

НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ

М.Ю. Кислицына, А.В. Михайленко, Е.Г. Гаврилова

**ОСТРОЕ ПОВРЕЖДЕНИЕ ЭНДОТЕЛИЯ
У ПАЦИЕНТОВ КАРДИОХИРУРГИЧЕСКОГО
ПРОФИЛЯ В УСЛОВИЯХ
ИСКУССТВЕННОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ:
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ**

DOI 10.25789/YMJ.2024.87.21

УДК:53.7

Целью данного исследования является обобщение существующих литературных данных по повреждению эндотелия у кардиохирургических пациентов, которым выполнялись оперативные вмешательства с применением аппарата искусственного кровообращения. Поиск и анализ литературных данных о повреждении эндотелия был проведен в таких медицинских информационных системах, как PubMed, Cochrane, E-library, Cyberleninka. Кроме того, рассмотрены основные исторические аспекты изучения эндотелиальной функции и методы ее диагностики. Врачам анестезиологам-реаниматологам, кардиохирургам и трансфузиологам важно учитывать данное патологическое состояние во время оперативных вмешательств и в послеоперационном периоде, в связи с возможным негативным влиянием на исходы лечения

Ключевые слова: эндотелий, эндотелиальная дисфункция, искусственное кровообращение, эндотелиальный гликокаликс.

The aim of this study is to summarize studies conducted over the past decades on endothelial damage in cardiac surgery patients who underwent surgical interventions with artificial blood circulation. We searched and analyzed literature on endothelial dysfunction in various medical databases, including PubMed, Cochrane, Elibrary, and Cyberleninka. In addition to medical aspects, our literature review covers historical aspects of the research of endothelial function and dysfunction. We suggest that pathological processes in endothelium during surgery and postoperative period predict adverse treatment outcomes, and therefore should be taken into account by anesthesiologists, resuscitators, cardiac surgeons and transfusionists. Anaesthetists, cardiologists and transfusionists should take this pathological condition into account during surgical interventions and in the postoperative period due to possible negative impact on treatment outcomes

Keywords: endothelium, endothelial dysfunction, artificial blood circulation, endothelial glycocalix.

Введение. Многочисленные исследования, проведенные в последние десятилетия, свидетельствуют о важной роли эндотелия в физиологических и патологических процессах в организме. В норме эндотелий ежесекундно противостоит воздействию повреждающих факторов и, синтезируя множество биологически активных веществ, предотвращает негативное влияние на сосудистую стенку и регулирует ее функции. Однако во время хирургических вмешательств в условиях искусственного кровообращения (ИК) происходит острое повреждение эндотелиальных клеток, что значительно нарушает сосудистые функции и является предиктором развития осложнений в послеоперационном периоде.

За последние 70 лет произошли значительные изменения в технологиях обеспечения искусственного кро-

вообращения. ИК является важной и неотъемлемой составляющей оперативных вмешательств на открытом сердце. Разработаны новые аппараты и контуры с минимальным объемом заполнения, изготовленные из биосовместимых материалов, внедрены такие техники, как гемодилюция, гипотермия и защита миокарда [1]. Однако несмотря на неоспоримые достижения, ИК по-прежнему остается нефизиологичной процедурой, которая нарушает гомеостаз организма и увеличивает риск послеоперационных осложнений, что связано не только с расстройством системы гемостаза, но и с повреждением функционального сосудистого слоя – эндотелия. Многочисленные эксперименты по улучшению и повышению качества перфузии заключаются не только в модификации приборов, но и в своевременной диагностике расстройств, возникающих во время и после проведения перфузии.

Общие функции эндотелиоцитов, такие как регуляция тонуса сосудов, гемостаз, адгезия и ангиогенез, могут варьировать в зависимости от топографии и специфических особенностей клеточной структуры [3]. Морфологическое и физиологическое разнообразие эндотелиальных клеток по всему

сосудистому дереву обусловлено их гетерогенностью. Еще один компонент, отвечающий за разнообразие структуры и функции эндотелия, — эндотелиальный гликокаликс (ЭГК).

Современные представления о патогенезе ряда заболеваний, в том числе сердечно-сосудистой патологии, атеросклероза, системных аутоиммунных процессов, хронической болезни почек, сахарного диабета и многих других состояний, включают в себя эндотелиальную дисфункцию как обязательный компонент патологического процесса [4, 5]. Пациенты, подвергающиеся кардиохирургическим вмешательствам, являются группой высокого риска по наличию хронического поражения сосудистого русла вследствие сердечно-сосудистых заболеваний. Кроме того, сами по себе кардиохирургические операции приводят к острому повреждению эндотелиальной стенки, что способствует развитию пери- и послеоперационного синдрома полиорганной недостаточности (СПОН). Летальный исход при СПОН имеет место более чем у 50–80% кардиохирургических больных, и этот показатель не проявляет тенденции к снижению [9].

Влияние острого повреждения эндотелия в условиях ИК на функ-

Первый СПб ГМУ им. акад. И.П. Павлова МЗ России: **КИСЛИЦЫНА Марина Юрьевна** – студентка, kislitsynamari0412@yandex.ru, **МИХАЙЛЕНКО Анна Валерьевна** – студентка, **ГАВРИЛОВА Елена Геннадьевна** – к.м.н., доцент; зав. отд. Научно-клинич. центра анестезиологии и реаниматологии, зав. отд. Центра по лечению коронавирусной инфекции.

ции органов и систем. Многие исследователи рассматривают маркеры эндотелиальной дисфункции у кардиохирургических пациентов как предикторы осложненного течения и неблагоприятных исходов в послеоперационном периоде, обусловленных повреждением разных систем и органов [8, 12].

Доказано, что эндотелий влияет на сосудистый тонус опосредованно через высвобождение сосудорасширяющих и сосудосуживающих факторов, одним из таких является эндотелин-1 - самый сильный вазоконстриктор в сосудистом русле. В исследовании Ilker Mercan и др. выявлено повышение эндотелина-1 у всех пациентов после операции с использованием вспомогательного кровообращения, что, по мнению исследователей, является маркером эндотелиального повреждения [17]. Значительное повышение уровня эндотелина у пациентов после операций с использованием ИК отмечает группа исследователей Dorman и соавт. У пациентов, перенесших аортокоронарное шунтирование (АКШ) с использованием ИК, концентрация плазменного эндотелина увеличилась до 200%. В то же время у пациентов, перенесших операцию без ИК, концентрация эндотелина увеличилась не более чем на 50%. Авторы полагают, что достоверное повышение уровня эндотелина как одного из маркеров повреждения эндотелия происходит по ряду причин: активация тромбоцитов, реперфузионное повреждение миокарда, повреждение эндотелия непulsирующим потоком во время ИК, а также канюляция предсердия и аорты. Кроме того, кратное повышение концентрации эндотелина приводит к вазоконстрикции легочных сосудов и трансплантатов, что осложняет течение послеоперационного периода [15]. Данные выводы подтверждает работа Михеева С.Л. и соавт., которые оценивали уровень эндотелина-1 у пациентов, перенесших АКШ с использованием ИК, до и после операции. По результатам исследования авторы выявили прямую корреляцию между уровнем эндотелина-1 в плазме крови и тяжестью послеоперационного течения. Причем у пациентов, столкнувшихся с развитием СПОН после операции, уровень эндотелина был высоким до операции и оставался повышенным в послеоперационном периоде. Авторы полагают, что обнаруженная корреляция может говорить о том, что высокий уровень эндотелина-1 является предиктором осложненного течения послеоперационного периода [7, 8].

Еще одним методом изучения острого эндотелиального повреждения является оценка вазомоторной функции эндотелия на фоне введения вазоактивных веществ. Чаще всего для этих целей используются ацетилхолин или аденозин, вызывающие NO-опосредованную дилатацию сосудов. Снижение выраженности вазодилатации указывает на дисфункцию эндотелия. Это подтверждает исследование Krispinsky и соавт., в которое вошли пациенты до года, оперированные с использованием АИК для коррекции врожденной патологии сердца. Для оценки вазомоторной функции эндотелия авторы использовали ацетилхолин и нитропруссид натрия, доставка которых осуществлялась с помощью ионофореза. Сразу после операции с использованием АИК значительно уменьшалась вазодилатация в ответ на введение ацетилхолина. Что интересно, изменений на введение нитропруссид натрия после операции не наблюдалось. Авторы полагают, что это связано с тем, что ацетилхолин воздействует на эндотелий, в то время как NO — на гладкие мышцы сосудов, функция которых после операции не изменилась. Также авторы измеряли уровень послеоперационного креатинина: у всех пациентов он повышался до уровня, соответствующего критерию острого повреждения почек (ОПП), что, как полагают авторы, связано с нарушением функции эндотелиального барьера сосудов почек [20].

Противоположные результаты получили Fouquet и соавт., обнаружив, что эндотелий-зависимая дилатация сосудов на внутриапериартеральное введение ацетилхолина сохраняется. Оценка вазодилатации проводилась с помощью микроаграфии: вольфрамовый интродюсер устанавливался интраоперационно в просвет внутренней грудной артерии. Также авторы сравнивали, влияет ли тип насоса, роликовый или центробежный, на ацетилхолин-индуцированную вазодилатацию, однако разницы в двух группах не обнаружили. Такие результаты, как полагают исследователи, связаны с отсутствием локальной воспалительной реакции, несмотря на наличие системной воспалительной реакции после начала операции с использованием АИК [16].

В научной литературе описаны методы изучения нарушения функции эндотелия путем исследования гистологического материала и клеточных культур. Например, исследование Marc Ruel и др., при котором у пациен-

тов, перенесших АКШ с применением ИК или без ИК, были выделены и культивированы эндотелиальные клетки-предшественники из периферической крови до и через 24 ч после операции. Затем клетки были идентифицированы путем флуоресцентного двойного связывания лектина с липопротеином и осматривались в микроскопе. Исследователи пришли к выводу, что АКШ без ИК и с ИК приводило к увеличению количества эндотелиальных клеток-предшественников и демонстрировало эквивалентную пролиферативную активность. Однако миграционная функция эндотелиальных клеток-предшественников была выше у пациентов без ИК, а послеоперационная жизнеспособность эндотелиальных клеток-предшественников, скорректированная с учетом исходного уровня до операции, также была выше после АКШ без ИК по сравнению с АКШ с ИК. Эндотелиальные клетки-предшественники пациентов с ИК были менее жизнеспособны после операции, чем до нее, тогда как у пациентов без ИК наблюдалось обратное. Авторы данного исследования делают вывод, что АКШ без ИК приводит к меньшему количеству осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы, чем оперативные вмешательства с применением АИК [19]. Культуральное исследование использовали также N. Dekker и др. Эндотелиальные клетки микрососудов почек и легких инкубировали с плазмой пациента, и барьерную функцию эндотелия *in vitro* оценивали с помощью измерения электрического импеданса клетки-субстрата. В своей работе авторы показывают, что снижение барьерной функции почечного и легочного эндотелия, называемое гиперпроницаемостью, достоверно более выражено у пациентов, которым выполнялись операции в условиях ИК, и сохраняется по меньшей мере 72 ч после операции. По мнению исследователей, такая патологическая проницаемость эндотелия связана с повышением уровня циркулирующего ангиопоэтина-2 у данной группы пациентов. Данное исследование доказывает, что в патологическом процессе эндотелиальной дисфункции во время операций с использованием ИК участвует система ангиопоэтин/тиразинкиназа-2, что в свою очередь является новым этапом в развитии научного поиска [22, 23].

Функция и состояние эндотелиального гликокаликса в условиях ИК. На поверхности эндотелия присутствует сложная многокомпонентная

система, называемая гликокаликсом. В норме в крови содержатся небольшие концентрации структурных молекул ЭГК, но в условиях патологии происходит полная или частичная потеря этой структуры, и ее компоненты в большом количестве попадают в кровоток. К таким молекулам относятся синдекан-1, гиалуронан, гепарансульфат, VE-кадгерин и эндокан. [13]. В рамках исследования Wu Qiaolin и др. в качестве маркеров повреждения гликокаликса оценивались плазменные концентрации синдекана-1, гепарансульфата и гиалуронана до и после операции с использованием ИК. Исследователи пришли к однозначному выводу о значительном повышении данных биохимических маркеров как признака дегенерации эндотелиального гликокаликса [18]. Похожую работу провели Florian Brettner с соавт., оценивая маркеры повреждения ЭГК у пациентов двух групп: с АИК и без АИК. Результаты показали, что в обеих группах концентрация данных маркеров повышалась вне зависимости от вида оперативного вмешательства и наличия перфузионной поддержки, однако у пациентов в группе с АИК определялась количественно большая концентрация маркеров в плазме крови. Исследователи связывали данное повышение не только с негативным влиянием АИК на ЭГК, но и с наличием хронических сопутствующих патологий в указанной группе пациентов, что играет важную роль в восстановлении пациентов после оперативного вмешательства [28]. Сходные данные получили Robich M. и др., исследуя длительность воздействия ИК на дегенерацию ЭГК. Методом корреляционного анализа была выявлена значимая связь между временем воздействия ИК и уровнем синдекана-1 в крови пациентов. Ученые также обращают внимание, что разработка терапии, направленной на выведение из крови продуктов распада эндотелиального гликокаликса может быть полезной у пациентов, которым проводятся вмешательства в условиях ИК [25]. Кроме того, определение уровня синдекана-1 в крови поможет прогнозировать развитие послеоперационных осложнений в раннем периоде, что доказала группа ученых Hye-Bin Kim и др. Авторы исследовали связь между количеством синдекана-1 в крови и развитием ОПП у пациентов после операции по поводу замены клапанов сердца в условиях ИК в раннем послеоперационном периоде. По результатам исследования было выявлено, что концентрация синдекана-1,

превышающая 90 нг/мл, позволяла достоверно прогнозировать развитие ОПП у данной группы пациентов [21].

В литературе также описаны исследования ЭГК с применением темнопольной микроскопии, что является одним из основных методов неинвазивного прижизненного изучения гликокаликса у человека. В исследовании Claudia Nussbaum и др. данный метод применяли у детей, перенесших кардиохирургические вмешательства с ИК и без него. Толщину гликокаликса оценивали путем измерения пограничной области перфузии в подъязычной зоне до и после операции. Кроме того, проводилась оценка плотности сосудов и индекс потока микроциркуляции. После операции в условиях ИК толщина гликокаликса значительно уменьшалась, постепенно возвращаясь к исходному уровню в послеоперационном периоде. Также авторы отмечают транзиторное снижение параметров, характеризующих микроциркуляцию [24]. Так, Dekker и соавт. [29] в исследовании взрослых пациентов, перенесших АКШ с АИК, применяли данный метод для оценки ЭГК. Проводилось измерение перфузии в подъязычной области до, во время и после ИК с последующим анализом плотности перфузируемых сосудов и оценкой пограничной области перфузии — параметра, обратного размерам гликокаликса. Метод позволил установить, что применение контура с фосфорилхолином связано с лучшей сохранностью эндотелиального гликокаликса по сравнению с контурами, покрытыми гепарином, тогда как микроциркуляторная перфузия была нарушена в равной степени в обеих группах. Следовательно, нарушения микроциркуляторной перфузии, вызванные ИК, по-видимому, не зависят от покрытия.

Проведенный анализ литературы позволяет сделать вывод, что дисфункция эндотелия, а также разрушение ЭГК могут быть как фактором, предрасполагающим к развитию осложнений в течение послеоперационного периода у кардиохирургических пациентов, так и маркером прогрессирующего повреждения органов и систем, связанного с использованием вспомогательного кровообращения.

Заключение. По данным научной литературы, одним из главных патологических процессов при применении ИК является повреждение эндотелия. Гемодинамические факторы, такие как давление и скорость сдвига, а также газовый состав крови, гормоны и медиаторы, включая катехоламины, ва-

зопрессин, ацетилхолин, эндотелин, брадикинин, ангиотензин II, тромбин, цитокины, липопротеины эндотоксины и другие молекулы, оказывают влияние на функциональную активность эндотелия.

Таким образом, невзирая на незаменимость ИК в кардиохирургической практике, данный метод имеет несколько негативных факторов, влияющих на организм, в частности: контактная активация лейкоцитов и системы гемостаза, механическая травма форменных элементов, гипероксия, гипотермия, гемодилюция. Непульсирующий режим кровотока также является одним из дополнительных повреждающих факторов, связанных с ИК. Метод пульсирующего кровотока вызывает постоянный интерес в клинической перфузиологии, поскольку, согласно современным представлениям, он способствует нормализации общего периферического сопротивления сосудов (ОПСС), улучшению перфузии тканей, увеличению экстракции кислорода и снижению уровня стрессорных гормонов, а также благотворно влияет на почечный и мозговой кровоток [10, 26]. Однако выбор режима кровотока не всегда возможен в хирургической практике, а также невозможно исключить влияние других неблагоприятных факторов на организм, поэтому в настоящее время исследователями рассматриваются варианты снижения нагрузки на организм путем выявления основных патофизиологических паттернов и влияния на них. Этим объясняются многочисленные исследования нарушений эндотелиальной функции у кардиохирургических пациентов при ИК и без него [6, 11].

Несмотря на растущее число клинических исследований, оценивающих количество циркулирующих маркеров повреждения эндотелия, доказательств причинно-следственной связи между дисфункцией эндотелиального барьера и развитием послеоперационных осложнений скудно и в основном ограничены экспериментальными моделями [27, 23]. В то же время достоверное повреждение эндотелия требует медикаментозной коррекции в послеоперационном периоде. Так, в работе Р.Э. Якубевича и Кроткова К.О. доказано позитивное влияние на коррекцию эндотелиальной дисфункции у больных кардиохирургического профиля таких препаратов, как ингибиторы ангиотензин-превращающего фермента, сенситизаторы кальция, ингибиторы фосфодиэстеразы III типа и бета-блокаторы [14].

Пациенты, которым проводятся оперативные вмешательства в условиях работающего сердца, также подвержены развитию эндотелиальной дисфункции, что представлено в работе Шлык И.Ф. Однако проведение АКШ с ИК является предиктором возникновения более тяжелых осложнений в интра- и постоперационном периодах в сравнении с операцией на работающем сердце [2, 11]. Эндотелиальная дисфункция (ЭД), развивающаяся интраоперационно у пациентов кардиохирургического профиля, требует более тщательного изучения и методов коррекции, так, исследователи И.В. Корнев и др. сообщают, что при использовании мини-инвазивного ИК эндотелиальная дисфункция менее выражена в сравнении с ЭД, возникающей при использовании стандартного экстракорпорального контура. Таким образом, использование мини-инвазивных систем ИК или приоритетный выбор оперативного вмешательства на работающем сердце, достоверно снижает риск развития ЭД в послеоперационном периоде.

Нарушение функции эндотелия тесно связано с развитием осложнений во время оперативного вмешательства и в послеоперационном периоде у пациентов кардиохирургического профиля. В этом контексте перспективными могут оказаться изучение вазомоторной дисфункции эндотелия путем доплерографического исследования, изучение ЭГК путем темнопольной микроскопии, лабораторные методы, а также гистологические методы исследования, так как они позволяют достоверно оценить состояние сосудистого русла. Данные исследования расширяют представление о нарушении микроциркуляции, происходящем у пациентов во время оперативных вмешательств с применением и без применения АИК. Ранняя диагностика данного патологического процесса может повлиять на более тщательный подход к выбору методики оперативного вмешательства. Осведомленность медицинского персонала и прежде всего анестезиологов-реаниматологов о значении и методах диагностики эндотелиальной дисфункции является важной задачей, поскольку даже незначительное повреждение эндотелия сосудов может иметь серьезные последствия в виде развития полиорганной недостаточности. Внедрение методов изучения структуры и функции эндотелия, в том числе эндотелиального гликокаликса, поможет в поиске маркеров и предикторов неблагоприятных исходов при проведе-

нии кардиохирургических оперативных вмешательств с ИК, благодаря чему возможно будет оценить состояние организма в периоперационном периоде и прогнозировать послеоперационные осложнения.

Литература

1. Аверина Т. Б. Искусственное кровообращение // *Анналы хирургии*. 2013. №2. С. 5-12.
Averina T.B. Extracorporeal circulation. // *Annals of surgery*. 2013. No.2. P. 5-12.
2. Бокерия Л.А., Милюевская Е.Б., Скопин А.И. Сердечно-сосудистая хирургия. Искусственное кровообращение в Российской Федерации – 2018 год. // *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2019. Т. 61, №4. С.255–264. doi: 10.24022/0236-2791-2019-61-4-255-264
Bockeria L.A., Milievskaya E.B., Skopin A.I. Cardiovascular surgery. Extracorporeal circulation in Russian Federation – 2018. // *Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2019. V. 61(4). P. 255–264.
3. Васина Л.В., Власов Т.Д., Петрищев Н.Н. Функциональная гетерогенность эндотелия (обзор) // *Артериальная гипертензия*. 2017. Т. 23, № 2. С. 88-102. doi.org/10.18705/1607-419X-2017-23-2-88-102
Vasina L.V., Vlasov T.D., Petrishchev N.N. Functional heterogeneity of the endothelium (the review). *Arterial hypertension*. 2017. V. 23(2). P. 88-102.
4. Васина Л.В., Петрищев Н.Н., Власов Т.Д. Эндотелиальная дисфункция и ее основные маркеры // *Регионар. кровообращение и микроциркуляция*. 2017. Т. 16. № 1. С. 4–15. doi: 10.24884/1682-6655-2017-16-1-4-15.
Vasina L.V., Petrishchev N.N., Vlasov T.D. Markers of endothelial dysfunction. // *Regional blood circulation and microcirculation*. 2017. V16 (1). P. 4–15.
5. Власов Т.Д., Нестерович И.И., Шиманьски Д.А. Эндотелиальная дисфункция: от частного к общему. Возврат к «старой парадигме»? // *Регионар. кровообращение и микроциркуляция*. 2019. Т. 18, № 2. С. 19– 27. doi: 10.24884/1682- 6655-2019-18-2-19-27.
Vlasov T.D., Nesterovich I.I., Shimanski D.A. Endothelial dysfunction: from the particular to the general. Return to the «Old Paradigm»? // *Regional blood circulation and microcirculation*. 2019; 18(2). P.19–27.
6. Корнев В.И., Калинина Н.М., Старцева О.Н. Влияние мини-инвазивного искусственного кровообращения на показатели эндотелиальной дисфункции у кардиохирургических больных. // *Казанский медицинский журнал*. 2020. Т. 101. №2. С. 279–283. doi: 10.17816/KMJ2020-279.
Kornev V.I., Kalinina N.M., Startseva O.N. Effect of minimally invasive extracorporeal circulation on endothelial dysfunction in cardiac surgery patients. // *Kazan medical journal*. 2020. V. 101(2). P. 279–283.
7. Комплексная оценка маркёров дисфункции эндотелия в прогнозировании исхода операций в коронарной хирургии/ Михеев С.Л. [и др.] // *Клинич. медицина*. 2017. №11. С. 1026-1034. doi.org/10.18821/0023-2149-2017-95-11-1026-1034
Complex evaluation of endothelial dysfunction markers for prediction of outcomes in coronary surgery. / Mikheev S.L. [et al.] // *Clinical medicine*. 2017. V.95(11). P. 1026-1034.
8. Роль маркеров эндотелиальной дис-

функции в прогнозировании исходов кардиохирургических вмешательств у пациентов с ишемической кардиомиопатией. / Михеев С.Л. [и др.] // Тезисы IV Евразийского конгресса кардиологов. 2016. №3. С. 155-156.

The role of markers of endothelial dysfunction in predicting the outcomes of cardiac surgery in patients with ischemic cardiomyopathy. / Mikheev S.L. [et al.]. // *Abstracts of the IV Eurasian Congress of Cardiologists* / 2016. No. 3. P. 155-156.

9. Синдром полиорганной недостаточности у больных после операций в условиях искусственного кровообращения / Бабаев М.А. [и др.] // *Хирургия*. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2013. №22. С.119-123.

The multiple organ failure syndrome after cardiac surgery with artificial blood circulation. / Babaev M.A. [et al.] // *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2013. No. 2. P. 119-123.

10. Сравнение пульсирующего и неппульсирующего режимов искусственного кровообращения при операциях аортокоронарного шунтирования. / Шиганов М. Ю. [и др.] // *Вестник хирургии*. 2008. №4. С.26-29.

Comparison of pulsating and non-pulsating modes of artificial blood circulation during coronary artery bypass surgery. / Shiganov M. Yu. [et al.] // *Bulletin of surgery*. 2008. №4. P. 26-29.

11. Шлык И.Ф. Цитокиновый профиль и состояние эндотелия у пациентов с ишемической болезнью сердца и различным исходом коронарного шунтирования. // *Кубанский научный медицинский вестник*. 2019. Т. 26, №5. С. 96–104. doi. org/10.25207/1608-6228-2019-26-5-96-104.

Shlyk I.F. Cytokine profile and endothelial condition in patients with coronary artery disease and different outcomes of coronary bypass surgery. // *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2019. V. 26. N.5. P. 96-104.

12. Эндотелиальная дисфункция и методы ее определения/ Мартынов А. И. [и др.] // *РКЖ*. 2005. №4.

Endothelial dysfunction and methods of its determination/ Martynov A. I. [et al.] // *RKZH*. 2005. No. 4.

13. Эндотелиальный гликокаликс: методы исследования и перспективы их применения при оценке дисфункции эндотелия. / Власов Т. Д. [и др.] // *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2020. Т. 19, №1. С. 5–16. doi: 10.24884/1682-6655-2020-19-1-5-16.

The endothelial glycocalyx: research methods and prospects for their use in endothelial dysfunction assessment. Vlasov T. D. [et al.] // *Regional blood circulation and microcirculation*. 2020. V. 19, No. 1. P. 5-16.

14. Якубцевич Р.Э., Кротков К.О. Современные возможности медикаментозной коррекции эндотелиальной дисфункции у пациентов с ишемической болезнью сердца в интраоперационном и раннем послеоперационном периоде после реваскуляризации миокарда // *Журнал Гродненского ГМУ*. 2022. Т. 20, № 1. С. 13-20. https://doi.org/10.25298/2221-8785-2022-20-1-13-20.

Yakubtsevich, R. E., Krotkov K.O. Modern possibilities of drug correction of endothelial dysfunction in patients with coronary artery disease in the intraoperative and early postoperative period after myocardial revascularization // *Journal of Grodno State Medical University*. 2022. V. 20, No. 1. P. 13-20.

15. A prospective, randomized study of endothelin and postoperative recovery in off-pump versus conventional coronary artery bypass surgery./ Dorman B. H. [et al.] // *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. 2004. V.18(1). P. 25–29. doi:10.1053/j.jvca.2003.10.005

16. Cardiopulmonary bypass and internal thoracic artery: Can roller or centrifugal pumps change vascular reactivity of the graft? The IP-ITA study: A randomized controlled clinical trial./ Fouquet O. [et al.] // PLOS ONE. 2020. V.15(7). doi:10.1371/journal.pone.0235604
17. Comparison between the Effects of Bretschneider's HTK Solution and Cold Blood Cardioplegia on Systemic Endothelial Functions in Patients who Undergo Coronary Artery Bypass Surgery: a Prospective Randomized and Controlled Trial./ Mercan I. [et al.] // Braz. J. Cardiovasc. Surg. 2020. V.1;35(5):634-643. doi: 10.21470/1678-9741-2019-0327.
18. Correlation between acute degradation of the endothelial glycocalyx and microcirculation dysfunction during cardiopulmonary bypass in cardiac surgery. /Qiaolin W. [et al.] // Microvascular Research 2019. V. 124(37–42). doi:10.1016/j.mvr.2019.02.004]
19. Effects of off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting on function and viability of circulating endothelial progenitor cells./ Ruel M. [et al.] // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 2005. V.130(3):633-9. doi: 10.1016/j.jtcvs.2005.01.013.
20. Endothelial-Dependent Vasomotor Dysfunction in Infants After Cardiopulmonary Bypass./Krispinsky L.T. [et al.] // Pediatr Crit Care Med. 2020. V.21(1):42-49. doi: 10.1097/PCC.0000000000002049
21. High Preoperative Serum Syndecan-1, a Marker of Endothelial Glycocalyx Degradation, and Severe Acute Kidney Injury after Valvular Heart Surgery./ Kim H.B. [et al.] // J Clin Med. V. 2020 Jun 10;9(6):1803. doi: 10.3390/jcm9061803.
22. Microcirculatory perfusion disturbances following cardiac surgery with cardiopulmonary bypass are associated with in vitro endothelial hyperpermeability and increased angiopoietin-2 levels./ Dekker N. [et al.] // Crit Care. 2019. №117. doi.org/10.1186/s13054-019-2418-5.
23. Microvascular Alterations During Cardiac Surgery Using a Heparin or Phosphorylcholine-Coated Circuit. / Dekker N. [et al.] // Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia V. 34. 2019. doi:10.1053/j.jvca.2019.10.012
24. Perturbation of the microvascular glycocalyx and perfusion in infants after cardiopulmonary bypass. / C. Nussbaum [et al.] // The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. 2015. V. 150(6). P.1474-1481. doi.org/10.1016/j.jtcvs.2015.08.050.
25. Prolonged Cardiopulmonary Bypass is Associated With Endothelial Glycocalyx Degradation./Robich M. [et al.]// J. Surg. Res. 2020. V. 251:287-295. doi: 10.1016/j.jss.2020.02.011.
26. Reduced Systemic Nitric Oxide Bioavailability Parallels Microvascular Endothelial Dysfunction during Cardiopulmonary Bypass./Ugenti V. [et al.]// Arq. Bras. Cardiol. 2021. V.117(3):554-7
27. Reduction of vascular leakage by imatinib is associated with preserved microcirculatory perfusion and reduced renal injury in a rat model of cardiopulmonary bypass./Koning N.J.[et al.] //Br. J. Anaesth. 2018. V. 120(6):1165–75.
28. Vascular Endothelial Dysfunction during Cardiac Surgery: On-Pump versus Off-Pump Coronary Surgery. / Brettner F. [et al.] // Eur Surg Res. 2017. V.58(5-6). P. 354-368. doi: 10.1159/000480431.
29. Vasculotide, an angiopoietin-1 mimetic, reduces pulmonary vascular leakage and preserves microcirculatory perfusion during cardiopulmonary bypass in rats. / Dekker N. [et al.] // Br J Anaesth. 2018. V.121(5). P. 1041-1051. doi.org/10.1016/j.bja.2018.05.049

ТОЧКА ЗРЕНИЯ

А.А. Мусаев

РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВИЧНОГО ДРЕНИРОВАНИЯ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ У НЕДОНОШЕННЫХ ДЕТЕЙ С НЕКРОТИЗИРУЮЩИМ ЭНТЕРОКОЛИТОМ

DOI 10.25789/YMJ.2024.87.22

УДК 616.348-002-089-053.2

Изучено влияние первичного перитонеального дренирования (ПД) на динамику внутрибрюшного давления и исход лечения недоношенных новорожденных (НДН) с тяжелой стадией некротизирующего энтероколита (НЭК) с очень низкой массой тела при рождении.

ПД, снижая внутрибрюшное давление, улучшает функцию легких и печени и стабилизирует состояние, осуществляет своеобразную детоксикацию за счет снижения уровня токсичной жидкости, определяет характер выпота, свидетельствующего о некробиозе кишечной стенки, тем самым окончательно диагностирует перфорацию. Общая выживаемость при ПД представляется более высокой, и следует предположить, что предпочтительнее при тяжелых стадиях НЭК до лапаротомии применять ПД, избегая таким образом осложнений, связанных с прямыми лапаротомиями.

Ключевые слова: недоношенные новорожденные, некротический энтероколит, первичное перитонеальное дренирование, внутрибрюшное давление.

The influence of primary peritoneal drainage (PD) on intra-abdominal pressure dynamics and outcome of treatment of preterm neonates (PN) with severe necrotizing enterocolitis (NEC) with very low birth body mass was studied.

The peritoneal drainage reducing intra-abdominal pressure, improves lung and liver function and stabilizes the condition, performs a kind of detoxification by reducing the level of toxic fluid, determines the nature of the weaning, indicating necrosis of the intestinal wall, thus, it definitively diagnoses the perforation. Overall the survival with PD is higher, and it should be assumed that it is preferable in the severe stages of NEC before laparotomy to apply PD, thus avoiding complications associated with direct laparotomy.

Keywords: premature newborn, necrotic enterocolitis, primary peritoneal drainage, intra-abdominal pressure.

МУСАЕВ Аллахверди Айдын оглы – к.м.н., Азербайджанский государственный институт усовершенствования врачей им. А. Алиева, Баку, Азербайджан, med_avtor@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4075-9770>.

Введение. Чрескожное введение дренажа Пенроуза в брюшную полость новорожденных с перфорацией кишечника было впервые описано Ein SH и др. [7].

Первоначально эта процедура была рекомендована в качестве временной меры для недоношенных детей (НД) в

критическом состоянии с перфорацией стенки кишечника, вызванной некротизирующим энтероколитом. Была надежда, что дренирование воздуха и кала, собранных в брюшной полости в результате перфорации, облегчит симптомы абдоминального синдрома и сепсиса и позволит ребенку лучше