

## ИСКУССТВЕННАЯ КРОВЬ

Еще в ритуалах жертвоприношения сакральное значение придавалось крови. Древние индусы считали ее воплощением мудрости, египетские жрецы - эликсиром бессмертия, греки называли волшебным красным вином. И позднее в христианстве мы находим сравнение вина с кровью. Однако на обратное сравнение - кровь как вино - по мере накопления человечеством печального опыта было наложено табу. Под покровом религиозных запретов скрывалось рациональное зерно. Кровь - иммунный защитник организма и в то же время мощный источник инфекций для другого организма. Хотя некоторые северные народы до сих пор пьют свежую кровь оленей, смешивая ее со свежим молоком (в нем содержатся литические ферменты, убивающие бактерии), тем не менее, риск занести в организм вирусы или бактерии через кишечник тоже весьма велик. Но несопоставимо больший риск инфицироваться при внутривенном переливании чужой крови. И сегодня в ряде религий есть запреты на переливание крови от человека к человеку.

Существует версия, что первые переливания крови были выполнены еще инками. Однако формирование *трансфузиологии* как науки произошло уже в XX в., когда были открыты группы крови, выяснена молекулярная, а затем генетическая основа различных ее компонентов. В ряде цивилизованных стран развернулась компания по пропаганде *аутодонорства*, то есть создания индивидуального запаса своей крови, чтобы в случае необходимости избежать переливания чужой крови.

Необходимость в "искусственной крови" [1] обусловлена не только недостатками донорской крови, но и участвовавшими ситуациями, когда сразу требуется большое количество кровезамещений (транспортные и промышленные аварии, вооруженные конфликты, стихийные бедствия и т.п.). В условиях дорожных происшествий и стихийных катастроф возникает дефицит времени для доставки пострадавшего в стационар и определения группы его крови. Таким образом, проблема создания надежного, эффективного и технологичного кровезаменителя - одна из самых важных в современной науке.

Традиционные кровезаменители - такие, как физиологические растворы Рингера и Тироде, а также системы на основе декстрана, желатина или крахмала - обеспечивают лишь функции поддержания объема кровотока, осмотического давления, ионного баланса и в ряде случаев улучшают реологию кровотока, но дыхательную функцию крови не осуществляют. Это так называемые плазмозамещающие растворы. Однако, одна из важнейших задач современной трансфузиологии [2] - создание кровезаменителей, обладающих функцией переноса кислорода и способных при кровопотере и шоке возместить уменьшение количества эритроцитов в сосудистом русле. Исследования по решению этой задачи проводятся как в нашей стране, так и за рубежом по двум направлениям: разработка кровезаменителей на основе гемоглобина - "красной крови" - и создание кровезамещающих растворов на основе перфторированных соединений.

Попытки применения растворов гемоглобина в клинических целях предпринимались уже в начале прошлого века и были возобновлены в 30-40 гг. 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 ввести в кровяное русло. Он мгновенно будет связан белками плазмы и утилизирован в почках, костном мозге и селезенке. Поскольку в крови гемоглобин находится внутри эритроцитов, появилась идея заключить его в "мешок" - микрокапсулу. Такие искусственные клетки выживают в кровотоке лишь несколько часов, иммунная система организма распознает их, разрушает и удаляет остатки

из системы кровообращения. К тому же сферические капсулы задерживаются в фильтрационном ложе селезенки, застревают в капиллярах, уничтожаются макрофагами, что часто приводит к закупорке сосудов. Подобные трудности побудили разработчиков искусственной "красной крови" отказаться от микрокапсул и попытаться использовать свободный гемоглобин, но сшить его отдельные молекулы химическими методами, создав полигемоглобиновые кристаллы. Однако при этом, наряду с межмолекулярными, неизбежно возникают и внутримолекулярные сшивки. Последние ограничивают подвижность частей молекулярной машины и существенно снижают ее газотранспортные способности. Но уже сегодня существуют методики, решающие и эту проблему. На базе Института высокомолекулярных соединений РАН был разработан кровезамещающий препарат на основе полигемоглобина - "Геленпол", в полном объеме способный выполнять газотранспортную функцию.

Тем не менее, до сих пор реальный источник гемоглобина - натуральная кровь, а ее переработка не вполне гарантирует уничтожение вирусных и бактериальных инфекций, провоцирующих иммунную реакцию. А поскольку иммунная система настраивалась именно на отторжение чужеродных белковых включений, для кровезаменителей, моделирующих газотранспортные функции крови, следовало искать неорганические носители.

Альтернативный путь развития кровезамещающих систем [1] - перфторированные органические соединения. Основные компоненты перфторуглеродов - углерод и фтор. Благодаря исключительно высокой химической активности фтора, синтезированные молекулы приобретают свойства почти абсолютной инертности и устойчивости. Биологов заинтересовала не только их химическая устойчивость, но и невероятная способность жидких перфторуглеродов растворять газы, что позволило рассматривать их в качестве возможного кровезаменителя, или, как их еще называют, "голубой крови". Эти соединения тяжелее воды и в ней практически не растворяются, поэтому для кровезамещения готовят эмульсию из перфторуглеродов. Наиболее известным кровезаменителем этого типа является отечественный препарат "Перфторан", разработанный в первой половине 80-х годов прошлого века в Пущино большим коллективом специалистов. Но особого упоминания тут требуют два имени - академика, генерала-майора-инженера Ивана Людвиговича Кнунянца и профессора, доктора медицинских наук Феликса Федоровича Белоярцева.

И хотя эмульсии фторуглеродов и называют "искусственной кровью", существует много проблем, без решения которых считать их полным заменителем крови неправомерно. Так, характер присоединения и отдачи кислорода эмульсией перфторуглеродистых соединений весьма далек от таковых в физиологических условиях. Широкомасштабное внедрение перфторуглеродов сдерживают еще две проблемы. Главная проблема - это, конечно, дороговизна, другая причина - явно недостаточная изученность свойств синтезированных на сегодня фторуглеродных соединений, а их насчитывается уже много десятков. И совсем мал опыт эксплуатации.

Несмотря на все трудности, разработка всех видов кровезаменителей продолжается. В нашей стране работа по созданию и изучению "искусственной крови" ведется в Центральном и Санкт-Петербургском институтах гематологии и переливания крови совместно с Институтом высокомолекулярных соединений РАН, а также в Институте биофизики г. Пущино.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Г.Р.Иваницкий, С.И.Воробьев. Вестник Российской Академии Наук, 1997, том 67, № 11, с. 998-1013.
2. Проблемы создания искусственной крови, <http://bobysh.ru/referat/50/25689/2.html> - реферат.