

Управление гипотензией, вызванной спинальной анестезией, у взрослых пациентов.

Акбарова Г.К.

Тошкентский государственный медицинский университет

ABSTRACT

Гипотензия, вызванная спинальной анестезией (SAIH), встречается часто, особенно у пожилых людей и у пациентов, перенесших кесарево сечение. SAIH вызвана артериальной и венозной вазодилатацией, возникающей в результате симпатической блокады в сочетании с парадоксальной активацией кардиоингибиторных рецепторов. Брадикардию после спинальной анестезии (SA) всегда следует рассматривать как предупредительный признак важного гемодинамического нарушения. Предварительная инфузионная терапия (до начала SA) коллоидами, такими как гидроксиэтилкрахмал (HES), эффективно снижает частоту и тяжесть артериальной гипотензии, тогда как предварительная нагрузка кристаллоидами не показана. Совместная нагрузка кристаллоидами или коллоидами столь же эффективна, как и предварительная нагрузка HES, при условии адекватной скорости введения (т. е. болюсное введение в течение 5-10 минут). Эфедрин традиционно считался вазоконстриктором выбора, особенно при SAIH, связанной с брадикардией. Фенилэфрин, агонист α_1 -адренорецепторов, всё чаще используется для лечения синдрома гиперчувствительности (СГ), и было показано, что его профилактическое введение (то есть сразу после интратекальной инъекции местных анестетиков) снижает частоту артериальной гипотензии. Роль норадреналина как возможной альтернативы фенилэфрину представляется многообещающей. Было показано, что другие препараты, такие как антагонисты серотониновых рецепторов (ондансетрон), ограничивают падение артериального давления после СА, ингибируя рефлекс Бекольда–Яриша (БЖР), но необходимы дальнейшие исследования, прежде чем рекомендовать их широкое применение.

ARTICLE INFO

Received: 8th July 2025

Accepted: 7th August 2025

KEYWORDS:

спинномозговая анестезия, артериальная гипотензия, вазопрессор, фенилэфрин, ондансетрон

Введение

Поддержание артериального давления считается важным для обеспечения адекватной регионарной перфузии. Хотя спинальная анестезия (СА) может иметь значительные преимущества по сравнению с общей анестезией, она часто сопровождается артериальной гипотензией. Цель данной статьи — рассмотреть механизмы, ответственные за гипотензию, вызванную спинальной анестезией (САГ), а также обсудить различные подходы к профилактике и лечению САГ.

Механизмы артериальной гипотензии

Хотя сердечно-сосудистые эффекты СА пропорциональны степени сопутствующей симпатической блокады, степень возникшей симпатической блокады может значительно различаться у отдельных пациентов.

Влияние СА на резистивную и емкостную сосудистую систему

Симпатическая блокада, создаваемая СА, быстро приводит к расширению артерий и артериол в соответствующих областях, что, в свою очередь, приводит к повышению тонуса симпатических артерий в областях, не подверженных блокаде, посредством барорефлекса. Эти компенсаторные механизмы, как правило, более эффективны у молодых пациентов.¹ Гемодинамические последствия СА также приводят к симпатической блокаде венозного резервуара², что затем приводит к скоплению крови в емкостных сосудах в самых нижних отделах.³ Когда уровень сенсорного блока выше или равен Т6, это скопление в гепатоспланхнической области может затрагивать до 20% объема циркулирующей крови, и этот объем можно мобилизовать с помощью вазопрессоров.

Влияние СА на сердечную систему

СА приводит к брадикардии и падению артериального давления, вызывая симпато-вагальный дисбаланс в пользу парасимпатического тонуса. Эта брадикардия/гипотензия может быть проявлением нарушения регуляции сердечно-сосудистой функции или, в качестве альтернативы, интерпретироваться как адаптивная реакция (увеличение продолжительности диастолы для лучшего наполнения желудочков). С физиологической точки зрения хорошо известно, что кардиоингибиторные рецепторы рефлекса Бецоляда–Яриша (БЩ), совместно с аортальными и каротидными барорецепторами, участвуют в регуляции артериального давления.⁴ В условиях умеренной гиповолемии активность БЩС снижается, что сопровождается стимуляцией барорефлекса, что приводит к повышению артериального давления. В условиях тяжелой гиповолемии, например, при обширном кровоизлиянии, резкое снижение венозного возврата приводит к парадоксальной активации БЩС с устойчивой гипотензией и брадикардией, которая может быть адаптивным механизмом для сохранения времени диастолического наполнения.⁵ Приблизительно у 13% неакушерских пациентов наблюдается брадикардия во время СА6, как правило, без существенных последствий, если немедленно принимаются корректирующие меры⁷. Однако тяжелая брадикардия может быстро перейти в асистолию⁸ и поэтому брадикардию, вызванную СА, всегда следует рассматривать как предупреждающий знак надвигающегося гемодинамического коллапса. Исследования сердечного выброса при СА показали двухфазный эффект СА: сердечный выброс первоначально увеличивается из-за снижения постнагрузки посредством артериальной вазодилатации (достигая максимума примерно через 7 минут), а затем снижается вторично из-за снижения преднагрузки.^{9, 10} Это снижение сердечного выброса является одним из определяющих факторов снижения артериального давления, наблюдаемого у 15–50 % пациентов. У пожилых людей возрастные изменения (изменение систолической функции, диастолическое расслабление) могут усугубить снижение сердечного выброса в этом состоянии ^{.11–14}

Артериальная гипотензия

Следствием воздействия СА на сердечно-сосудистую систему является возникновение артериальной гипотензии. Интраоперационная артериальная гипотензия была связана с увеличением смертности и заболеваемости пациентов.^{15, 16} В литературе наиболее часто используемым определением SAIH является систолическое артериальное давление менее 80% от исходного уровня. Частота SAIH увеличивается с возрастом, составляя около 36% у молодых пациентов и увеличиваясь до 75% у пациентов старше 50 лет.¹⁷ Даже при низких дозах (например, 7,5 мг бупивакаина) частота SAIH остается высокой у пожилых пациентов.¹² Кроме того, SAIH может усиливаться нарушением механизмов гомеостаза; тем более у пациентов с измененной нейрогуморальной регуляцией сердечной функции, с быстрым расширением блокады или одновременно применяемой седацией (повышенная вегетативная дистония).

Контроль артериального давления Односторонний СА

Даже если в последнее время доза в СА была резко снижена, ^{9, 18} В ортопедической хирургии СА может быть латерализована в сторону, которая будет оперироваться, чтобы создать преимущественно односторонний симпатический блок и, таким образом, минимизировать его гемодинамические последствия. ^{19, 20} Это может быть особенно полезно для пациентов с повышенным риском SAIH (например, пожилых пациентов). Этого можно достичь, введя местный анестетик с отверстием иглы, направленным к стороне, которая будет оперироваться, и поместив пациента в положение лежа на боку (для гипербарических растворов оперируемая конечность будет внизу, а для гипобарических растворов - оперируемая конечность вверх). Это положение затем следует поддерживать в течение приблизительно 20 минут, пока не будет получен преимущественно односторонний блок. Бупивакаин остается одним из наиболее часто используемых местных анестетиков для СА с рекомендуемыми дозами от 3,5 до 8 мг при таком использовании. ²¹ Одним из основных недостатков любой методики, использующей однократную инъекцию небольшой дозы, является риск недостаточно высокого блока или его преждевременного исчезновения.

Титрование СА

Одним из возможных подходов является использование спинномозгового катетера, через который можно титровать местный анестетик, что позволяет контролировать как степень, так и скорость наступления соответствующего симпатического блока. ^{22–25} По сравнению с обычным СА, титрование СА вызывает меньшую гипотензию и снижает потребность в вазопрессорных агентах по сравнению даже с однократным введением СА в низкой дозе. ^{22–24}, описано с использованием иглы Туохи небольшого размера через парамедианный доступ ²⁷ и введением катетера не более чем на 2 сантиметра в интратекальное пространство. ²⁸ Затем вводят местный анестетик (2,5 мг изобарического бупивакаина), который можно вводить повторно каждые 15 минут, чтобы получить достаточный сенсорный уровень. Полученный гемодинамический профиль более стабилен по сравнению как с традиционной спинальной, так и с общей анестезией ^{23,24}, даже у пациентов с более высоким риском, у которых он приводил к меньшему количеству эпизодов гипотензии и меньшей ишемии миокарда по сравнению с другими методами анестезии. Было показано, что размер иглы, используемой при пункции спинномозгового канала, является важным предиктором головных болей после пункции твердой мозговой оболочки. Поскольку при этой методике используется относительно большая игла Туохи, ожидается, что вероятность возникновения головной боли после пункции твердой мозговой оболочки будет значительно выше по сравнению с традиционной самопроколотой. Однако, поскольку данная методика применяется преимущественно у пожилых пациентов (из-за повышенного риска развития у них синдрома острого остеомиелита), увеличение частоты головных болей после пункции твердой мозговой оболочки может не иметь клинического значения, поскольку пожилые пациенты гораздо реже подвержены этому осложнению, а общий профиль риска/пользы может быть благоприятным для этой группы пациентов. Влияние объема циркулирующей крови и положения тела

Предшествующая гиповолемия может привести к сердечно-сосудистому коллапсу во время СА ²⁹, а выравнивание положения пациентки в положении Тренделенбурга может спровоцировать остановку сердца. ³⁰ Необходимо тщательно взвесить возможное краниальное распространение любого гипербарического раствора и предвидеть его гемодинамические эффекты. У роженицы положение на левом боку (5–10°) после СА способствует венозному возврату, ограничивая аортокавальную компрессию беременной маткой. ³¹

Загрузка жидкости

Тип и объем внутривенной жидкости должны учитывать эффекты симпатической блокады, объемный статус пациента до СА, а также любые интраоперационные и послеоперационные потери жидкости. У акушерских пациенток во время кесарева сечения часто используется инфузионная терапия (ФЛ) либо самостоятельно (44%), либо в сочетании с вазопрессорами (53%). ³² Были изучены различные типы внутривенных растворов и время их введения. ³³ В то время как предварительная нагрузка кристаллоидами (т. е. перед СА) неэффективна и не показана клинически, предварительная нагрузка

коллоидами (с использованием гидроксиэтилкрахмала, ГЭК) может эффективно снизить частоту и тяжесть материнской гипотонии ³⁴ уменьшить количество требуемых вазопрессоров ³⁵. Сопутствующая нагрузка ГЭК так же эффективна, как и предварительная нагрузка ГЭК, при быстром введении после установки СА (в течение 5–10 минут). Сопутствующая нагрузка кристаллоидами является менее затратной альтернативой, но ее эффективность, по-видимому, ниже, особенно при введении с более низкой скоростью. В некоторых особых клинических случаях, например, у пациенток с преэклампсией, ФЛ следует проводить только в случае крайней необходимости (после начала СА) во избежание перегрузки жидкостью. ³⁴ Исследования показали, что совместное введение кристаллоидов снижает частоту гипотонии при СА при кесаревом сечении. ³⁶ Кристаллоиды используются более широко, поскольку лишены недостатков, присущих коллоидам, таких как аллергические реакции, изменения коагуляции и стоимость.

Атропин

Атропин широко используется для лечения брадикардии, но данных о его применении для профилактики синдрома хронической интубации дыхательных путей мало. Лим и соавторы исследовали атропин (вводимый внутривенно через 1 минуту после СА) и продемонстрировали дозозависимое увеличение частоты сердечных сокращений и снижение потребности в вазопрессорах. ³⁵ Хотя рутинная предварительная терапия атропином у пациентов, перенесших СА, в настоящее время не рекомендуется, небольшие дозы атропина (5 мкг/кг) могут быть полезны пациентам с низкой исходной частотой сердечных сокращений или пациентам с гипотензией и относительной брадикардией после СА.

Эфедрин

Эфедрин долгое время считался стандартным вазоконстриктором при синдроме гиперчувствительности (SAIH). ³⁷ Это симпатомиметический амин, действующий как непосредственно на α -, так и на β -адренорецепторы, так и опосредованно, увеличивая выброс эндогенного катехоламина (норадреналина). Поскольку запасы эндогенного норадреналина истощаются у пациентов, длительно принимающих ингибиторы АПФ (или антагонисты рецепторов ангиотензина II), действие эфедрина у таких пациентов может быть ослаблено. Это позволяет предположить, что таким пациентам может быть полезен симпатомиметический препарат прямого действия, такой как фенилэфрин ^{37–39} или даже адреналин. Фармакодинамика фенилэфрина (чистого агониста α -адренорецепторов), а также отсутствие плацентарного переноса и влияния на метаболизм плода делают его предпочтительным вазоконстриктором (см. следующий раздел), в то время как эфедрин остается рекомендуемым средством лечения для пациентов с парасимпатической гиперактивностью (брадикардией, связанной с гипотонией). ⁴

Фенилэфрин

Фенилэфрин, агонист α (1)-адренорецепторов прямого действия, широко использовался для лечения интраоперационной артериальной гипотензии. Хотя физиологические исследования показывают, что применение агонистов α -адренорецепторов увеличивает постнагрузку на сердце и снижает венозную податливость, ⁴⁰ влияние фенилэфрина на сердечный выброс сильно зависит от начальных условий венозного возврата. ⁴¹ Если функция левого желудочка нормальная, увеличение постнагрузки на левый желудочек оказывает лишь незначительное влияние на сердечный выброс. Если у пациента хороший внутрисосудистый объем, фенилэфрин может мобилизовать объем и увеличить венозный возврат, что, в свою очередь, увеличивает сердечный выброс ⁴² согласно закону Старлинга. ⁴³ Однако, если симпатический тонус пациента уже повышен, то объем в венозных емкостных сосудах уже задействован, и фенилэфрин может фактически увеличить артериальное сопротивление и уменьшить сердечный выброс, особенно если у пациента есть нарушение функции сердца. ⁴² Однако в многочисленных публикациях сообщается об использовании фенилэфрина для лечения или профилактики гипотонии во время СА. Были протестированы различные режимы введения фенилэфрина. По сравнению с экстренным введением (т. е. болюсом 100 мкг фенилэфрина каждый раз, когда систолическое артериальное давление падает ниже 80% от исходного уровня), профилактическое введение фенилэфрина (т. е. сразу после интратекальной инъекции местного

анестетика для поддержания систолического артериального давления не менее 80% от исходного уровня) часто приводит к более высокому использованию фенилэфрина и лучшей профилактике артериальной гипотензии у рожениц, как и у пожилых людей. ^{11, 34, 44, 45} Среди режимов профилактического введения непрерывные инфузии с фиксированной скоростью, по сравнению с повторными болюсами, по-видимому, не являются полезными. ⁴⁶ Профилактическое введение фенилэфрина с переменной скоростью приводит к большей гемодинамической стабильности, меньшей тошноте и рвоте и сокращению количества вмешательств, необходимых для поддержания артериального давления. ⁴⁷ Также были изучены методы непрерывной инфузии фенилэфрина с компьютерным управлением в замкнутом контуре, которые показали, что она обеспечивает лучший контроль артериального давления, чем непрерывная инфузия, контролируемая вручную. ⁴⁸ В заключение следует отметить, что профилактическое введение фенилэфрина (т.е. сразу после интратекальной инъекции) путём непрерывной внутривенной инфузии с регулируемой скоростью представляется оптимальным для ограничения снижения артериального давления после СА. В качестве альтернативы, приемлемым представляется фиксированная скорость введения 50 мкг/мин (с повторными болюсами по 100 мкг при артериальном давлении ниже 80% от исходного). Если ни один из этих двух вариантов невозможен, врач может выбрать профилактическое лечение повторными болюсами фенилэфрина. ^{34, 44, 47}

Норадреналин

Фенилэфрин является мощным и чистым агонистом α -адренорецепторов (не воздействуя на β -адренорецепторы), его применение было связано с дозозависимым замедлением частоты сердечных сокращений и даже снижением сердечного выброса (см. обсуждение выше). Поэтому некоторые авторы предложили норадреналин, поскольку он обладает дополнительной слабой активностью агониста β -адренорецепторов. Нган Ки и соавторы недавно опубликовали результаты рандомизированного контролируемого исследования, сравнивающего норадреналин с фенилэфрином для поддержания артериального давления у рожениц, запланированных на плановое кесарево сечение в условиях СА. ⁴⁹ Контролируемая компьютером непрерывная инфузия норадреналина (5 мкг/мл) была столь же эффективна для контроля артериального давления, как фенилэфрин, но приводила к меньшей брадикардии и снижению сердечного выброса (хотя и без разницы в неонатальном исходе) из-за активности норадреналина на β -адренорецепторах. Диапазон инфузии норадреналина от 0,07 до 0,08 мкг кг⁻¹ мин⁻¹ может быть оптимальным для начала инфузии норадреналина с целью профилактики САК при кесаревом сечении. ^{50, 51}

Антагонисты серотонина

Во время СА иногда наблюдалась артериальная гипотензия и брадикардия, связанные с активацией кардиоингибиторных рецепторов через BJR ^{4, 5} и хеморецепторы, активируемые серотонином (например, 5-гидрокситриптамином (5-НТ)) из циркулирующих тромбоцитов, в этом случае также участвовали. Исследования на животных показали, что серотонин может быть одним из факторов, благоприятствующих BJR в случае гиповолемии, активируя периферические рецепторы типа 3, расположенные на интракардиальных окончаниях блуждающего нерва. ⁵⁶ Действительно, введение серотонина активировало BJR у крыс, который дополнительно блокировался блокадой рецепторов 5-НТ3. ⁵⁷ У людей единичный случай асистолии, возникшей во время СА, которая реагировала на атропин и ондансетрон (антагонист серотониновых 5-НТ3 рецепторов), привел к рассмотрению возможной связи между BJR и серотонинергическими и холинергическими рецепторами в афферентных и эфферентных волокнах этого вагально опосредованного рефлекса во время САИ. ⁵⁸ С тех пор несколько авторов предложили введение ондансетрона для того, чтобы ограничить гипотензию и брадикардию, вызванные СА. Но стоит отметить, что, хотя было показано, что инъекция 4–8 мг ондансетрона за несколько минут до СА ограничивает снижение артериального давления, снижение частоты САИ никогда четко не было продемонстрировано. ^{59–62} ^{Метаанализ}, опубликованный Гао и соавторами в 2015 году, который включал 10 рандомизированных контролируемых исследований, показал, что профилактическая инъекция ондансетрона может быть

полезной⁶³ Однако с тех пор не было опубликовано двух работ: одной с участием рожениц⁶⁴ и другой с участием пациентов старше 70 лет⁶¹ Даже если значения артериального давления кажутся лучше при приеме ондансетрона, тенденция отдавать предпочтение контролю непосредственно измеряемых переменных, таких как артериальное давление, а не неизменяемых, но в остальном важных переменных, таких как оксигенация тканей, представляет собой ощутимую погрешность.⁶⁵ Недавнее исследование показало, что внутривенное введение ондансетрона в дозе 4 мг снижает ED50 профилактической инфузии фенилэфрина примерно на 26% у пациенток, перенесших кесарево сечение под комбинированной спинально-эпидуральной анестезией. Подводя итог, следует отметить, что необходимы дальнейшие исследования, прежде чем ондансетрон будет рекомендован для профилактики САКГ.

Кафедрин и теодреналин

В Германии комбинация кафедрина (ковалентно связанных норэфедрина и теофиллина) и теодреналина (ковалентно связанных норадреналина и теофиллина) под названием Акринол используется для лечения гипотонии у взрослых, которая возникает в экстренных ситуациях, особенно во время кесарева сечения. Немецкие анестезиологи часто используют кафедрин/теодреналин и накопили большой практический опыт работы с этим веществом. 86,2% немецких больниц используют кафедрин/теодреналин для лечения гипотонии во время регионарной анестезии при кесаревом сечении. Кафедрин/теодреналин можно вводить болюсно, в то время как катехоламины обычно необходимо разводить и вводить с помощью шприцевых насосов. Болюсное введение происходит быстрее, что может быть полезно в экстренных ситуациях. Введение только теодреналина повышает сосудистое сопротивление, в то время как кафедрин оказывает инотропное действие. При совместном введении этих двух веществ можно найти оптимальное соотношение кафедрина и теодреналина. Сакай и соавторы исследовали различные соотношения на собаках и крысах и пришли к выводу, что соотношение 20:1 является идеальным как для быстрого наступления, так и для длительного гипертензивного эффекта. Кроме того, эта комбинация препаратов имеет очень хорошие показатели безопасности, поскольку широко применяется в Германии с 1960-х годов. Однако следует отметить, что данных о безопасности, полученных в ходе контролируемых исследований, крайне мало.

Заключение

Гипотензия, вызванная спинальной анестезией (SAIH), встречается часто, особенно у пожилых людей и рожениц, перенесших кесарево сечение. Было изучено несколько стратегий снижения её частоты, но ни одна из них не оказалась достаточно эффективной. В отличие от сопутствующей нагрузки, предварительная нагрузка кристаллоидами (т.е. перед СА) неэффективна. Фенилэфрин в настоящее время является стандартным вазопрессором. Его профилактическое введение (т.е. сразу после интратекальной инъекции) путём непрерывной внутривенной инфузии (с фиксированной или регулируемой скоростью) или путём титрования повторных болюсов ограничивает частоту SAIH, наблюдаемую в этой ситуации. Необходимо больше данных, прежде чем антагонисты серотониновых рецепторов, такие как ондансетрон, могут быть рекомендованы для профилактики артериальной гипотензии. Независимо от используемой стратегии, брадикардию, вызванную СА, всегда следует рассматривать как предупредительный сигнал критической гемодинамической ситуации.

Ссылки

1. Арндт Дж. О. Система низкого давления: комплексная функция вен. *Eur J Anaesthesiol*. 1986;3(5):343–370. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
2. Butterworth JF, Piccione W, Berrizbeitia LD, Dance G, Shemin RJ, Cohn LH. Увеличение венозного возврата адренергическими агонистами во время спинальной анестезии. *Anesth Analg*. 1986;65(6):612–616. doi: 10.1213/00000539-198606000-00009 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
3. Шимосато С., Этстен Б.Э. Роль венозной системы в динамике сердечно-сосудистой системы при спинальной и эпидуральной анестезии у человека. *Анестезиология*. 1969;30(6):619–628. doi: 10.1097/00000542-196906000-00009 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

4. Кинселла С.М., Таки Дж.П. Периоперационная брадикардия и асистолия: связь с вазовагальным обмороком и рефлексом Безольда-Яриша. *Br J Anaesth*. 2001;86(6):859–868. doi: 10.1093/bja/86.6.859 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
5. Кампанья Дж. А., Картер К. Клиническое значение рефлекса Безольда-Яриша. *Анестезиология*. 2003;98(5):1250–1260. doi: 10.1097/00000542-200305000-00030 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
6. Карпентер Р.Л., Каплан Р.А., Браун Д.Л., Стивенсон К., Ву Р. Частота и факторы риска побочных эффектов спинальной анестезии. *Анестезиология*. 1992;76(6):906–916. doi: 10.1097/00000542-199206000-00006 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
7. Каплан Р.А., Уорд Р.Дж., Познер К., Чейни Ф.В. Неожиданная остановка сердца во время спинальной анестезии: анализ предрасполагающих факторов в закрытых исках. *Анестезиология*. 1988;68(1):5–11. doi: 10.1097/00000542-198801000-00003 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
8. Auroy Y, Narchi P, Messiah A, Litt L, Rouvier B, Samii K. Серьёзные осложнения, связанные с регионарной анестезией: результаты проспективного исследования во Франции. *Anesthesiology*. 1997;87(3):479–486. doi: 10.1097/00000542-199709000-00005 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
9. Asehnoue K, Larousse E, Tadié JM, Minville V, Droupy S, Benhamou D. Комбинация бупивакаина и суфентанила в малых дозах предотвращает изменения сердечного выброса после спинальной анестезии. *Anesth Analg*. 2005;101(5):1512–1515. doi: 10.1213/01.ANE.0000180996.91358.CC [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
10. Мейхофф К.С., Хессельберг Л., Косцельняк-Нильсен З., Расмуссен Л.С. Двухфазные изменения сердечного выброса при начале спинальной анестезии у пожилых пациентов. *Eur J Anaesthesiol*. 2007;24(9):770–775. doi: 10.1017/S0265021507000427 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
11. Ферре Ф., Марти П., Брунето Л. и др. Профилактическое введение фенилэфрина для предотвращения гипотонии после спинальной анестезии у пожилых пациентов: рандомизированное контролируемое клиническое исследование. *J Clin Anesth*. 2016;35:99–106. doi: 10.1016/j.jclinane.2016.07.020 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
12. Lairez O, Ferre F, Portet N и др. Влияние низкодозной спинальной анестезии на сердечно-сосудистую систему в зависимости от возраста: обсервационное исследование с использованием эхокардиографии. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2015;34(5):271–276. doi: 10.1016/j.accpm.2015.02.007 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
13. Хофхейзен К., Лемсон Дж., Снёк М., Шеффер Г.Дж. Гипотензия, вызванная спинальной анестезией, обусловлена снижением ударного объёма крови у пожилых пациентов. *Local Reg Anesth*. 2019;12:19–26. doi: 10.2147/LRA.S193925 [[DOI](#)] [[Бесплатная статья PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
14. Ferre F, Delmas C, Carrié D, Cognet T, Lairez O, Minville V. Влияние спинальной анестезии на функцию левого желудочка: обсервационное исследование с использованием двумерной компрессионной эхокардиографии. *Turk J Anaesthesiol Reanim*. 2018;46(4):268–271. doi: 10.5152/TJAR.2018.48753 [[DOI](#)] [[Бесплатная статья PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
15. Charlson ME, MacKenzie CR, Gold JP и др. Предоперационные и интраоперационные гемодинамические предикторы послеоперационного инфаркта миокарда или ишемии у пациентов, перенесших некардиальные операции. *Ann Surg*. 1989;210(5):637–648. doi: 10.1097/00000658-198911000-00012 [[DOI](#)] [[Бесплатная статья PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
16. Dalton JE, Kurz A, Turan A, Mascha EJ, Sessler DI, Saager L. Разработка и валидация индекса количественной оценки риска 30-дневной послеоперационной смертности и заболеваемости у некардиологических хирургических пациентов. *Анестезиология*. 2011;114(6):1336–1344. doi: 10.1097/ALN.0b013e318219d5f9 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
17. Грейвс К.Л., Андервуд П.С., Кляйн Р.Л., Ким Й.И. Внутривенное введение жидкости как терапия гипотонии, вызванной спинальной анестезией. *Anesth Analg*. 1968;47(5):548–556. doi: 10.1213/00000539-196809000-00018 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
18. Gentili M, Senlis H, Houssel P, Monnier B, Bonnet F. Однократная спинальная анестезия малыми дозами бупивакаина. *Reg Anesth*. 1997;22(6):511–514. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
19. Casati A, Moizo E, Marchetti C, Vinciguerra F. Проспективное, рандомизированное, двойное слепое сравнение односторонней спинальной анестезии с гипербарическим бупивакаином, ропивакаином или

- левобупивакаином при паховой герниографии. *Anesth Analg* . 2004;99(5):. doi: 10.1213/01.ANE.0000132972.61498.F1 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- 20.Casati A, Fanelli G. Ограничение спинальной блокады оперированной стороной: почему бы и нет? *Reg Anesth Pain Med* . 2004;29(1):4–6. doi: 10.1016/j.rapm.2003.09.014 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- 21.Atef H, El-Kasaby A, Omera M, Badr M. Оптимальная доза гипербарического бупивакаина 0,5% для односторонней спинальной анестезии во время диагностической артроскопии коленного сустава. *Local Reg Anesth* . 2010;3:85–91. doi: 10.2147/LRA.S11815 [[DOI](#)] [[Бесплатная статья PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- 22.Джулсгаард П., Сэнд Н.П., Фелсби С. и др. Периоперационная ишемия миокарда у пациентов, перенесших операцию по поводу перелома шейки бедра, рандомизированных на группы с нарастающей спинальной анестезией, однократной спинальной анестезией или общей анестезией. *Eur J Anaesthesiol* . 1998;15(6):656–663. doi: 10.1097/00003643-199811000-00006 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- 23.Минвилл В., Асехнун К., Делусси А. и др. Гипотония во время операции по поводу перелома шейки бедренной кости у пожилых пациентов: влияние методов анестезии. Ретроспективное исследование. *Minerva Anesthesiol* . 2008;74(12):691–696. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- 24.Минвиль В., Фуркад О., Груссе Д. и др. Спинальная анестезия с использованием однократной инъекции небольшой дозы бупивакаина в сравнении с методами непрерывной катетерной анестезии при хирургическом восстановлении перелома шейки бедра у пожилых пациентов. *Anesth Analg* . 2006;102(5):1559–1563. doi: 10.1213/01.ane.0000218421.18723.cf [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- 25.Люкс Э.А. Продленная спинальная анестезия при хирургии нижних конечностей: ретроспективный анализ 1212 случаев. *Local Reg Anesth* . 2012;5:63–67. doi: 10.2147/LRA.S35535 [[DOI](#)] [[Бесплатная статья PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- 26.Favarel-Garrigues JF, Sztark F, Petitjean ME, Thicoïré M, Lassié P, Dabadie P. Гемодинамические эффекты спинальной анестезии у пожилых: однократная доза против титрования через катетер. *Anesth Analg* . 1996;82(2):312–316. doi: 10.1097/00000539-199602000-00017 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- 27.Рабинович А., Бурде Б., Минвилл В. и др. Парамедианная методика: превосходный начальный подход к непрерывной спинальной анестезии у пожилых людей. *Anesth Analg* . 2007;105(6):. doi: 10.1213/01.ane.0000287655.95619.fa [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- 28.Бибуле П., Журдан А., Ван Хаэвре В. и др. Гемодинамический профиль спинальной анестезии с целевым контролем по сравнению с двумя методами общей анестезии с целевым контролем у пожилых пациентов с сопутствующими сердечными заболеваниями. *Reg Anesth Pain Med* . 2012;37(4):433–440. doi: 10.1097/AAP.0b013e318252e901 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- 29.Боника Дж. Дж., Кеннеди У. Ф., Акамацу Т. Дж., Герберсхаген Х. Х. Влияние перидуральной блокады на кровообращение: 3. Влияние острой кровопотери. *Анестезиология* . 1972;36(3):219–227. doi: 10.1097/00000542-197203000-00006 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- 30.Нишикава Т., Дохи С. [Влияние малой дозы атропина на синусовую брадикардию во время спинальной анестезии]. *Masui* . 1990;39(7):833–838. Японский. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- 31.Холмс Ф. Гипотензивный синдром в положении лежа. Его значение для анестезиолога. *Anaesthesia* . 1960;15:298–306. doi: 10.1111/j.1365-2044.1960.tb13341.x [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- 32.Аллен Т.К., Мьюир Х.А., Джордж Р.Б., Хабиб А.С. Обзор лечения спинальной гипотензии при плановом кесаревом сечении. *Int J Obstet Anesth* . 2009;18(4):356–361. doi: 10.1016/j.ijoa.2009.03.014 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- 33.Мерсье Ф. Дж. Поддержание жидкости при кесаревом сечении. *Curr Opin Anaesthesiol* . 2012;25(3):286–291. doi: 10.1097/ACO.0b013e3283530dab [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- 34.Mercier FJ, Diemunsch P, Ducloy-Bouthors AS и др. 6% гидроксипропилакрахмал (130/0,4) против предварительной нагрузки лактатом Рингера перед спинальной анестезией при кесаревом сечении: рандомизированное двойное слепое многоцентровое исследование CAESAR. *Br J Anaesth* . 2014;113(3):459–467. doi: 10.1093/bja/aeu103 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

35. Lim NH, Ho KM, Choi WY, Teoh GS, Chiu KY. Применение внутривенного атропина после инфузии физиологического раствора для профилактики гипотензии, вызванной спинальной анестезией, у пожилых пациентов. *Anesth Analg*. 2000;91(5):1203–1206. doi: 10.1097/00000539-200011000-00029 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
36. Ни Х.Ф., Лю Х.Й., Чжан Дж., Пэн К., Цзи Ф.Х. Дополнительная кристаллоидная нагрузка снижает частоту гипотензии при спинальной анестезии при кесаревом сечении по сравнению с предварительной кристаллоидной нагрузкой: метаанализ. *Biomed Res Int*. 2017;2017:3462529. doi: 10.1155/2017/3462529 [[DOI](#)] [[Бесплатная статья PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
37. Ли А., Нган Ки В.Д., Джин Т. Количественный систематический обзор рандомизированных контролируемых исследований эфедрина и фенилэфрина для лечения гипотонии во время спинальной анестезии при кесаревом сечении. *Anesth Analg*. 2002;94(4):. doi: 10.1097/00000539-200204000-00028 (фр.). [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
38. Mercier FJ, Bonnet MP, la Dorie De A и др. [Спинальная анестезия при кесаревом сечении: инфузионная терапия, вазопрессоры и гипотензия]. *Ann Fr Anesth Reanim*. 2007;26(7–8):688–693. doi: 10.1016/j.annfar.2007.05.003. [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
39. Сараванан С., Кокарев М., Уилсон Р.К., Уоткинс Э., Колумб М.О., Лайонс Г. Эквивалентная доза эфедрина и фенилэфрина для профилактики постспинальной гипотензии при кесаревом сечении. *Br J Anaesth*. 2006;96(1):95–99. doi: 10.1093/bja/aei265 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
40. Thiele RH, Nemergut EC, Lynch C. Клинические последствия изолированной стимуляции альфа(1) адренергических рецепторов. *Anesth Analg*. 2011;113(2):297–304. doi: 10.1213/ANE.0b013e3182120ca5 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
41. Гайтон А.К. Определение сердечного выброса путем сопоставления кривых венозного возврата с кривыми сердечного ответа. *Physiol Rev*. 1955;35(1):123–129. doi: 10.1152/physrev.1955.35.1.123 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
42. Magder S. Фенилэфрин и ощутимая предвзятость. *Anesth Analg*. 2011;113(2):211–213. doi: 10.1213/ANE.0b013e318220406a [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
43. Ребет О., Андремон О., Жерар Ж. Л., Феллахи Ж. Л., Хануз Ж. Л., Фишер М. О. Зависимость от преднагрузки определяет влияние фенилэфрина на сердечный выброс у пациентов под анестезией: проспективное наблюдательное исследование. *Eur J Anaesthesiol*. 2016;33(9):638–644. doi: 10.1097/EJA.0000000000000470 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
44. Mercier FJ, Augè M, Hoffmann C, Fischer C, Le Gouez A. Гипотония у матери во время спинальной анестезии при кесаревом сечении. *Minerva Anesthesiol*. 2013;79(1):62–73. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
45. Нган Ки В.Д., Хав К.С., Нг Ф.Ф., Ли Б.Б. Профилактическое введение фенилэфрина для предотвращения гипотонии во время спинальной анестезии при кесаревом сечении. *Anesth Analg*. 2004;98(3). doi: 10.1213/01.ANE.0000099782.78002.30 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
46. Доэрти А., Охаши И., Дауни К., Карвалью Дж. К. А. (JCA). Инфузия фенилэфрина и болюсное введение во время кесарева сечения под спинальной анестезией: двойное слепое рандомизированное клиническое исследование для оценки гемодинамических изменений. *Anesth Analg*. 2012;115(6):1343–1350. doi: 10.1213/ANE.0b013e31826ac3db [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
47. Сиддик-Сайид С.М., Таха С.К., Канази Г.Е., Ауад М.Т. Рандомизированное контролируемое исследование инфузии фенилэфрина с переменной скоростью и болюсами для экстренной анестезии по сравнению с болюсами для экстренной анестезии при вмешательстве врача во время спинальной анестезии при плановом кесаревом сечении. *Anesth Analg*. 2014;118(3):611–618. doi: 10.1213/01.ane.0000437731.60260.ce [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
48. Нган Ки В.Д., Хав К.С., Лау Т.К., Нг Ф.Ф., Чуй К., Нг К.Л. Рандомизированное двойное слепое сравнение фенилэфрина и эфедрина для поддержания артериального давления во время спинальной анестезии при неплановом кесаревом сечении*. *Anaesthesia*. 2008;63(12):1319–1326. doi: 10.1111/j.1365-2044.2008.05635.x [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
49. Нган Ки В.Д., Ли С.В.Й., Нг Ф.Ф., Тан П.Е., Хоу К.С. Рандомизированное двойное слепое сравнение норадреналина и фенилэфрина для поддержания артериального давления во время спинальной

- анестезии при кесаревом сечении. *Анестезиология* . 2015;122(4):736–745. doi: 10.1097/ALN.0000000000000601 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
50. Wei C, Qian J, Zhang Y, Chang X, Hu H, Xiao F. Проспективное, рандомизированное, двойное слепое, дозоподборное исследование норадреналина для профилактики спинальной гипотензии во время кесарева сечения под комбинированной спинально-эпидуральной анестезией. *Eur J Anaesthesiol* . 2020. doi: 10.1097/EJA.0000000000001152 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
51. Фу Ф., Сяо Ф., Чэнь В. и др. Рандомизированное двойное слепое исследование зависимости эффекта от дозы при инфузиях норадреналина с поправкой на вес для профилактики гипотензии во время комбинированной спинально-эпидуральной анестезии при кесаревом сечении. *Br J Anaesth* . 2020;124:e108–e114. doi: 10.1016/j.bja.2019.12.019 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
52. Карвалью Б., Дайер Р.А. Норэпинефрин при спинальной гипотензии во время кесарева сечения: ещё один сдвиг парадигмы? *Anesthesiology* . 2015;122(4):728–730. doi: 10.1097/ALN.0000000000000602 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
53. Шарвуд-Смит Г., Драммонд Г.Б. Гипотензия при акушерской спинальной анестезии: урок преэклампсии. *Br J Anaesth* . 2009;102(3):291–294. doi: 10.1093/bja/aep003 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
54. Хезен М., Хильбер Н., Рийс К. и др. Систематический обзор фенилэфрина и норадреналина для лечения гипотензии, связанной с нейроаксиальной анестезией у женщин, перенесших кесарево сечение. *Anaesthesia* . 2020;75:800–808. doi: 10.1111/anae.14976 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
55. Сингх П.М., Сингх Н.П., Решке М., Нган Ки В.Д., Паланисами А., Монкс Д.Т. Вазопрессоры для профилактики и лечения гипотонии во время нейроаксиальной анестезии при кесаревом сечении: метаанализ байесовского сетевого анализа исходов для плода и матери. *Br J Anaesth* . 2019. doi: 10.1016/j.bja.2019.09.045 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
56. Вильялон К.М., Центурион Д. Сердечно-сосудистые реакции, вызываемые 5-гидрокситриптамином: фармакологические данные о рецепторах/механизмах и терапевтических аспектах. *Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol* . 2007;376(1–2):45–63. doi: 10.1007/s00210-007-0179-1 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
57. Яmano М., Камато Т., Нисида А. и др. Антагонизм производных 4,5,6,7-тетрагидробензимидазола к серотониновым (5-HT)₃-рецепторам при брадикардии, вызванной 5-HT, у анестезированных крыс. *Jpn J Pharmacol* . 1994;65(3):241–248. doi: 10.1254/jjp.65.241 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
58. Мартинек Р.М. Наблюдаемая асистолия во время спинальной анестезии с применением атропина и ондансетрона: описание клинического случая. *Can J Anaesth* . 2004;51(3):226–230. doi: 10.1007/BF03019100 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
59. Ортис-Гомес Х.Р., Паласио-Абисанда Ф.Х., Морильяс-Рамирес Ф., Форнет-Руис И., Лоренцо-Хименес А., Бермехо-Альбарес М.Л. Влияние внутривенного ондансетрона на гемодинамику матери во время планового кесарева сечения под спинальной анестезией: двойное слепое рандомизированное плацебо-контролируемое исследование. *Int J Obstet Anesth* . 2014;23(2):138–143. doi: 10.1016/j.ijoa.2014.01.005 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
60. Овчук Р., Венски В., Полак-Кжеминска А. и др. Внутривенное введение ондансетрона снижает падение артериального давления, вызванное спинальной анестезией: двойное слепое плацебо-контролируемое исследование. *Reg Anesth Pain Med* . 2008;33(4):332–339. doi: 10.1016/j.rapm.2008.01.010 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
61. Овчук Р., Венски В., Твардовски П. и др. Ондансетрон уменьшает снижение артериального давления, вызванное спинальной анестезией у пожилых людей: двойное слепое плацебо-контролируемое исследование. *Minerva Anesthesiol* . 2015;81(6):598–607. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
62. Sahoo T, SenDasgupta C, Goswami A, Hazra A. Снижение спинальной гипотензии с помощью ондансетрона у рожениц, перенесших кесарево сечение: двойное слепое рандомизированное плацебо-контролируемое исследование. *Int J Obstet Anesth* . 2012;21(1):24–28. doi: 10.1016/j.ijoa.2011.08.002 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

63. Gao L, Zheng G, Han J, Wang Y, Zheng J. Влияние профилактического применения ондансетрона на гипотензию, вызванную спинальной анестезией: метаанализ. *Int J Obstet Anesth* . 2015;24(4):335–343. doi: 10.1016/j.ijoa.2015.08.012 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
64. Terkawi AS, Tiouririne M, Mehta SH, Hackworth JM, Tsang S, Durieux ME. Ондансетрон не ослабляет гемодинамические изменения у пациенток, перенесших плановое кесарево сечение с субарахноидальной анестезией: двойное слепое плацебо-контролируемое рандомизированное исследование. *Reg Anesth Pain Med* . 2015;40(4):344–348. doi: 10.1097/AAP.0000000000000274 [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
65. Thiele RH, Nemergut EC, Lynch C. Физиологические последствия изолированной стимуляции альфа(1) адренергических рецепторов. *Anesth Analg* . 2011;113(2):284–296. doi: 10.1213/ANE.0b013e3182124c0e [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]