

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ВРЕМЕННОЙ ОСТАНОВКИ КРОВОТЕЧЕНИЙ

Шпаньков А.О., Дохов О.В., Прокопович Д.А.

Учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет»
Республика Беларусь, г. Гомель

Введение

Кровотечение остается ведущей причиной смерти в бою, и одной из причин предотвратимой смерти при получении травм гражданским населением. Существующие способы временной остановки кровотечения (наложения жгута, турникета, закрутки, кровоостанавливающего зажима) достаточно эффективны, но требуют особых навыков, кроме того не всегда могут быть использованы в таких анатомических областях, как пах, подмышка, ягодицы, шея и другие. При этом в развитии необратимых осложнений ключевым является время продолжающегося кровотечения, особенно при поражении крупных артерий, а также время до проведения окончательной остановки кровотечения [1].

При рассмотрении вопроса о способах временной остановки кровотечений становится очевидным, что человечеству нужно универсальное кровоостанавливающее средство, которое можно будет максимально быстро использовать, не имея специальных навыков и оставлять в ране на длительное время — например, если эвакуация пострадавшего затруднена или невозможна.

Цель

Проанализировать существующие кровоостанавливающие средства, используемые на поле боя и в экстремальных ситуациях мирного времени.

Материалы и методы исследования

Нами была изучена и проанализирована литература по современным способам временной остановки кровотечений.

Результаты исследования

Военными экспертами США предложены требования для идеальных гемостатических средств (повязок), с целью их использования на поле боя. Заключаются они в следующем:

1. Разрешены к использованию и одобрены управлением по контролю за пищевыми продуктами и лекарственными препаратами США (USFDA).
2. Останавливают профузные артериальные или венозные кровотечения в течении 2-х минут или меньше.
3. Не токсины, не имеют побочных эффектов.
4. Не вызывают боли или термических повреждений.
5. Не представляют риска для медперсонала.

6. Готовы к использованию, не требуют специальных навыков для использования или навыки должны быть минимальны.

7. Легкость и прочность.

8. Достаточно пластичны, чтобы заполнять сложные раны и легко удаляться из раны не оставляя остатков.

9. Функциональны и стабильны при экстремальных температурах (от -10°C до +40°C) сроком до 2-х недель.

10. Практичны и легки в использовании при неблагоприятных условиях (низкая видимость, дождь, ветер и т.д.).

11. Эффективны при ранениях, где невозможно использовать жгут (турникет).

12. Имеют длительный срок хранения более 2-х лет.

13. Дешевы и экономически эффективны.

14. Подвергнуты биотрансформации, биоусвоению.

Этим требованиям в той или иной степени выраженности соответствуют современные кровоостанавливающие средства – гемостопы [2].

Гемостопы это не совсем гемостатики так, как почти не влияют на свертывающую и противосвертывающую системы крови, они так называемые «препараты внешнего воздействия».

Одним из первых препаратов нашедшим широкое применение в армии США был QuikClot (КвикКлот). QuikClot – это комплексное средство остановки кровотечения ключевым компонентом которого является гранулированный Цеолит (Zeolite), построенный из инертного минерала, состоящего из оксидов кремния, алюминия, натрия, магния и небольшого количества кварца. Он действует в качестве молекулярного сита и адсорбирует воду. Кроме того, отрицательно заряженная поверхность Цеолита может взаимодействовать с клетками крови и активировать каскад реакций свертывающей системы. Выпускался препарат в порошке-гранулах и фасовался в пакеты различной массы. Для его использования необходимо содержимое пакета высыпать в рану и прижать салфеткой или бинтом. Начальный гранулированный состав цеолита вызывал экзотермические реакции при взаимодействии с кровью. Степень этой реакции зависела от содержания присутствующей воды. В естественных и искусственных условиях температура этой реакции находится между 42 и 140°C. При использовании QuikClot вызывал сильные ожоги, в том числе и у оказывающего помощь. Ввиду этого побочного действия, а также невозможности работать в экстремальных условиях (порошок сдувается ветром, просыпается, загрязняется), найдя широкое применение у военных и в гражданском здравоохранении в начале 2000 гг. в 2008 году первое поколение препарата QuikClot было снято с производства.

В следующем поколении препарата QuikClot основное отличие заключалось в том, что слой активного вещества Цеолита прокладывался между несколькими слоями абсорбирующей ткани (сетчатый мешочек). Это упрощало его использование на поле боя и в экстремальных ситуациях на

различных ранах любой локализации и кроме того позволяло более просто извлекать из ран. Второе поколение так же было улучшено путем добавления воды и заменой некоторых из ионов кальция с цинком. Эта модификация снизила температуру экзотермической реакции и устранила термические повреждения, при сохранении кровоостанавливающей эффективности. Кроме того, введение в препарат ионов серебра предало ему антибактериальные свойства против синегнойной палочки, золотистого стафилококка и кишечной палочки. Выпускается QuikClot второго поколения в виде так называемых «горчичников», которые отличаются массой содержащегося вещества и используются как в гражданской, так и военной медицине, имея соответствующую упаковку (QuikClot 1st Response, QuikClot Sport, QuikClot Sport Silver, QuikClot ACS, QuikClot ACS+).

Со временем появилось третье поколение препарата QuikClot - Combat Gauze (CG) основным действующим веществом которого стал алюмосиликатный минерал Каолин (Kaolin) используемый для пропитывания перевязочных материалов (бинты, салфетки). Принцип действия Каолина основан на способности активировать 12 фактор свертывающей системы крови, тем самым ускоряя начало и скорость образования сгустка. Однако Каолин, как и Цеолит не подвержен биотрансформации и нуждается в удалении из ран. Из преимуществ следует отметить: улучшение контакта с раной, что позволило останавливать кровь более эффективно; не вызывает ожогов; увеличилась носимость (уменьшились размеры и толщина), в аптечки можно положить больше препарата. Виды продукции QuikClot третьего поколения: QuikClot Combat Gauze (бинт в рулоне), QuikClot Combat Gauze Z-fold (бинт сложенный гармошкой), QuikClot 2x2 и 4x4 (салфетки), QuikClot Tonsil Sponge Hemostatic Sponges (губка-тампон) и др. [2,3].

Аналогом американского препарата QuikClot первого поколения в Российской Федерации является препарат Гемостоп, выпускаемый в индивидуальных герметичных упаковках, расфасованный по 2, 5, 10, 50 и 100 г порошка. Однако он опасен в применении, так как вызывает местные ожоги.

Кроме перечисленных выше гемостопов существует также препарат WoundStat (WS), созданный на основе Смектита (Smectit) – глинистого минерала. При контакте с водой или кровью, WS гранулы поглощают воду и образуют глинистый материал с высокой пластичностью, который при сжатии, плотно связывает подлежащие ткани и герметизирует кровеносные сосуды. В дополнение к абсорбции воды, которая концентрирует факторы свертывания, гранулы имеют отрицательные электростатические заряды, активирующие каскад реакций свертывающей системы крови. Минерал также не подвергается биотрансформации и, следовательно, должен быть полностью удален из раны, перед окончательной остановкой кровотечения хирургическим путем. Смешивание WS гранул с водой не вызывает теплового повреждения, однако, у него есть другой серьезный побочный эффект. После удаления WS гранул из раны, ввиду их выраженного свертывающего действия они приводят к

образованию местных и системных тромбозов в организме, в том числе и в легочных артериях [3].

При финансовой поддержке армии США продолжаются поиски веществ для создания универсального кровоостанавливающего средства, так были созданы гемостопы на основе Хитозана (Chitosan). Хитозан - частично деацетилованный хитин (природный полисахарид) который присутствует в панцире моллюсков, таких как креветки. Первым средством этой группы был HemCon Bandage (HC) представляющий собой вещество, нанесенное на твердую основу. Кровоостанавливающий эффект достигается путем связывания положительно-заряженных гранул с отрицательно заряженными эритроцитами, склеивания влажных тканей и запаивания сосудов между собой, что в итоге приводит к формированию псевдо«сгустка». Из недостатков следует отметить неудобство использования повязки ввиду ограниченной пластичности основания. Дальнейшие усовершенствования привели к появлению на рынке следующего гемостопа на основе Хитозана – Celox (CX) (Целокс). Изначально он использовался в виде порошка, что затрудняло его применение. В настоящее время Celox представлен рядом удобных и надежных в применении форм:

1. Celox Granules (Celox Pouches) – гранулы Целокс. Порошковая фасовка – это основной и базовый вид продукта. Гранулы Целокс – это первоначальная форма гемостатического средства, лежащая в основе всех остальных видов препарата. Подходит для любых видов ран (кроме проникающих) остановке профузного артериального и венозного кровотечений.

2. Celox-A — аппликатор Целокс. Представляет собой гибрид шприца и кожуха для введения тампона, содержащего внутри гранулы Целокс. Он используется для доставки кровоостанавливающего средства к непосредственному источнику кровотечения при проникающих ранениях.

3. Celox Gauze — бинт Целокс. Он представляет собой плотное нетканое (вискозное) полотно, полностью покрытое кровоостанавливающим составом (раствором гранул Целокса). Выпускается в двух видах: традиционным «круглым» бинтом в рулоне (roll) и плоским бинтом, сложенным гармошкой на манер буквы Z (Z-fold).

Кроме удобства применения Celox обладает рядом положительных свойств отсутствующих у других гемостопов: способен свёртывать кровь при гипотермических условиях; работает при наличии в крови антиагрегантов и антикоагулянтов (аспирина, варфарина и гепарина); является биотрансформирующимся средством и не генерирует тепло.

Ниже приводим сравнительную характеристику основных гемостопов [2]:

Характеристика	Гемостатическое средство (гемостоп).				
	QC ACS+	HemCon	Celox	WoundStat	Combat Gauze
Кровоостанавливающая эффективность	+	+	+++	++++	++++
Побочные эффекты	Нет	Нет	Нет	Да	Нет
Готовность к использованию	Да	Да	Да	Да	Да

Необходимость обучения	+	+	+	+++	++
Легкость и прочность	+	+++	+++	+	+++
2-х летний срок годности	Да	Да	Да	Да	Да
Стабильность в экстремальных условиях	Да	Да	Да	Да	Да
Одобрены USFDA	Да	Да	Да	Да	Да
Биотрансформируемость	Нет	Нет	Да	Нет	Нет
Цена у.е.	≈30	≈75	≈25	≈30	≈25

Примечание: один знак + соответствует минимальной степени выраженности характеристики, несколько знаков + указывают степень превышения минимального значения.

Вывод

Из вышесказанного видно, что более всего удовлетворяет требованиям идеальных гемостопов кровоостанавливающее средство Celox и на сегодняшний день он является лидером в этой области. Однако и он не идеален и по-прежнему возникает необходимость исследования и разработки оптимального кровоостанавливающего средства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богдан, В. Г. Проблема острой кровопотери в хирургии. Сообщение 3: способы временной остановки кровотечения / В. Г. Богдан, Ю. М. Гаин // Военная медицина. – 2007. – № 2. – С. 45-48.
2. Gordy, S.D. Military applications of novel hemostatic devices / Gordy S.D., Rhee P.M., Schreiber M.S. // Expert Rev Med Devices. –2011. – Vol. 8, №1 – P. 41-47.
3. Kheirabadi, B. Evaluation of topical hemostatic agents for combat wound treatment / Bijan Kheirabadi // U.S. Army Medical Department Journal – 2011. – Apr./Jun. P. 25-37.