

Государственная образовательная организация высшего профессионального образования «Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького»

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ОЖОГОВ

*Юрий Игоревич Стрельченко,*  
(КРИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И СОБСТВЕННЫЕ РАЗРАБОТКИ)  
доцент, к. мед. н., доцент кафедры патофизиологии

научный консультант: *Ельский Виктор  
Николаевич,*

д. мед. н, член-корр. НАМНУ, профессор кафедры патофизиологии

II научно-практическая конференция  
с международным участием

**Медицина**

**военного времени.  
Опыт Донбасса 2014-2019**

**Ожоговая болезнь имеет  
сложный и не до конца  
изученный патогенез**

*(Стрельченко Ю.И., Ельский В.Н.,  
2010-2013).*

**Особое значение ожоги  
представляют для Донецкого  
региона, который имеет  
печальную статистику  
производственного  
травматизма, а в последние  
пять лет присоединился и  
военный травматизм**

*(Фисталь Э.Я., Городник Г.А., 2014-2019).*



Несмотря на обширность клинического материала, в некоторых случаях приходится прибегать к моделированию ожоговой травмы на животных для СТАНДАРТИЗАЦИИ моделей и возможности экспериментального лечения.

В литературе описано большое количество способов моделирования ожогового повреждения, в основном в виде:

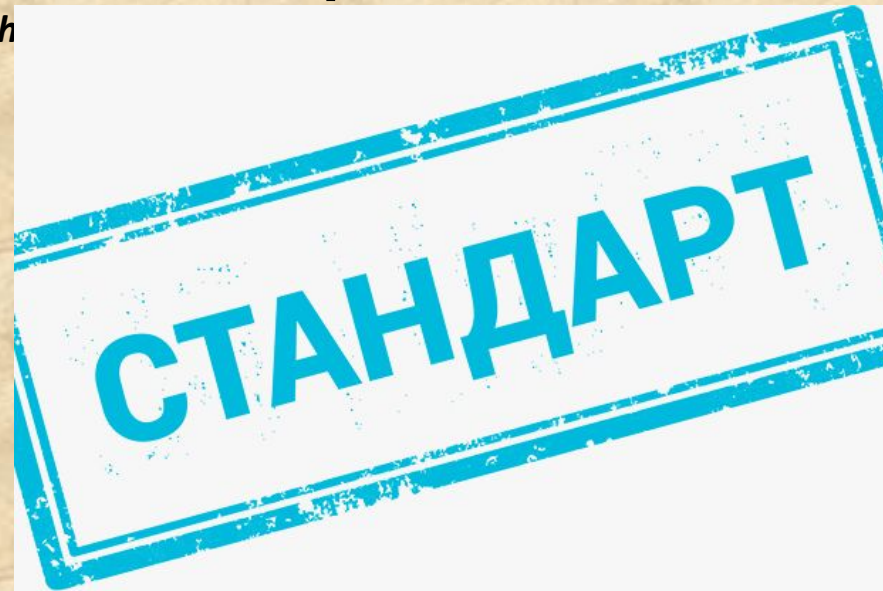
- единичных патентов
- единичных статей, в которых, зачастую, ПОВЕРХНОСТНО описывается метод моделирования
- диссертаций, где В ГЛАВЕ материалы и методы можно найти интересующий способ, что довольно неудобно

Нами не найдены обзорные статьи или монографии,

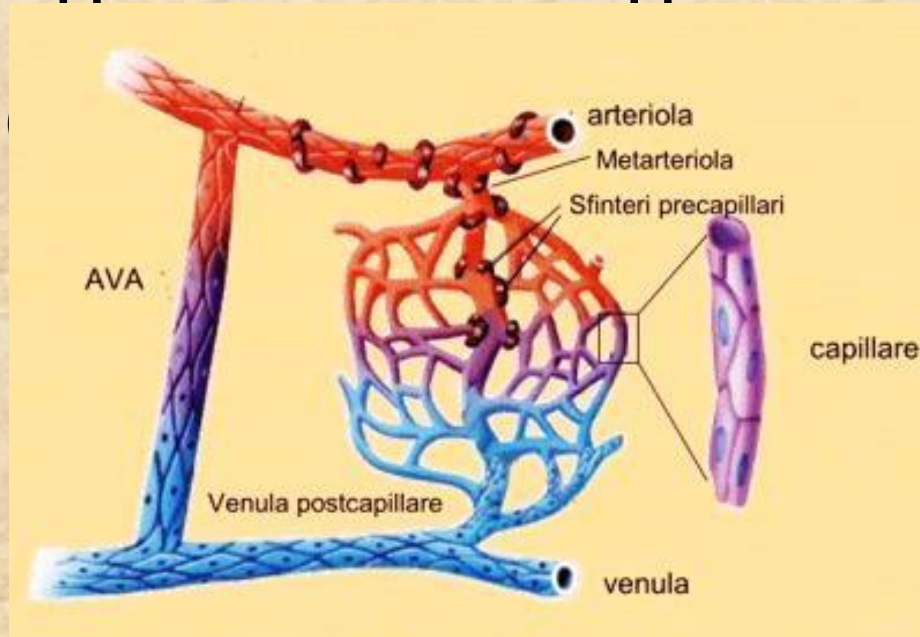
Основная задача моделирования любой травмы – это стандартизация. Особенно это актуально для ожоговой травмы, где имеет важность не только степень и глубина ожога, но и ИСТОЧНИК ТРАВМЫ, от которого будут зависеть патогенетические механизмы заживления раны. ОТСУТСТВИЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ приводит к тому, что в эксперименте прогревают лишь верхние слои кожи или, напротив, прогревают мышцы и даже внутренние органы, а экспериментатор при этом считает, что он изучает глубокий ожог кожи, характерный для человека, у которого ожоги глубже кожи встречаются всего в 2 % случаев!

(Koch

И.).



При сохраненном капиллярном кровообращении прогреть ткани почти невозможно, так как по капиллярам осуществляется постоянный отвод тепла. Лишь после возникновения капиллярного стаза, который наступает не сразу, происходит нагревание ткани. Процесс охлаждения нагретой ткани также происходит довольно медленно и занимает десятки секунд и даже минут. В результате ИСТИННАЯ ЭКСПОЗИЦИЯ при ожоге, обычно значительно превышает продолжительность действия термического



При ожогах водой, паром тепловой поток и экспозиция невелики. Если экспозиция более значительна из-за невозможности быстро устраниться от действия термического фактора (например, при падении в резервуар с горячим раствором, при зажатии руки деталями машины), ожоги оказываются глубокими. У взрослых они бывают относительно редко, у детей, к сожалению, чаще. В таких случаях развивается влажный некроз кожи, при котором ожоговая болезнь течет тяжелее обычного



в Р.



ин Ю. М. ).

**При ожогах, возникающих в результате горения одежды, тепловой поток значительно больше, чем при ожогах водой и паром. Он обусловлен инфракрасной и красной радиацией, источником которой являются раскаленная одежда и языки пламени. Велика обычно и экспозиция (десятки секунд), так как горящую одежду, как правило, не удастся быстро снять или потушить**



*(Zvaifler N. I. Андреев С. В., Арьев Т. Я., Кочетыгов Н. И.)*

**Кожа животных по своему строению существенно отличается от кожи человека. Наиболее близка по гистологическому строению к человеческой кожа свиньи. В последнее время крупных животных (в том числе собак, кошек и даже кроликов) используют в опытах все реже,**





**Опыты на крысах должны сопровождаться рядом вспомогательных мероприятий: необходимо поддерживать высокую температуру в помещении и тщательно очистить нужный участок кожи от шерсти (что влечёт за собой возможность ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ТРАВМАТИЗАЦИИ)**

**Сернистый  
натрий**



**Ожоги пламенем. Для их моделирования можно воспользоваться современными видами бензиновых, керосиновых или газовых горелок. Нередко ожог наносили, сжигая на поверхности кожи вату со спиртом или ткань, пропитанную бензином.**  
**СТАНДАРТИЗАЦИЯ условий прогревания ткани при такой методике недостаточна**



Низкотемпературные ожоги «сухим» теплом. Аппарат с терморегулятором (типа электрической грелки) дающий нагрев до 60 °С. Но такие ожоги ведут к образованию влажного некроза и такой вид источника ожога ОТДАЛЯЕТ ЭКСПЕРИМЕНТ ОТ РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ его получения. Железная пластина, нагреваемая с помощью вмонтированного в нее электронагревателя до 90 °С, позволяет вызывать при 30-секундной аппликации поражение всей толщи кожи. После таких ожогов, занимающих всего 10 % поверхности тела за 10 дней погибало 35 % животных. То есть развивался ОЖОГОВЫЙ ШОК. Существуют в литературе и модели ожогового шока, однако, это выходит за рамки предмета нашего исследования, как и модели последующих периодов ожоговой болезни, а именно инфекционно-токсического периода и периода истощения.

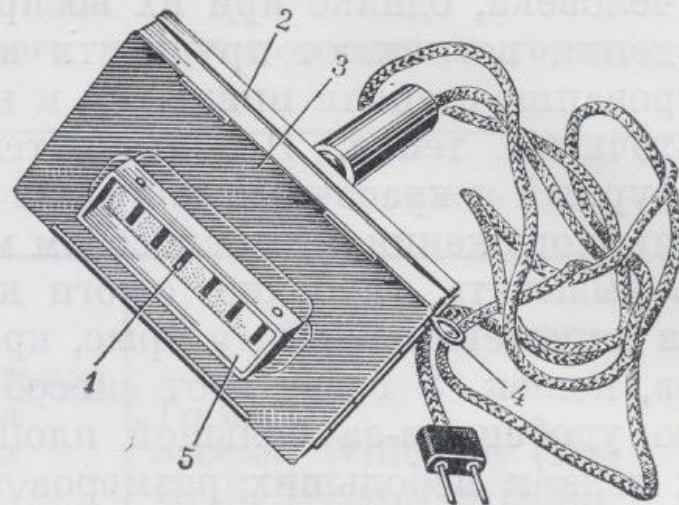
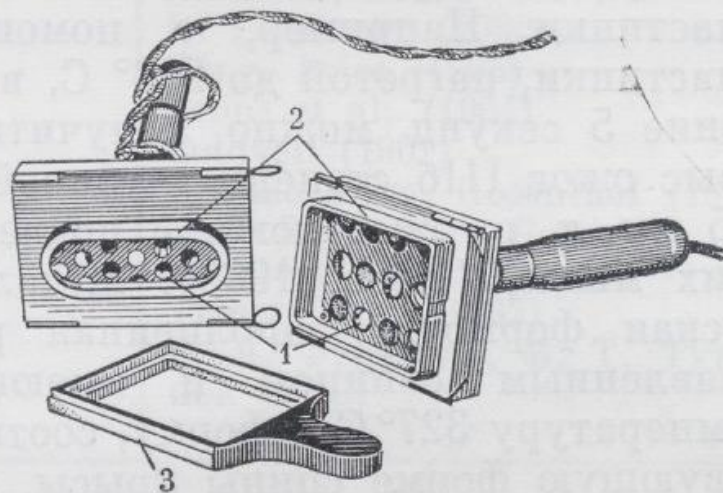


**Метод воспроизведения  
низкотемпературных ожогов,  
применяя полиэтиленовые  
мешочки различной ёмкости,  
заполненные водой,  
температуры 65 °С. Эти  
мешочки удобны тем, что  
принимают форму  
обжигаемой поверхности и  
обеспечивают равномерное  
нагревание кожи. Данная  
модель достаточно удобна, но  
всё же ДАЛЕКА ОТ**



# Ожоги тепловым излучением.

Инфракрасная лампа мощностью 500 Вт. Никелиновая спираль, помещенная в канавки керамической пластинки Интересен способ получения ожога мощной вспышкой галогеновых ламп, что СЛОЖНО В ВОСПРОИЗВЕДЕНИИ



**Ожоги с помощью лучей лазера.**  
**Достаточно ЭКЗОТИЧЕСКИЕ И**  
**ДОРОГОСТОЯЩИЕ модели**



**КОНТАКТНЫЕ** высокотемпературные ожоги являются хорошей моделью ожогов пламенем у человека, однако при их воспроизведении возникают **ТРУДНОСТИ В ДОЗИРОВАНИИ** степени прижатия к коже источника тепла. Известна модель ожога стеклянной плоскодонной колбой, наполненной кипятком, определённого диаметра и экспозиции. Используют нагретые металлические пластинки. В некоторых моделях внутри металлической пластинки циркулирует кипяток, что технически достаточно сложно.

Металлическая формочка, заполненная расплавленным свинцом и имеющая температуру 330 °С и форму, соответствующую форме спины крысы, вызывает за 15 секунд очень глубокий ожог (видимо, кожи и мышц), ведущий к ожоговому шоку, смертельному при поражении всего 7-8 % поверхности тела. Такого типа ожоги у человека **ВСТРЕЧАЮТСЯ РЕДКО**, и эту модель нельзя рассматривать как модель

**Ожоги водой. Являются наиболее распространенными. Они моделируют ошпаривание водой, паром, горячими растворами. Такие ожоги встречаются часто, но редко бывают глубокими. Ожоги горячей водой или паром из-за относительной легкости дозирования термического воздействия удобны. Но дозировать ожог, вызываемый кипятком, ВЫЛИВАЕМЫМ на кожу крайне трудно. Значительно легче это сделать, погружая в воду обжигаемый участок тела. В литературе имеются обширные сведения о температуре, экспозиции и тяжести ожога при погружении участков тела в горячую**





## Ожог с изолированным прогреванием кожи.

Эту модель используют для исключения возможности ожога мышц или других тканей, расположенных под кожей у животных, лишённых подкожной жировой клетчатки. Для этого перед ожогом крысам под кожу спины вводят с помощью шприца 150 мл воздуха. После нанесения ожога

В



**Исторический интерес заслуживает модель ожога на ухе кролика, которую широко применяли в экспериментальной практике. Эта модель позволяла использовать одно ухо в качестве контрольного, второе – в качестве опытного, а также допускает изолированные воздействия на область травмы, например, денервацию, перевязку сосудов, местное охлаждение. Необходимо учитывать, что это ОРГАН С ОСОБОЙ СИСТЕМОЙ РЕГУЛЯЦИИ КРОВООБРАЩЕНИЯ.**

**Поэтому результаты, полученные в опытах с ожогом уха кролика, можно**

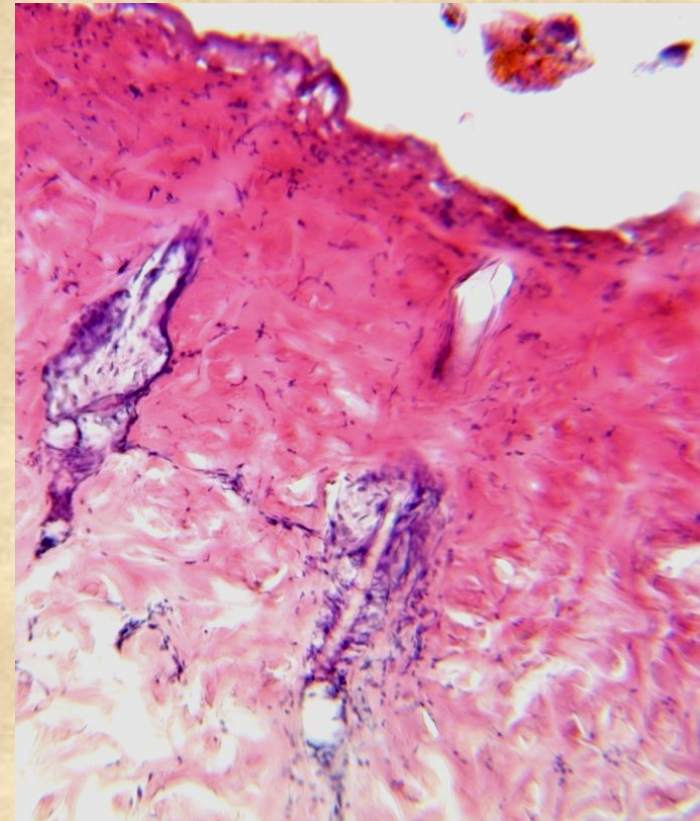


**Модель поверхностного ожога. Получить у животных дозированный поверхностный ожог более трудно, чем получить глубокое поражение. Наиболее надежным способом нанесения поверхностных ожогов является способ, основанный на применении мощного источника теплового излучения с очень малой экспозицией. Эта модель носит название «ожоги вспышкой». Однако при этом возникают весьма ЭКЗОТИЧЕСКИЕ ОЖОГИ, моделирующие поражения, наблюдающиеся у человека при вспышке электрической дуги, сильных взрывах, в частности ядерных, а также при взаимодействии некоторых форм**



**В наших экспериментах в качестве термического агента мы использовали открытое пламя горения горючего газа; для равномерного распределения языка пламени – мелкоячеистую сетку; для дозирования площади и времени ожога – автоматическую диафрагму и реле времени; для регулирования температуры горения – смесь кислорода; для регистрации температуры горения – термодатчик.**

**Предложенным нами способом моделировали термический ожог кожи от 5 % до 10 % площади тела открытым пламенем (пропан, температура горения примерно 1800 °C) с расстояния 15 мм и временем экспозиции 3 с под эфирным наркозом. Для оценки течения**



Специальная автоматическая диафрагма и реле времени позволяли установить необходимое время и площадь ожога, а также моделировать «мгновенный» ожог, который длится миллисекунды, например, при взрывах газового оборудования, шахтных и им подобных взрывах. Время экспозиции и расстояние до кожи устанавливали в зависимости от необходимой степени повреждения. Это позволило СТАНДАРТИЗИРОВАТЬ тяжесть и площадь полученных ожогов и приблизило эксперимент к реальным условиям бытовых и производственных



**Все описанные в докладе модели ожоговых травм в той или иной степени подходят для моделирования ожогов определённой категории, площади и глубины. Однако, они имеют ряд недостатков. В основном, это СОМНИТЕЛЬНЫЙ ВЫБОР ТЕРМИЧЕСКОГО АГЕНТА, что отдаляет моделирование, а в последующем и патогенез ожоговой раны от реальных условий их получения. Многие методики СЛОЖНЫ И ДОРОГОСТОЯЩИ.**

**Надеемся, что данная работа будет полезна молодым исследователям для выбора той или иной модели ожоговой травмы и лабораторного животного.**

Благодарю за интерес и  
внимание!

