

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ПЛАЗМЫ, РАЗМОРОЖЕННОЙ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЕМ

**Д. Ю. Бугримов¹, Д. В. Василенко¹, А. С. Ефимов², Б. А. Зон³, В. А. Кунин¹, А. Н. Лихолет³,
В. И. Наскидашвили³, Е. В. Невежин³, Л. Н. Цветикова¹**

¹ Воронежская государственная медицинская академия им. Н. Н. Бурденко

² ГУЗ Воронежская областная станция переливания крови

³ Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 21.06.2011 г.

Аннотация. Изложены результаты исследования размораживания и нагрева СВЧ излучением свежзамороженной плазмы. Размораживание и нагрев проводились в автоматическом режиме по алгоритму, учитывающему не марковость процесса.

Ключевые слова: трансфузиология, свежзамороженная плазма.

Abstract. The results of investigation defrosting and heating by microwave radiation of fresh frozen plasma. Defrosting and heating carried out automatically by an algorithm that takes into account not Markov process.

Keywords: transfusiology, fresh frozen plasma.

Существующие методы размораживания и нагрева плазмы перед введением ее пациенту основаны на использовании устройств типа «водяной бани» (модели Р-01262-17, 312-201-10 и др.) или нагрева горячим воздухом, таких как модели серии Sahara (Sarstedt, AG & Co). Основным недостатком этих методов является длительное время размораживания и нагрева, поскольку подвод тепла в плазму осуществляется только через поверхность пластикового контейнера, содержащего плазму (гемакона). Возможность использования для размораживания и нагрева плазмы СВЧ излучения была предложена около 40 лет назад [1]. Очевидным преимуществом такого способа нагрева является подвод тепла в весь объем плазмы, а не только в ее поверхностный слой, что существенно уменьшает время подготовки плазмы. Хорошо известно, электромагнитное поле в СВЧ печи является неоднородным, поэтому при СВЧ нагреве возможны локальные перегревы, приводящие к коагуляции белка. Поэтому в существующих в настоящее время СВЧ устройствах плазма не нагревается выше примерно 20 °С. Однако та-

кая температура приводит к дискомфортным ощущениям пациента, поэтому подобные устройства не получили широкого распространения.

Для преодоления этой трудности в работе [2] при СВЧ нагреве температура контролировалась не только на поверхности, но и в объеме плазмы. С этой целью внутрь гемакона вводились термодатчики. Несмотря на успешность такого устройства, оно также не получило широкого распространения в медицинской практике, так как требует переоснащения оборудования всей Службы крови.

В патенте [3] предложено использовать при размораживании и нагреве плазмы алгоритмы, следующие из общей теории управления немарковскими процессами [4]. В данном случае немарковость процесса обусловлена тем, что «тепловые истории» разных гемаконов не идентичны в силу разных условий транспортировки от хранилища до места подготовки.

В данной работе исследуются биохимические параметры плазмы, размороженной и нагретой по алгоритму, предложенному в [3]. Этот алгоритм был реализован в опытном образце устройства «АвтоВолна», изготовленном в ООО «ВибронВ». Аналогичное исследование для устройства WesLabs Plasma Defroster, Westmorland Labs, Inc., New Brunswick, Canada, опубликовано в работе [5].

© Бугримов Д. Ю., Василенко Д. В., Ефимов А. С., Зон Б. А., Кунин В. А., Лихолет А. Н., Наскидашвили В. И., Невежин Е. В., Цветикова Л. Н., 2014

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Спектрофотометрический анализ проводился на спектрофотометре СФ-46 (Химавтоматика, СССР); исследование параметров гемостаза на гемокоагулометре CGL-2110 («Солар», Белоруссия) в НИИ экспериментальной биологии и медицины Воронежской государственной медицинской академии им. Н.Н. Бурденко.

Работа осуществлялась в соответствии с инструкциям к готовым коммерческим наборам реактивов для определения аналитов: набор для определения концентрации общего белка (биуретовым методом) - «Диакон», Москва; образование плотного сгустка при добавлении хлорида кальция - «Ренам», Москва; набор для определения активированного частичного тромбопласти-

нового времени (АЧТВ) - «Ренам», Москва; набор для определения активности VIII фактора свертывания крови - «Ренам», Москва; набор для определения уровня фибриногена - «Ренам», Москва; набор для определения уровня иммуноглобулинов А, М, G, «Biosystems». В ходе анализа применялись калибраторы и стандарты, разработанные для клинической лабораторной диагностики: сыворотка контрольная и стандартная (Trucal U, Trulab N, Trulab P) - «Diasys (Диасис)», Москва; плазма контрольная - «Ренам», Москва.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты исследований параметров свежемороженой плазме после разморозки в приборе «АвтоВолна» представлены в Таблице 1.

Таблица 1

Некоторые параметры свежемороженой плазмы после размораживания СВЧ излучением

№	Показатель, размерность	№ пробы	Полученные значения			Референтные значения в свежей, приготовленной стандартным способом, сыворотке/плазме крови человека
			Повторность		Среднее значение	
			А	Б		
1)	Макроскопический анализ	1	-	-	Соответствует норме	Жидкость светло-желтого цвета, прозрачная, без сгустков и хлопьев
		2	-	-	Соответствует норме	
		3	-	-	Соответствует норме	
		4	-	-	Соответствует норме	
		5	-	-	Соответствует норме	
2)	Образование плотного сгустка при добавлении хлорида кальция	1	+	+	+	Происходит образование сгустка (+ говорит об образовании сгустка)
		2	+	+	+	
		3	+	+	+	
		4	+	+	+	
		5	+	+	+	
3)	Общий белок, г/л	1	63	67	65	65-85
		2	54	48	51	
		3	53	60	57	
		4	57	53	55	
		5	60	60	60	
4)	АЧТВ, сек	1	45.3	45.3	45.3	30-42
		2	37.1	37.1	37.1	
		3	41.2	41.2	41.2	
		4	44	45	44.5	
		5	42.8	42.8	42.8	
5)	Активность VIII фактора свертывания крови, %	1	69	67	68	50-200
		2	101	99	100	
		3	68	64	66	
		4	96	96	96	
		5	70	72	71	

Некоторые параметры свежемороженой плазмы после размораживания СВЧ излучением

№	Показатель, размерность	№ пробы	Полученные значения			Референтные значения в свежей, приготовленной стандартным способом, сыворотке/плазме крови человека
			Повторность		Среднее значение	
			А	Б		
6)	Фибриноген. г/л	1	1.45	1.45	1.45	1.8-4
		2	1.57	1.63	1.6	
		3	1.31	1.29	1.33	
		4	2.4	2.4	2.4	
		5	2.2	2.0	2.1	
7)	Иммуноглобулин А. мг/дл	1	158	171	165	70-400
		2	75	71	73	
		3	155	176	166	
		4	300	320	310	
		5	56	64	60	
8)	Иммуноглобулин М. мг/дл	1	65	61	63	40-230
		2	38	38	38	
		3	62	63	63	
		4	75	85	80	
		5	51	49	50	
9)	Иммуноглобулин G. мг/дл	1	742	785	764	700-1600
		2	804	746	775	
		3	760	781	771	
		4	725	774	750	
		5	823	777	800	
10)	Температура	1	-	-	36.0	36±1°C
		2	-	-	36.5	
		3	-	-	36.3	
		4	-	-	36.1	
		5	-	-	36.0	

Приказ Минздрава РФ от 25 ноября 2002г. № 363 «Об утверждении Инструкции по применению компонентов крови» регламентирует только уровень белка в свежеприготовленной плазме для дальнейшего её хранения. Таким образом, в нашей работе, мы даем данные без сравнительного анализа с исходными данными и/или с требуемыми параметрами к плазме после размораживания. Однако мы считаем необходимым указать референтные значения в Таблице 1 для сыворотки и плазмы, приготовленной стандартным способом с целью обычного медицинского клиничко-лабораторного исследования. Важно помнить, что в процессе приготовления свежемороженой плазмы используются консерванты, что приводит к разведению плазмы и изменению уровня аналитов. Поэтому, референтные значения обычной сыворотки/плазмы не являются

критериями для определения пригодности свежемороженой плазмы к использованию. Тем не менее, исследованные параметры плазмы, размороженной в приборе «АвтоВолна», укладываются в референтные пределы для обычной сыворотки/плазмы или незначительно снижены, что позволяет сделать заключение о сохранности аналитов в донорской плазме после размораживания.

Полученные результаты исследования сопоставимы с литературными данными в отношении сравнения методов размораживания свежемороженой плазмы в стандартных условиях (водяная баня) и по схеме, изложенной в работе [5]. Таким образом, можно предполагать, что метод размораживания и нагрева плазмы, реализованный в приборе «АвтоВолна», пригоден для использования в медицинской практике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sherman L.A. A new rapid method for thawing fresh frozen plasma / L.A.Sherman. I.M.Dorner // Transfusion. — 1974. — Vol. 14. — P. 595-597.

2. Temperature course and distribution during plasma heating with a microwave device/ J. Hirsh [et al.] // Anaesthesia. — 2003. — Vol. 58. — P. 444-447.

3. Устройство для размораживания плазмы крови / Вахтель В.М. и др. // Патент РФ на полез-

ную модель № 108970 (приоритет от 22.02.2011).

4. Лившиц Н.А. Вероятностный анализ систем автоматического управления / Лившиц Н.А., Пугачев В.Н. — Москва: Советское радио. — 1963. — 178 с.

5. Thawing fresh frozen plasma in a microwave oven: a comparison with thawing in 37°C water bath / Churchill W.H. [et al.] // Am. J. Clinical Pathology. — 1992. — Vol. 97. — P. 227-232.

Бугримов Даниил Юрьевич — кандидат медицинских наук. старший научный сотрудник. директор НИИ экспериментальной биологии и медицины Воронежской государственной медицинской академии им. Н.Н.Бурденко.

Василенко Дмитрий Викторович — кандидат медицинских наук. доцент кафедры биохимии Воронежской государственной медицинской академии им. Н.Н.Бурденко.

Ефимов Александр Сергеевич — кандидат медицинских наук. врач высшей категории. заведующий отделением гравитационной хирургии крови БУЗ Воронежской области «Воронежская городская клиническая больница скорой медицинской помощи №10» («Электроника»).

Зон Борис Абрамович — доктор физико-математических наук. профессор. заведующий кафедры математической физики Воронежского государственного университета.

Кунин Вадим Анатольевич — доктор медицинских наук. Проректор Воронежской государственной медицинской академии им. Н.Н. Бурденко.

Лихолет Александр Николаевич — кандидат физико-математических наук. старший научный сотрудник кафедры математической физики Воронежского государственного университета.

Наскидашвили Василий Иванович — старший научный сотрудник кафедры математической физики Воронежского государственного университета.

Bugrimov Daniel Y. — PhD. Senior Scientist. Director of the Institute of Experimental Biology and Medicine. Voronezh State Medical Academy . NN Burdenko.

Vasilenko Dmitry V. — PhD. Associate Professor. Department of Biochemistry . Voronezh State Medical Academy NN Burdenko.

Efimov Alexander S. — PhD. doctor of the highest category . head of gravitational blood surgery BUZ Voronezh region «Voronezh City Hospital ambulance number 10» («Electronics»).

Zones Boris A. — Doctor of Physical and Mathematical Sciences. Professor. Head of the Department of Mathematical Physics. Voronezh State University.

Kunin Vadim A. — Doctor of Medicine. Vice-Rector of Voronezh State Medical Academy N.N. Burdenko.

Likholet Alexander N. — PhD. senior researcher at the Department of Mathematical Physics . Voronezh State University .

Naskidashvili Vasily I. — Senior Researcher Department of Mathematical Physics . Voronezh State University.

Невежен Евгений Владимирович — старший научный сотрудник кафедры полупроводников и микроэлектроники Воронежского государственного университета.

Цветикова Любовь Николаевна — кандидат биологических наук. старший научный сотрудник НИИ экспериментальной биологии и медицины Воронежской государственной медицинской академии им. Н.Н.Бурденко; e-mail: tsvn@front.ru.

Nevezhen Evgeny V. — senior researcher of semiconductor and microelectronics Voronezh State University.

Tsvetikova Lubov N. — PhD. Senior Researcher at the Institute of Experimental Biology and Medicine. Voronezh State Medical Academy NN Burdenko; e-mail: tsvn@front.ru