Brull // Anesth. Analg. — 2015. — Vol. 120, №5. — P. 1114–1129.
210. Winnie, A.P. Interscalene brachial plexus block / A.P. Winnie // Anesthesia and Analgesia. — 1970. — Vol. 49, №3. — P. 455–466.
211. Wordliczek, J. Henryk Hilarowicz : the forgotten Polish inventor and pioneer of the interscalene brachial plexus block / J. Wordliczek, J. Jakowicka-Wordliczek, R. Zajackowska // Journal of anesthesia history. — 2018. — Vol. 4 №1. — P. 11–17.
212. Yeh, P.C. Postarthroscopic glenohumeral chondrolysis / P.C. Yeh, F.D. Kharrazi // Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. — 2012. — Vol. 20, №2. — P. 102–112.