

УДК 57.043

Г.А. Абрамов, Д.В. Шестаков, С.М. Жуманбаев, К.Т. Шакеев,
М.М. Тусупбекова, Н.У. Танкибаева, Е.В. Позднякова
НАО «Медицинский университет Караганды»

ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОГО ОХЛАЖДАЮЩЕГО АГЕНТА МЕТОДОМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В СТЕНДОВОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ НА БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЯХ

Медицинские эксперименты с использованием криотехники в различных её видах имеют достаточную популярность среди исследователей. Регулярно публикуются работы, так или иначе связанные с использованием холода как физического фактора воздействия на биологические объекты. Удобность методов генерализованного охлаждения биологических тканей до температуры в 20-25 градусов по Цельсию состоит в том, что при таком состоянии значительно замедляется скорость проведения процессов ферментативного катализа. В настоящем стендовом эксперименте проводилось сравнение трех охлаждающих агентов аккумулятора холода (карбоксиметилцеллюлоза), твёрдого диоксида углерода CO₂ (сухой лёд) и обычного льда (H₂O) с созданием модели брюшной полости (имитация кровообращения в использование термостата). Целью эксперимента было определить наиболее оптимальный для охлаждения биологической ткани агент, для дальнейшего использования при создании интраоперационной искусственной локальной гипотермии у живых объектов.

Ключевые слова: охлаждающий агент, гипотермия, аккумулятор холода, температурное поле, биологические ткани

Актуальность

Медицинские эксперименты с использованием криотехники в различных её видах имеют достаточную популярность среди исследователей. Регулярно публикуются работы, так или иначе связанные с использованием холода как физического фактора воздействия на биологические объекты. Удобность методов генерализованного охлаждения биологических тканей до температуры в 20-25 градусов по Цельсию состоит в том, что при таком состоянии значительно замедляется скорость проведения процессов ферментативного катализа [1, 2]. Точная интерпретация показателей темпов охлаждения биологических тканей с одной стороны, а также темпов нагревания физических хладагентов даёт возможность удобного маневрирования в скоростях протекания биохимических реакций, а, следовательно, и в тех случаях, когда замедление процессов в органе является основным звеном патогенетического лечения.

Цель исследования

Выбор наиболее эффективного охлаждающего агента методом определения температурного поля исследуемых объектов путём регистрации времени нагревания.

Материалы и методы

Для определения степени и длительности охлаждения биологической ткани (печень) были использованы термостат (рисунок 1), инфракрасный термометр Bing Zun BZ-R6 (рисунок 2), аккумулятор холода (карбоксиметилцеллюлоза), твёрдый диоксид углерода CO₂ (сухой лёд), обычный лёд (H₂O) [2-8]. Создавалась модель брюшной полости: в термостат, поддерживающий постоянную температуру (38° С), соответствующую температуре брюшной полости кролика, помещали говяжью печень, [9], далее на печени размещали охлаждающие материалы: аккумулятор холода, твёрдый диоксид углерода, обычный лёд (рисунок 4). Контроль температуры осуществлялся с помощью пирометра. По достижению биологической тканью температуры 38° С измерения останавливали.



Рисунок 1 – Термостат



Рисунок 2 - инфракрасный термометр Bing Zun BZ-R6



Рисунок 3 - Результат воздействия сухого льда с участками локальной кристаллизации ткани в месте приложения охлаждающего агента



а



б

Рисунок 4 - а – биологическая ткань (говяжья печень), помещенная в термостат (модель брюшной полости); б - процесс динамической термометрии в области укладки охлаждающего агента на биологическую ткань, помещенную в термостат

Результаты

Метод охлаждения аккумулятором холода позволил поддержать температуру до 38°С в течение 15 минут 30 секунд, гипотермия, создаваемая диоксидом углерода,

сохранялась в течение 9 минут 30 секунд, обычным льдом – 3 минуты 30 секунд (таблица 1, график 1).

Таблица 1 Метод охлаждения аккумулятором холода 15 минут 30 секунд

	Аккумулятор холода	Сухой лед	Обычный лед
Время	Температура °С		
0:00:30	25,6	20	34
0:01:00	24,8	21	35,8
0:01:30	25,4	22	35,3
0:02:00	25,2	23	37
0:02:30	26	23,4	38
0:03:00	26,8	24,4	38,3
0:03:30	27	25	38,0
0:04:00	27,2	25,7	
0:04:30	27,3	29	
0:05:00	27,2	30	
0:05:30	27,1	31	
0:06:00	26	32	
0:06:30	26,2	33,5	
0:07:00	26,7	35	
0:07:30	28	34,3	

0:08:00	28,8	36,5	
0:08:30	28,8	37,3	
0:09:00	31,7	37,6	
0:09:30	32,7	38,0	
0:10:00	33,1		
0:10:30	32,9		
0:11:00	33,7		
0:11:30	34,4		
0:12:00	34,7		
0:12:30	35,3		
0:13:00	35,4		
0:13:30	35,3		
0:14:00	35,6		
0:14:30	36,9		
0:15:00	37,2		
0:15:30	38,0		

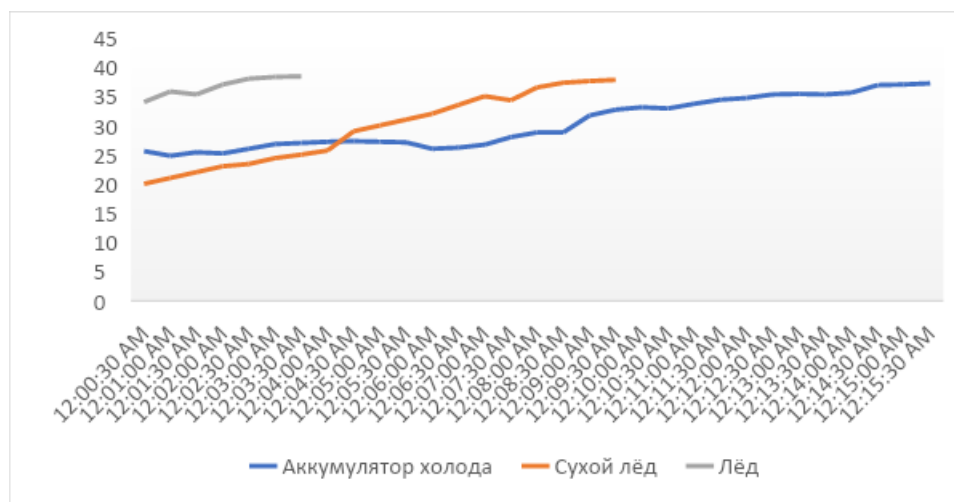


График 1 Метод охлаждения аккумулятором холода 15 минут 30 секунд

Выводы

Из трёх материалов наибольшую длительность охлаждения показал аккумулятор холода (карбоксиметилцеллюлоза), имеющее продолжительную фазу температурного плато оцениваемому как состояние гипотермии. Наиболее низкие температуры охлаждения биологической ткани показал сухой лёд, но эффект оказался непродолжительным (около 8 минут), также отмечаются местные изменения ткани в виде ее

локальной кристаллизации. Наиболее неудовлетворительные результаты показал обычный лёд (H₂O), градиент температуры составил всего 4° C, а экспозиция гипотермии не более 3 минут. Авторы склоняются к использованию аккумулятора холода для создания контролируемой локальной гипотермии тканей, так как при его использовании были получены наиболее стабильные температурные показатели, что может быть использовано на практике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Е.С. Северин. Биохимия. - М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004. —784 с.
- 2 Zhou K.Q. et al. Combination treatments with therapeutic hypothermia for hypoxic-ischemic neuroprotection //Developmental Medicine & Child Neurology. – 2020. – Т. 62., №10. – С. 1131-1137.
- 3 Бахаева Т. Н., Золотонос Я. Д. Экспериментальные исследования температуропроводности водных растворов карбоксиметилцеллюлозы // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2008. – №3-5. – С. 85-92.
- 4 Ефимов О.Д., Данилин В.Н. Холодоаккумуляторы на основе на основе тройных водно-солевых систем

- хлоридов калия, натрия и аммония // Изв. вузов. Пищевая технология. - 2002. - №1. - С. 63 – 64.
- 5 Крайнев А.А. и др. Эффективность использования аккумуляторов естественного холода в составе холодильной установки // Науч. журн. НИУ ИТМО; серия «Холодильная техника и кондиционирование». - 2012. - №2. – С. 216-223.
- 6 Iskenderov E.G., Dvoryanchikov V.I. Study of phase transitions in thermal analysis for condensed media using the time interval method // Science education practice. - Toronto: Scientific publishing house Infini, 2020. - P. 115–122.
- 7 Долесов А.Г., Шабалина С.Г., Хрисониди В.А. Холодоаккумулятирующие материалы на основе водных



растворов солей // Сборник науч. тр. по материалам междунар. науч.- практ. конф. – М., 2010. - №4. - С. 46 – 47.
8 Долесов А.Г., Хрисониди В.А., Долесов Г.А. Теплоаккумулирующие составы на основе кристаллогидратов // Современные наукоемкие технологии. - 2012. - №12. - С. 14–15.

9 Hubel, K. In vitro rabbit pancreas: effect of temperature on HCO-3, PCO-2, pH, and flow // American Journal of Physiology-Legacy Content, - 1967, - №212(1). – P. 228-236.

10 Абрамов Г.А., Шестаков Д.В., Жуманбаев С.М. Выбор наиболее эффективного охлаждающего агента методом определения показателей температурного поля в стендовом эксперименте на биологических тканях. Свидетельство интеллектуальной собственности № 14050 от «23» декабря 2020.

Г.А. Абрамов, Д.В. Шестаков, С.М. Жуманбаев, К.Т. Шакеев,
М.М. Тусупбекова, Н.У. Танкибаева, Е.В. Позднякова
Қарағанды медицина университеті

БИОЛОГИЯЛЫҚ ТІНДЕРГЕ ЖҮРГІЗІЛЕТІН СТЕНДТІК ЭКСПЕРИМЕНТТЕГІ ӨРІСТЕРДІҢ ТЕМПЕРАТУРА КӨРСЕТКІШТЕРІН АНЫҚТАУ АРҚЫЛЫ ЕҢ ТИІМДІ САЛҚЫНДАТҚЫШ АГЕНТТІ ТАҢДАУ

Түйін: Осылайша, үш материалдың ішінен ең ұзақ салқындату температурасын гипотермия күйі ретінде бағаланған температуралық үстірт фазасы бар суық аккумулятор (карбоксиметил целлюлоза) көрсетті.

Түйінді сөздер: салқындатқыш агент, гипотермия, суық аккумулятор, температуралық өріс, биологиялық тіндер

G.A. Abramov, D.V. Shestakov, S.M. Zhumanbaev, K.T. Shakeev,
M.M. Tusupbekova, N.U. Tankibaeva, E.V. Pozdnyakova
NAO "Medical University of Karaganda"

CHOICE OF THE MOST EFFECTIVE COOLING AGENT BY THE METHOD OF DETERMINING THE TEMPERATURE FIELD INDICATORS IN A STAND EXPERIMENT

Resume: Thus, of the three materials, the longest cooling duration was shown by the cold accumulator (carboxymethylcellulose), which has a prolonged phase of the temperature plateau estimated as a state of hypothermia.

Keywords: cooling agent, hypothermia, cold accumulator, temperature field, biological tissues