

Международный конкурс исследовательских работ школьников
"Research start" 2021/2022

Исследовательская работа

Искусственная кровь

Автор: Балакин Тимофей Сергеевич

Класс: 9

ОУ: МБОУ Лицей № 62

Город: Кемерово

Научный руководитель:

Толстова Наталья Викторовна

Учитель биологии

Кемерово - 2022

Введение

Каждую секунду кто-то в мире нуждается в переливании крови или ее компонентов, но многие пациенты не имеют доступа к ней, когда она остро необходима. Однако применение крови или ее компонентов сопряжено с целым рядом проблем, особенно при необходимости экстренной коррекции массивной кровопотери: риск заражения гепатитом или ВИЧ-инфекцией, необходимость затраты времени на определение группы крови или заболевания крови, а также условия хранения и стоимость.

История кислородотерапии началась в 17 веке, и с тех пор ведется поиск веществ, способных улучшать оксигенацию. Эффективные и безопасные искусственные переносчики кислорода могут быть полезными в госпиталях, экстренных службах, банках крови и операционных. Необходимость в них наиболее острая в странах, где доступность медицинской помощи низкая. Идеальный кровезаменитель должен быть широко доступен, недорог, нетоксичен, эффективен в транспортировке и доставке кислорода, совместим с другими компонентами крови, легко храним и транспортируем, при этом срок годности должен быть, по меньшей мере, 1 год. К тому же, кровезаменитель должен быть непатогенен, свободен от вирусов и бактерий. Поэтому поиск кровезаменителей продолжается и актуален и в настоящее время.

Целью работы явилось исследование возможности создания универсальной искусственной крови.

Для достижения поставленной цели были выявлены свойства крови, ее функции и вероятность создания искусственного заменителя. Однако в процессе работы мною были выявлены дополнительные вопросы, которые, по моему мнению являются актуальными в настоящее время.

Основная часть

Создание искусственной крови всегда являлось для человечества неразрешенной задачей. Но главное, чтоб такая кровь была универсальной, т.е. не зависела от группы и резус-фактора – это было бы ШЕДЕВРАЛЬНОЕ открытие.

Заготовленная на консервирующих растворах кровь в процессе хранения подвергается существенным изменениям. В ней повышается содержание натрия, калия, аммиака, фосфатов и глюкозы, нарушается кислотно-щелочное равновесие, увеличивается сродство гемоглобина к кислороду, изменяются морфофункциональные свойства эритроцитов и происходит частичный их гемолиз, появляются микроагрегаты из клеточных элементов и др.

Период хранения крови, даже при использовании самых современных гемоконсервантов, небольшой. Уже в течение первых 10 суток хранения способность крови к транспорту кислорода существенно уменьшается. Во всем мире наблюдается сокращение числа доноров, что создает проблемы с обеспечением кровью и ее дериватами.

Вопрос создания искусственной крови встал особенно остро в 1970-х годах, участились случаи заражения через неё гепатитом, а в США появилась новая болезнь — СПИД.

В случае техногенных катастроф, землетрясений или ядерного конфликта выживание раненых зависит от запасов донорской крови. Мысль, что от всех этих проблем можно избавиться посредством безвредной, незараженной, лишенной групповой индивидуальности, не боящейся нагревания перфторуглеродной эмульсии, казалась спасительной и чрезвычайно важной задачей, решить которую, было бы делом чести. За рубежом искусственную кровь пытались сделать на основе перфторированных углеродов, которые могли с лёгкостью переносить

большое количество кислорода, то есть выполняли основную функцию крови. Но у американских и японских исследователей наступил кризис.

Существуют **три подхода** к созданию кровезаменителей, обладающих газотранспортной функцией: на основе свободного модифицированного полигемоглобина; гемоглобина, капсулированного в липидные везикулы - искусственного эритроцита; перфторуглеродной (ПФУ) эмульсии. Первые два, несмотря на большие усилия, вряд ли будут доведены до практического применения в текущем тысячелетии. [1]

Сорок лет исследователи пытаются сделать искусственную красную кровь на основе гемоглобина (первая публикация на эту тему относится к 1957 г.). Уже много раз казалось, что вот-вот будет создан газотранспортный гемоглобиновый кровезаменитель, но возникали новые проблемы, которые отбрасывали исследователей на исходные позиции. Причин тому несколько:

Сами по себе молекулы гемоглобина нельзя запустить в кровяное русло. Гемоглобин мгновенно будет связан белками плазмы, например альбумином, превратится в гаптоглобин и будет утилизирован в почках, костном мозге и селезенке. Этот процесс может привести к гемоглобинурии (лихорадка, головные боли, боли в мышцах и суставах) и, хуже того, вызвать тромбоз сосудов.

Поскольку в крови гемоглобин находится внутри эритроцитов, естественно, появилась идея заключить его в "мешок" - микрокапсулу. Четверть века пытаются, смешивая фосфолипиды, холестерин, яичный лецитин, сделать оболочку капсулы. Опыты на животных показали, что такие искусственные клетки выживают в кровотоке лишь несколько часов, иммунная система организма распознает их как непрошенных пришельцев, разрушает и удаляет остатки из системы кровообращения. При этом возникает сильная аллергическая реакция. Кроме того, гемоглобин в

искусственной оболочке работает неэффективно. Он присоединяет кислород в легких, но очень плохо отдает его в капиллярах кровотока.[1]

Дело в том, что реальный эритроцит - это не просто "мешок" для транспортировки гемоглобина, а сложная биохимическая система. Эритроцит содержит более 140 ферментов, имеет специальные физико-химические системы, которые заставляют гемоглобин в капиллярах расставаться со своим кислородным наполнением.

Кроме того, у нормального эритроцита форма - тороподобный диск, - благодаря чему он эластичен и обладает большой поверхностью для обмена газами. Искусственный эритроцит можно сделать лишь сферическим, а значит, и менее эластичным. Сферические капсулы задерживаются в фильтрационном ложе селезенки, застревают в капиллярах, уничтожаются макрофагами, что часто приводит к закупорке сосудов. Ныне большинство исследователей склоняются к мысли, что идею искусственного эритроцита следует оставить как нереализуемую.

Да и само получение гемоглобина остается проблемой. У человека от семи до десяти пар структурных генов контролируют его синтез. Гемоглобин можно получить генноинженерными способами. Но в процессе производства трудно предохранить раствор гемоглобина от попадания в него эндотоксинов — вырабатываемых микробами ядов, имеющих тенденцию адсорбироваться на гемоглобине. Еще одна сложность - необратимое соединение кислорода с гемоглобином в процессе производства и образование перекисей, что может повреждать клетки в сосудах. Появилось большое количество публикаций о том, что растворы свободного гемоглобина вызывают к тому же общий спазм сосудов, затрудняющий тканевый обмен газов. И все же в последние годы достигнуто существенное продвижение в получении гемоглобина генноинженерными способами.[1]

Единственным в мире кровезаменителем основе модифицированного гемоглобина, успешно прошедшим клинические испытания и разрешенным к медицинскому применению (декабрь 1998), является российский препарат "Геленпол" на основе полимеризованного гемоглобина человека. Препарат создан сотрудниками Российского НИИ гематологии и трансфузиологии МЗ РФ и НИИ высокомолекулярных соединений РАН. С июня 1997 года в клинике неотложной хирургии ВМедА проводится клиническое изучение Геленпола. [8]

Тем не менее до сих пор реальный источник гемоглобина - натуральная кровь, а ее переработка не вполне гарантирует уничтожение вирусных и бактериальных инфекций. Несмотря на все эти трудности, разработка модифицированного гемоглобина продолжается, и оптимизм не покидает исследователей.

Можно выделить три обобщенных функции крови, выполняемых совместно как молекулярными белковыми комплексами плазмы, так и форменными элементами крови:

транспортно-энергетическая - молекулярный массоперенос питательных веществ внутрь организма и отходов метаболизма к внешним фильтрующим органам, дыхание (транспорт O₂ внутрь организма и CO₂ наружу);

регуляторная - перенос гормонов (химических регуляторов) от органа к органу, стабилизация ионного баланса организма, терморегуляция (водное охлаждение);

защитная - коагуляция (свертывание) крови и репарация повреждений оболочек организма, иммунитет, то есть узнавание соединений "свой-чужой" и выведение из организма чужеродных включений.

Третья функция крови затрудняет создание искусственных кровезаменителей, реализующих две первые функции. Иммунная система, основанная на кооперативном взаимодействии В и Т лимфоцитов, защищает организм наборами антигенов - антител, реагирует на опасные ситуации. Например, распознает бактерии, вирусы и другие чужеродные вещества в кровотоке и выбирает реакцию, в ходе которой они выводятся из организма (синтез лизирующих веществ, фагоцитоз). Можно достичь компромисса: сделать эффективную и безопасную смесь, моделирующую две первые функции крови, но не сильно возмущающую иммунную систему организма. В этом случае гемоглобин не обязательно должен быть материальной газотранспортной основой крови. А поскольку с помощью эволюционного отбора иммунная система настраивалась именно на отторжение чужеродных белковых включений, для кровезаменителей, моделирующих газотранспортные функции крови, следовало искать неорганические носители.

Исследованием применения перфторуглеродов в биологии и медицине стали заниматься в 70-х годах 20 века в Японии, США и СССР. В СССР программа "Искусственная кровь" появилась после того как КГБ узнало о подобных программах в США. Разработка препарата в СССР была начата еще в 1979 г. по инициативе Ф.Ф. Белоярцева, И.Л. Кнунянца и Г.Р. Иваницкого.

8 марта 1982 года в Москве на проезжую часть случайно выбегает пятилетняя девочка - Аня Гришина и попадает под транспортное средство. Она получает тяжелейшие травмы и острую кровопотерю. Ближайшей оказывается Филатовская больница, но девочка была обречена — множественные переломы, огромная потеря крови. К тому же врачи по ошибке перелили ей донорскую кровь другой группы, что осложнило ситуацию. Врачи решаются на отчаянный шаг и под свою ответственность вливают девочке кровозаменитель, который ее спасает.

В историю медицины этот кровозаменитель вошел под названием **"голубая кровь"**, по-научному перфторуглерод., или перфторан. Это изобретение называют последней трагедией советской науки.

Перфторуглерод - это полностью фторированный углерод (ПФОС). Структурная формула ПФОСов - бензольное кольцо с шестью фторсодержащими группами, прикрепленными ко всем шести атомам углерода. То есть фтор в таком соединении полностью связан и обезврежен для человеческого организма.

Перфторуглероды - слабо полярные соединения, в которых растворимость газов увеличивается по мере уменьшения полярности. Растворимость газов в чистых жидких ПФУ очень высокая - около 50 об. % O₂ и 200 об. % CO₂, Эти показатели лучше, чем у настоящей крови.

Перфторуглероды — химически инертные, так как покрыты "шубой" из фтора, ковалентно связанного с углеродом. ПФУ-соединения приблизительно в два раза тяжелее воды и в ней практически не растворяются, поэтому для целей кровезамещений необходимо приготовить эмульсию из перфторуглеродов.

Кровь - реактивная субстанция и скорость обновления форменных элементов сравнительно высокая. Однако реакция (если она возникает) на введение микрочастиц в кровяное русло почти мгновенная - латентный период не превышает минуты. Следовательно, ответ иммунной системы имеет триггерный (спусковой) или лавинообразный механизм. Было установлено, что по мере роста диаметра частиц и доли крупных частиц в эмульсии усиливается иммунная реакция. Эти исследования позволили заложить в технологию перфторана соответствующие требования к размерам и дисперсии микрочастиц эмульсии, обеспечивающие снижение реактогенности препарата. Так было выполнено первое условие - сделать

препарат незаметным для иммунной системы организма, то есть неактогенным.

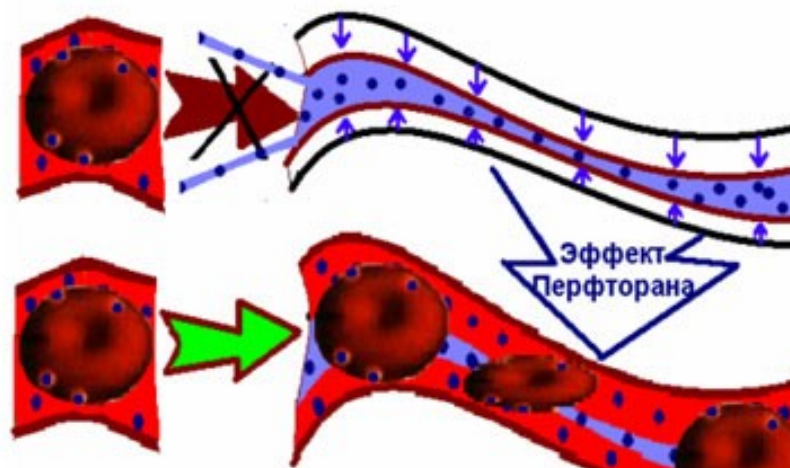
Одна из удивительных способностей клеток крови (эритроцитов) склеиваться под влиянием стресса, образуя монетные столбики. Любое наше напряжение создает в организме спазм. Как это говорят: похолодело все внутри. Что такое спазм? Это значит, периферические капилляры сузились и вся кровь оказалась в маленьком пространстве. И значит, уже холодные руки, холодные ноги, заболела голова, ухудшилось зрение, не кровоснабжаются с достаточной скоростью внутренние органы и эритроциты склеиваются, становясь "монетными столбиками". И способность их доставлять кислород нарушается", Когда эритроциты склеены, кровь становится густой и с трудом проходит по мельчайшим капиллярам. И в подобной ситуации искусственный заменитель вновь доказывает свое превосходство над природой. Перфторан разбивает "монетные столбики" эритроцитов, улучшая кровообращение.

Почти все виды функциональных расстройств в медицине в конце концов связаны с нарушениями кровоснабжения. Сжимаются капилляры, ухудшается кровоток, уменьшается снабжение клеток кислородом. В бескислородной среде начинает преобладать гликолиз - расщепление глюкозы до молочной кислоты. Закисляется среда, еще больше сжимаются капилляры, еще меньше доходит до данного места кислорода, и так до полного перехода на бескислородный режим. Так бывает при воспалении, так происходит при травмах.

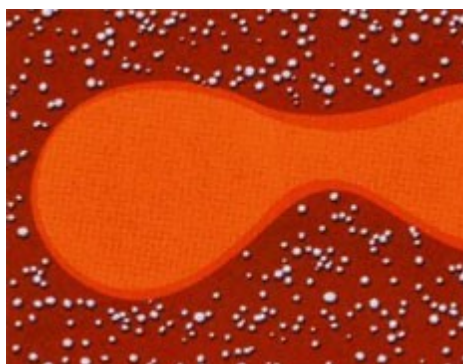
Мелкие частицы перфторэмульсии проникают через сжатый капилляр. Они несут мало кислорода, меньше, чем принес бы эритроцит, "кислородная емкость" перфторэмульсий значительно ниже, чем в нормальной крови. Но маленькая струйка кислорода изменяет ход процесса. Капилляры несколько расширяются. Поток частиц эмульсии возрастает. Капилляры открываются еще поток кислорода еще возрастает.

Наконец, просвет капилляров становится достаточным, чтобы "протиснулись" эритроциты. Кровоснабжение восстанавливается.

Вазодилатирующее действие ПФ на фоне спазма



И все-таки главное достоинство перфторана в том, что он не вступает в конфликт с кровью пациента. Почему? Все очень просто. Частицы "голубой крови" настолько малы, что клетки иммунитета их просто не замечают. Белоярцев Ф.Ф. сделал ставку на самый малый размер частиц эмульсии. Размер эритроцита составляет семь микрон, а размер частицы ПФУ в перфторане был равен 0,1 микрона. При кровопотере кровеносные сосуды спадались. И только крохотные частицы перфторана могли в них проникать. За крохотным ручейком перфторана, который нёс в травмированные ткани живительный кислород, в сосуды начинала проникать и кровь самого пациента. Человек выздоравливал. Сам перфторан быстро выводился из организма через лёгкие — просто испарялся с дыханием.



Но почему же перфторан именуют "голубой кровью"? Ведь, вопреки ошибочному мнению, по цвету он белый и внешне напоминает молоко. Оказывается, все дело в том, что вены человека, которому перелили эту эмульсию, приобретают голубоватый оттенок. Однако при всех положительных качествах перфторан нельзя называть кровью. Это искусственная эмульсия, способная выполнять единственную функцию – газообмен. **Создать аналог настоящей крови невозможно.**

Испытания перфторана на лабораторных животных шли успешно. Тогда "Голубую кровь" переливают нескольким сотням раненых в Афганистане. И вновь применение перфторана вселяет большие надежды. Наконец, 26 февраля 1984 года Фармкомитет СССР дает разрешение на клинические испытания препарата. В ходе этих испытаний особо впечатляющие результаты были получены при хирургических операциях на "сухом" сердце, когда организм снабжается кровью посредством аппарата искусственного кровообращения, а сердце омывают и перфузируют отдельно. Перфузия перфтораном дала прекрасные результаты. "Голубая кровь" была необходима также при длительной консервации органов, предназначенных для пересадки (сроки их "жизни" возрастали раз в 20!). [1,3]

Перфторан был стабилен около месяца при температуре 4-8°C. Он мог храниться при температуре 4-18°C в течение 3-х лет и мог быть разморожен и снова заморожен 5 раз.

Казалось бы, после этого препарату обеспечено великое будущее, а его создателям – премии и почести. На деле все вышло иначе.

Весной 1985 года работы по производству и испытаниям перфторана были выдвинуты на соискание Государственной премии СССР.

И тут началась совсем другая история. На профессора Белоярцева было заведено уголовное дело. Проверяли факты оплаты оборудования

наличными деньгами, допрашивали сотрудников, профессора обвиняли в нелегальной торговле спиртом, опытах на детях, травля шла во всех возможных инстанциях, а 17 декабря 1985 года следователи Серпуховской прокуратуры, проведя уже четыре обыска в Институте биофизики, приехали к Белоярцеву на дачу. После обыска Белоярцев попросил разрешения остаться на даче. А утром его уже нашли мертвым. Самоубийство.

Эта трагическая история надолго остановила клинические испытания препарата и внедрение его в производство.

В 1990 г. в Институте теоретической и экспериментальной биофизики возобновились прерванные в 1985 г. работы над перфторуглеродным кровезаменителем. И 13 февраля 1996 г. было получено регистрационное удостоверение № 96/50/10 на газотранспортный перфторуглеродный кровезаменитель "Перфторан". Препарат разрешен для медицинского применения и промышленного выпуска в Российской Федерации.

В 1990-е разработки препарата оказались во владении некоей коммерческой фирмы, которая просто свернула их. Российские энтузиасты сумели изобрести новую формулу перфторана — перфторан-плюс ("Фторэмульсия III"), однако довести до конца исследования не смогли — не хватило средств. В 2004 году в США был изобретён другой заменитель крови, а фармкомпаниям конкуренты были не нужны. Помимо «голубой крови», существует огромное количество других кровезаменителей, но, все они только замещают объем потери крови, а вот функцией транспорта газа обладает только перфторан. Проще говоря, перфторан не просто заменяет, но еще и лечит кровь.

Уже в 1997 году права на патент перекупили не связанные с наукой бизнесмены, а в 2015-м, когда патент закончился, права продали в США.

Но наладить его производство на Западе так и не удалось. С точки зрения одного из создателей перфторана, Евгения Маевского, в Штатах для этого не хватило ни грамотных специалистов, ни оборудования.

Тем не менее, с 1998 года перфторан есть у военных РФ. В 2018 году перфторан вернулся в Россию. Его «резюме» несколько поменялось — он перестал значиться заменителем крови и стал газопереносящим препаратом.

Но нужно отметить, что у перфторана были и свои конкуренты:

Флюзол, флюозол-ДА,- Осака, Япония, Лос Анджелес, США). Данная эмульсия хранилась в замороженном виде и размораживалась перед использованием. Основные проблемы и ограничения в применении этого ПФУ были связаны с нестабильностью препарата, что требуют особых условий - эмульсия должна быть заморожена для хранения и транспортировки, а также упакована для каждого использования в очень специфичных условиях. Как переносчик кислорода он имеет небольшую эффективность.

Флюозол был отклонен комиссией FDA (Food and Drug administration) в 1994 году из-за трудностей с условиями замораживания. Шума добавило то обстоятельство, что флюорокарбон обнаруживался в основном в легочной ткани даже год спустя после интравенозного применения

Оксиферол (Флюозол-43, Япония). Этот продукт был высоко стабилизированной эмульсией, коммерчески приспособленной для многолетнего использования. Из-за чрезмерно длительного персистирования в органах, препарат не был рекомендован для применения у людей.

Перфукол, который разрабатывали одновременно в Москве и в Ленинграде, в институтах гематологии. Но перфукол не прошел клинические испытания.

Исследование же перфторана проводилось в НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе, Санкт-Петербург с 2000-2004 гг. у пациентов различных нозологических групп с применением (опытная группа) и без применения (контрольная группа) препарата перфторан. [4]

Летальность и осложнения				
Профиль	Группа	Пациентов	Летальность	Осложнения
Трансплантация	контрольная	6	16,6 %	33,3 %
	перфторан	6	0,0 %	0,0 %
Ожоги	контрольная	23	60,9 %	41,6 %
	перфторан	22	36,4 %	50,0 %
Токсикология	контрольная	19	100 %	-
	перфторан	24	4,34 %	-

НИИ СП им. И. И. Джанелидзе, 2000–2004 гг.

Для большинства пациентов применение перфторана оказало положительное влияние на все исследуемые показатели.

Так, показатель летальности в группах больных с применением перфторана (В) меньше такового в группах без его применения (А) по всем профилям лечения. Особенно обращают на себя внимание эти показатели в группах пациентов токсикологического профиля, где применение перфторана помогло спасти много жизней.

Такие показатели, как средняя длительность лечения, средний расход и частота послеоперационных осложнений у токсикологических больных и пациентов с трансплантацией почки при использовании исследуемого препарата ниже, чем в группах без его применения.

Наилучшие результаты использования перфторана были получены в следующих областях медицины:

- При сердечно-сосудистой недостаточности - если успевали застать процесс в самом начале, не позже часа, обычно это были внутрибольничные инфаркты, подтвержденные на ЭКГ. При введении перфторана признаки ишемии исчезали, и даже признаков рубцовых изменений потом не было.
- При токсикологических зависимостях: перфторан применяли для вывода из абстиненции, особенно хорошо шли наркоманы на тяжелых наркотиках.
- В медицине катастроф - **Средство номер один для спасения шахтёров в Центре медицины катастроф Кузбасса – это заменитель крови перфторан.** Центр медицины катастроф Кузбасса первым в России стал использовать искусственный кровезаменитель. Именно с помощью перфторана после аварии на «Распадской» в марте 2001 года врачи спасли 18 шахтёров. Спустя девять лет перфторан вновь помог спасти жизни горняков после аварии на той же «Распадской». Экстренная коррекция гипоксии перфтораном способна «запустить» сердечную деятельность в ситуации, когда кровь не способна выполнять функцию газопереноса в результате смертельного отравления угарным газом и шахтными газами.
- при вспомогательной оксигенации при восстановлении функции легких (пневмонии, силикоз, реанимация). Мембранная оксигенация широко применяется в клинической практике – при герпетической инфекции, операциях на клапанах сердца, при острой печеночной недостаточности, при нейроинфекциях, при трансплантации органов и др.
- Перфторан нашел свое применение и для лечения офтальмологической патологии. По данным литературы, его успешно применяют для лечения кровоизлияний в различные отделы глазного

яблока, увеитов различной этиологии, дистрофических поражений сетчатки и зрительного нерва. [7]

Сегодня о перфторане снова заговорили рядовые врачи. Главный вопрос, который интересует всех, кто знает о лекарстве: может ли препарат спасти людей, больных коронавирусом? Некоторые врачи считают, что может, ведь вирус атакует эритроциты, заставляет кровь сворачиваться.

По словам руководителя Новосибирского Центра профилактики тромбозов Андрея Александровича Громова (интервью 26.04.2020) патологоанатомические данные свидетельствуют о том, что первостепенную роль при COVID-19 играют «повреждение клеток крови и воспаление стенок сосудов – гемолитический микротромбоваскулит,... Тогда как «пневмония вторична, развивается позже и далеко не всегда». «...Коронавирус вызывает нарушение кровотока в микрососудах и тромбозы в сосудах крупных и средних. Причем не только в легких, но и в сердце, головном мозге, коже, возможно, в почках. Тромбозы – не осложнение. Это проявление второй стадии болезни». Соответственно А.А. Громов предложил «комплексную терапию с использованием гепаринов, антиагрегантов, мембраностабилизаторов...»

Главная цель коронавируса — не легкие, а эритроциты, которые разносят кислород по организму. Вот откуда эффект гипоксии, вот почему далеко не всегда помогают аппараты ИВЛ. В тяжелых случаях кислород просто не идет дальше легких — транспорта нет.

Перфторану никакие эритроциты не нужны, он проникает в повреждённые ткани и снабжает их кислородом. Вполне возможно, что препарат может стать настоящей палочкой-выручалочкой во время эпидемии коронавирусной пневмонии.

В статье под авторством А.А. Хадарцева, С.С. Киреева, Д.В. Иванова и статье Е.И. Маевского, А.Е. Головненкова, С.В. Алексева, А.В.

Капцова, Л.А. Богданова, Перфтотран. Неиспользованный потенциал медицины против COVID-19 в 2020 году указывается - имеется положительный опыт применения перфторана в лечении острого респираторного дистресс-синдрома, осложняющего течение коронавирусной инфекции. Тем самым, авторы выражают мнение о целесообразности применения перфторуглеродов (перфторана) при лечении коронавирусных пневмониях. При применении Перфторана происходило значимое повышение парциального напряжения кислорода в артериальной крови (на 10-15 мм.рт.ст), в то время когда обычными методами (искусственная вентиляция легких) не удавалось повысить уровень парциального напряжения кислорода в артериальной крови.[5]

К основным факторам лечебного действия Перфторана следует отнести следующие:

- Ослабление поражения эпителия бронхов и альвеол легких, эндотелия желудочнокишечного тракта.
- Профилактика развития и терапия острого респираторного дистресс-синдрома.
- Защита эритроцитов от повреждения, повышение их эластичности,
- Уменьшение уровня свободного гемоглобина и его прооксидантного действия. Сорбция продуктов распада гема.
- Уменьшение повреждения эндотелия кровеносных сосудов.
- Кардинальное улучшение доставки кислорода наночастицами эмульсии ПФОС.
- Расширение спазмированных и суженных сосудов.
- Антитромбогенное действие, уменьшение вероятности развития и тяжести синдрома диссеминированного внутрисосудистого свертывания крови.

- Торможение воспалительной гиперактивной реакции иммунной системы.

- Противовирусное действие.

Достижение означенных терапевтических эффектов во многих ситуациях может быть обеспечено за счет использования значительно меньших доз Перфторана, чем те, которые востребованы при возмещении кровопотери. Вполне достаточно 2-10 мл препарата на кг массы тела. Улучшение функции легких, кишечника, тимуса, кровотока в периферических сосудах обнаружено даже при местном применении 5-40 мл Перфторана. Внутрибрюшинно вводится порядка 20-30 мл, при внутритканевом обкалывании - по 0,5-1,0 мл на каждую инъекцию. При аэрозольном применении, в частности, для купирования ОРДС на одну ингаляцию требуется не более 50 мл препарата.

Необходимость поиска средств и способов защиты от вирусных атак и изыскания путей уменьшения потерь при развитии коронавирусной инфекции, включая Перфторан, обусловлена тем, что в текущий период времени трудно представить гарантированное предотвращение распространения инфекции и развития заболеваний при известной биологии постоянно мутируемых коронавирусов только за счет вакцинации. Продолжающийся неблагоприятный эпидемиологический период и угроза новых волн инфекционного неблагополучия являются призывом к форсированию разработок диагностических, профилактических и терапевтических мер и, в частности, к восстановлению производства и включению Перфторана в арсенал терапевтических средств.

А в качестве резюме, хотелось бы рассказать о девочке Ане.

Девочка Аня Гришина выросла, по-прежнему живет в Москве и работает юристом. У нее есть семья и двое детей. Она и ее родители, хоть и участвовали в 1980-х в съемке документального фильма о перфторане,

всю информацию о случившемся узнали спустя много лет после того, как Феликса Белоярцева не стало. В 2002 году Анна от лица страны вручила оставшимся в живых создателям перфторана премию «Признание», в номинации «за вклад в развитие медицины, внесенный представителями фундаментальной науки и немедицинских профессий».



Заключение

Заменитель настоящей крови так и не найден. На сегодняшний день российский препарат перфторан (ОАО НПФ «Перфторан», Россия) остается пока единственным в мире искусственным газотранспортным кровезаменителем, допущенным к клиническому использованию. Данный зарегистрированный препарат – перфторан – открывает новые возможности в лечении широкого спектра заболеваний и на сегодняшний день является незаслуженно забытым со стороны врачей. А причина неиспользования данного препарата кроется в изменении подхода в лечение пациентов, а именно переход на лечение по утвержденным протоколам. Однако, соотношение польза-риск является ключевым при принятии решения о применении терапии последнего шанса. Но сейчас и такого механизма не стало. Лечение по протоколам лишает возможности больного на принятие решения об альтернативном лечении. Перфторан не включен ни в один медицинский протокол.

В условиях распространения КОВИД-19, перфторан мог бы значительно улучшить клиническую картину течения заболевания, так как клинические исследования перфторана в 2020 году показали его эффективность при лечении пневмонии. Но опять же, мы снова возвращаемся о необходимости включения перфторана в медицинские протоколы лечения КОВИД-19.

Необходимо повышение частоты использования препарата перфторан в лечении больных различных нозологических групп и дальнейшего исследования и анализа результатов.

Список используемой литературы

1. Г.Р. Иваницкий, С.И. Воробьев Кровезаменитель "перфторан" Вестник РАН
2. С. Шноль Накануне распада страны "Голубая кровь" Знание-Сила
3. Чурсин В.В., Муздубаева Б.Т., Перфторуглероды: исследования и клиническое применение (материалы международного конгресса "Медицинское образование в условиях глобализации рынка труда" - Алматы, 2013 г
4. Багненко С.Ф., Шлык И.В., Батоцыренов Б.В., Резник О.Н., Драчук А.В., Пушкин С.Ю., Масленников И.А., Бондарь О.Г. Фармакоэкономическая оценка применения лекарственного средства перфторан в клинической практике, НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе, Санкт- Петербург
5. Е.И. Маевский, А.Е. Головненкова, С.В. Алексеев, А.В. Капцов, Л.А. Богданова, Перфторан. Неиспользованный потенциал медицины против COVID-19, Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, МОУ Институт инженерной физики, Серпухов, Московской области. Россия.
6. М. К. Бакулин, д.м.н., профессор, С. В. Дармова, аспирант, В. М. Бакулин, к.т.н., н.с, Теория и практика использования перфторуглеродов «голубой крови» при глубинном культивировании биодеструкторов, Вятский государственный университет
7. Г.А. Софронов, Э.В. Бойко, А.Н. Куликов, Н.А. Некраш, А.И. Губанов, Экспериментальное исследование эффективности и безопасности различных способов введения Перфторана, 2012, Офтальмология, ПМ Офтальмология, том 2
8. Кровезамещающие растворы переносчики кислорода, Мир Медицины »» №5-6'2000 »» Новая медицинская энциклопедия