

## ИЗУЧЕНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ ПЕРИКАРДИАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ ТРУПОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ТАНАТОГЕНЕЗА

Халиков А.А.<sup>1</sup>, Канзафарова Г.А.<sup>1</sup>, Поздеев А.Р.<sup>2</sup>, Кузнецов К.О.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Уфа, e-mail: kirillkuznetsov@aol.com

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Минздрава России, Ижевск

Статья представляет собой выборку предварительных результатов исследования, основанного на определении оптической плотности перикардиальной жидкости трупов с использованием одного из биофизических методов исследования – фотоколориметрии. Цель - исследование оптической плотности жидкости перикарда трупов с разными причинами смерти и типами танатогенеза. Материалом для исследования послужили 178 трупов лиц в возрасте от 22 до 90 лет обоих полов. Трупы были исследованы на базе ГБУЗ «Бюро судебно-медицинской экспертизы Минздрава РБ». Время от момента наступления смерти человека до начала судебно-медицинской экспертизы трупа не превышало 24- часов, трупы не имели признаков гнилостной биотрансформации. При исследовании применялись секционное и гистологическое исследования, которые были дополнены полуколичественными технологиями танатогенетического анализа с последующими расчетами баллов. Умершие отличались по механизму смерти. В ходе исследования было установлено, что на танатогенез «сердечного типа» указывает более высокая плотность перикардиальной жидкости по сравнению с «легочным типом» танатогенеза. Полученные данные проверены методами математической статистики. Группа авторов уверена в том, что исследования в данном направлении являются перспективными. Биофизические методы исследования позволяют значительно облегчить задачу судебно-медицинского эксперта по определению типа танатогенеза.

Ключевые слова: определение типов танатогенеза, «сердечный» тип танатогенеза, «легочный» тип танатогенеза, биофизические методы исследования, фотоколориметрия, оптическая плотность, перикардиальная жидкость.

## ANALYSIS OF OPTICAL DENSITY OF PERICARDIAL LIQUID BY MEANS OF PHOTOCOLORIMETRY AS ONE OF THE METHODS FOR DETERMINING TANATOGENESIS TYPE

Halikov A.A.<sup>1</sup>, Kanzafarova G.A.<sup>1</sup>, Pozdeev A.R.<sup>2</sup>, Kuznetsov K.O.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>FGBOU VO «Bashkir State Medical University» Ministry of Health of Russia, Ufa, e-mail: kirillkuznetsov@aol.com;

<sup>2</sup>FGBOU VO "Izhevsk State Medical Academy" of the Ministry of Health of Russia, Izhevsk.

The article is a selection of preliminary results of a study based on determining the optical density of the pericardial fluid of corpses using one of the biophysical research methods - photocolourimetry. The aim of the study was to study the optical density of the pericardial fluid in corpses with different causes of death and types of tanogenesis. The material for the study was 178 corpses of persons aged from 22 to 90 years of both sexes. The corpses were examined on the basis of the GBUZ "Bureau of Forensic Medical Examination of the Ministry of Health of the Republic of Belarus". The time from the moment of death of a person to the beginning of the forensic medical examination of the corpse did not exceed 24- = hours, the corpses did not show signs of putrefactive biotransformation. During the study, sectional and histological studies were used, which were supplemented with semi-quantitative technologies of thanatogenetic analysis with subsequent calculation of points. The dead differed in the mechanism of death. In the course of the study, it was found that the "cardiac type" thanatogenesis is indicated by a higher density of the pericardial fluid in comparison with the "pulmonary type" of thanatogenesis. The data obtained have been verified by the methods of mathematical statistics. The group of authors is confident that research in this direction is promising. Biophysical research methods will significantly facilitate the task of a forensic medical expert to determine the type of thanatogenesis.

Keywords: determination of types of tanatogenesis, "cardiac" type of tanatogenesis, "pulmonary" type of tanatogenesis, biophysical research methods, photocolourimetry, optical density, pericardial fluid.

Судебно-медицинская наука на основании накопленных знаний выделила «типы танатогенеза», которые позволяют точно классифицировать смерть на основании оценки повреждения жизненно важного органа. Современная классификация типов танатогенеза

включает в себя: мозговой, кардиальный, пульмонарный, печеночный, ренальный, коагулопатический, смешанный. Установление типа танатогенеза является непростой задачей для судебно-медицинского эксперта, так как требует проведения морфологических, гистологических, химических и других исследований. Однако это дает возможность решить судебно-медицинскому эксперту задачи не только механизма умирания, но и дать ответ о ряде обстоятельств, предшествующих наступлению смерти человека [1; 2].

Сердце подлежит обязательному изучению при производстве судебно-медицинской экспертизы. Часто материалом для анализа служит перикардиальная жидкость [1-3]. Установлено, что в перикардиальной жидкости изменяется активность некоторых ферментов, содержание микроэлементов, белка, глюкозы. Недавние молекулярные исследования выявили активность экзосом в перикардиальной жидкости, чутко реагирующих на лечение, хирургические вмешательства и другие воздействия на человека [2-4]. Известно, что такие исследования носят дорогостоящий характер.

Биофизические методы исследования успели занять достойное место в судебно-медицинской практике. Из очевидных преимуществ биофизических методов следует отметить их удобство, точность, простоту использования и объективность [5; 6]. Фотоколориметрия позволяет регистрировать изменения в биологических жидкостях и средах человека и является доступной для любого бюро судебно-медицинской экспертизы. Данный метод исследования будет способствовать более объективной, всесторонней диагностике, что позволит более точно определять тип танатогенеза.

Цель исследования – исследование оптической плотности жидкости перикарда трупов с разными причинами смерти и типами танатогенеза.

#### **Материал и методы исследования**

Материалом для исследования послужили 178 трупов лиц в возрасте от 22 до 90 лет обоих полов. Трупы были исследованы на базе ГБУЗ «Бюро судебно-медицинской экспертизы Министерства здравоохранения Республики Башкортостан». Время от момента наступления смерти до начала судебно-медицинской экспертизы трупа не превышало 24 часов, трупы были без признаков гнилостной биотрансформации.

В исследовании были использованы секционное и гистологическое исследования, которые были дополнены полуколичественными технологиями [2]. Мозговой тип танатогенеза характеризовался перицеллюлярным и деструктивным отеком тканей головного мозга. Пульмонарный тип устанавливали при обнаружении неравномерного полнокровия и интерстициального отека с излитием фибрина в альвеолы и образованием гиалина. Кардиальный тип был представлен наличием гипертрофии кардиомиоцитов, а также наличием

признаков фрагментации, цитолиза, фиброза. Также выделяли смешанный тип, включающий несколько вариантов.

Перикардальная жидкость изымалась в момент секции при рассечении сердечной сумки в объеме 5 мл с помощью стерильного пластикового одноразового шприца для последующего фотокolorиметрического исследования. Фотокolorиметрическое исследование проводилось сразу же после взятия образцов. Мы использовали однолучевой спектрофотометр СФ-2000 с высокой точностью измерений в диапазоне волн 190-1100 нм. Спектрофотометр подключался к персональному компьютеру с использованием порта USB, и данные переносились на внутренний хранилище при помощи специальных программ из комплекта поставки прибора. При измерении применялись кварцевые кюветы К-10 объемом 1 мл. От каждого трупа набиралось не менее 3 кювет с перикардальной жидкостью.

Учитывались такие факторы, как половая принадлежность и возраст умерших, давность смерти и причины, наличие в крови алкоголя. Все учтенные факторы и результаты исследования вносились в базу данных, сгенерированную с использованием программы *Microsoft Excel*, который является частью пакета *Microsoft Office*. Полученные данные анализировали в многофункциональной программе для решения исследовательских задач *SPSS Statistics 23.0*, с использованием сложных выборок и непараметрических критериев *Краскела - Уоллиса* и *Манна - Уитни*.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

По полу материал распределялся следующим образом: мужчины – 125 (69,8%), женщины – 53 (29,6%). В возрастном аспекте отмечались следующие показатели: 20–29 лет – 10 (5,6%) человек, 30–39 лет – 24 (13,5%), 40–49 лет – 25 (14,0%), 50–59 лет – 46 (25,8%), 60–69 лет – 30 (16,9%), 70–79 лет – 27 (15,2%), 80–90 лет – 16 (9,0%) человек. Алкоголиметрия отмечена в 69 наблюдениях, что соответствует 38,8%. Из 69 (100,0%) исследований алкогольное опьянение легкой степени отмечалось в 14 (20,3%) случаях, средняя – в 16 (23,2%), сильная – в 4 (5,8%), тяжелая – в 20 (29,0%) случаях; отравление, не совместимое с жизнью – в 15 (21,7%) случаях. Летальный исход в результате внезапной сердечной смерти (МКБ10 – I46.1) наступил в 92 (51,7%) случаях, смерть от отравления этиловым спиртом (МКБ10 – T51) в 15 (8,4%) случаях, механический вид асфиксии (МКБ10 – T71) в 37 (20,8%) случаях, смерть, наступившая на месте происшествия от полученных повреждений (МКБ10 – S00-T98), не совместимых с жизнью, в 34 (19,1%) случаях. По механизмам умирания: легочный тип встречался в 15 (8,4%) случаях, сердечный в 75 (42,4%) случаях, мозговой тип в 25 (14%) случаях, смешанный в 63 (35,2%) случаях.

Результаты исследования биофизических параметров (оптической плотности) жидкости перикарда в группах, сформированных по причинам наступления смерти, отображены на рисунке 1.

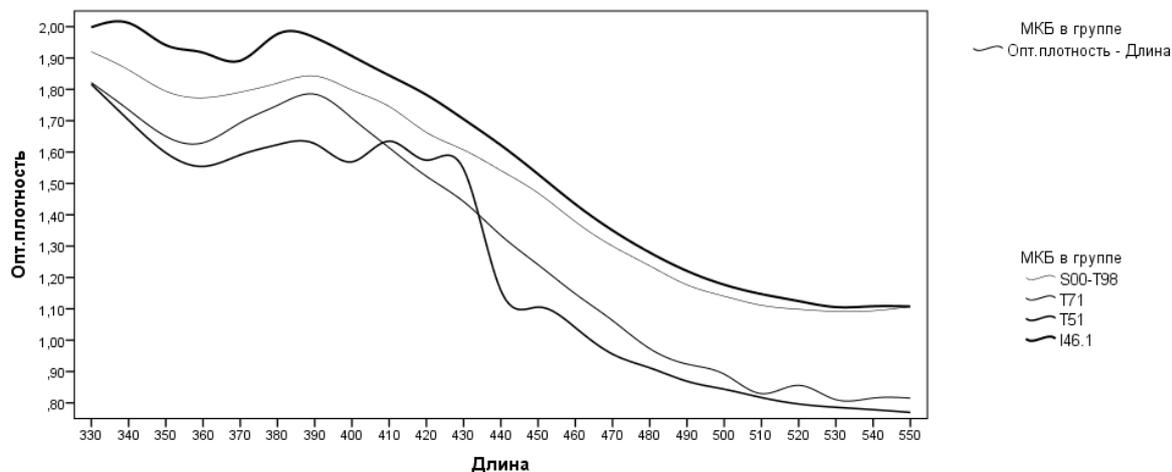


Рис. 1. Оптическая плотность перикардиальной жидкости в группах, различающихся по причинам наступления смерти

Наблюдается снижение оптической плотности перикардиальной жидкости с увеличением длины волны используемого спектрофотометра, что типично для биологических жидкостей. При этом определяется наличие небольших различий между группами, различающимися по причинам наступления смерти, о чем нами было сообщено в предшествующей публикации [1]. Результаты фотокolorиметрии дают объективную информацию о состоянии человека на момент смерти и дают возможность сделать заключение о возможности применения на практике предложенного нами метода в качестве дополнительного способа диагностики при различных типах танатогенеза.

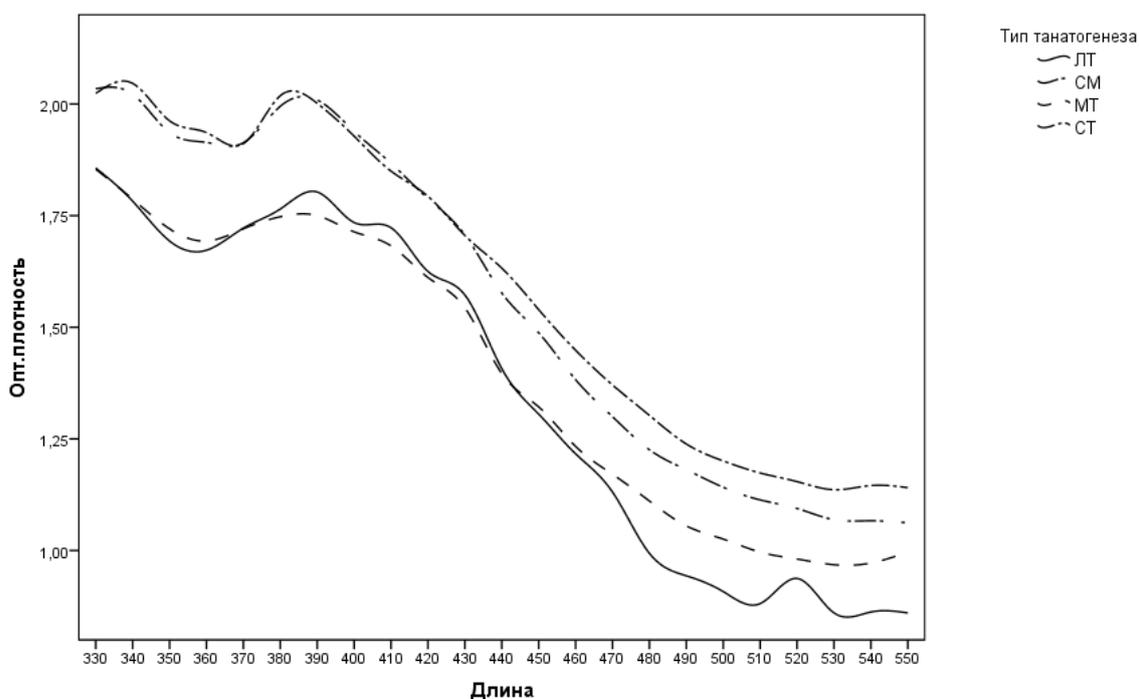


Рис. 2. Оптическая плотность перикардиальной жидкости в группах, различных по типу танатогенеза (ЛТ – легочный, СМ - смешанный, СТ - сердечный, МТ – мозговой)

Различия оптической плотности в группах, различающихся по типу танатогенеза, отображены на рисунке 2. Видны различия в оптической плотности перикардиальной жидкости в группах с разными типами танатогенеза на более высоких длинах световой волны. Располагаются близко графики оптической плотности сердечного и смешанного типа танатогенеза (сверху первая и вторая линия) и снизу – мозговой и легочный типы танатогенеза. Для выявления статистически значимых различий был использован непараметрический критерий Краскела - Уоллиса предназначенный для проверки равенства медиан нескольких выборок (табл. 1). Как видно, из полученных результатов гипотеза о равенстве отвергается на всех длинах волн, кроме 330 и 430 нм, что указывает на информативность используемого метода.

Таблица 1

Критерий Краскела - Уоллиса на длинах волн от 330 до 550 нм

Длина волны, нм	330	340	350	360	370	380	390	400
Kruskal Wallis	4,176	11,507	19,345	17,492	12,231	17,783	15,435	14,127
Asymp. Sig.	0,243	0,009	0,001	0,001	0,007	0,001	0,001	0,003
Длина волны, нм	410	420	430	440	450	460	470	480
Kruskal Wallis	10,12	9,252	7,763	20,394	19,062	17,912	14,361	17,476

Asymp. Sig.	0,018	0,026	0,059	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001
<b>Длина волны, нм</b>	<b>490</b>	<b>500</b>	<b>510</b>	<b>520</b>	<b>530</b>	<b>540</b>	<b>550</b>	
Kruskal Wallis	16,58	16,027	15,823	10,627	13,404	16,487	13,352	
Asymp. Sig.	0,001	0,001	0,001	0,014	0,004	0,001	0,004	

В дальнейшем проводили сравнение средних значений между группами, различающимися по танатогенезу, с использованием критерия Манна - Уитни на разных длинах волн (табл. 2). Сравнение легочного типа танатогенеза со смешанным типом выявило достоверные различия в длинах волн света 450, 480, 490, 500, 510, 530, 540, 550 нм ( $p < 0.05$ ). Сравнение легочного типа с мозговым типом выявило достоверные отличия оптической плотности в длинах волн 480, 490, 550 нм ( $p < 0.05$ ). Сравнение группы легочного типа танатогенеза с сердечным типом выявило достоверные отличия в длинах волн оптической плотности 440, 450, 460, 470, 480, 490, 500, 510, 530, 540, 550 нм ( $p < 0.05$ ). Сравнение смешанного типа танатогенеза с мозговым типом выявило достоверные отличия в длинах волн оптической плотности 340, 350, 360, 370, 380, 390, 400, 410, 420, 430, 440, 450, 460, 470, 490, 500, 510 нм ( $p < 0.05$ ). Сравнение смешанного типа танатогенеза с сердечным типом не выявило достоверных отличий на всех изучаемых длинах волн оптической плотности ( $p > 0.05$ ). Сравнение сердечного типа танатогенеза с мозговым типом выявило достоверные отличия в длинах волн оптической плотности в диапазоне 340–550 нм ( $p < 0.05$ ). Наибольшее число достоверных различий между группами сравнения было получено в оптическом диапазоне волн от 440 до 550 нм.

Таблица 2

Сравнение средних значений между группами, различающимися по танатогенезу, с использованием критерия Манна - Уитни

<b>Сравниваемые группы</b>	<b>330</b>	<b>340</b>	<b>350</b>	<b>360</b>	<b>370</b>	<b>380</b>
ЛТ-СМ	0,381	0,083	0,071	0,074	0,189	0,167
ЛТ-МТ	0,968	0,726	0,469	0,562	0,859	0,959
ЛТ-СТ	0,413	0,057	0,007	0,021	0,127	0,068
СМ-МТ	0,104	0,029*	0,015*	0,016*	0,021*	0,006*
СМ-СТ	0,728	0,798	0,594	0,667	0,822	0,728
МТ-СТ	0,074	0,003*	0,001*	0,001*	0,001*	0,001*
<b>Сравниваемые группы</b>	<b>390</b>	<b>400</b>	<b>410</b>	<b>420</b>	<b>430</b>	<b>440</b>
ЛТ-СМ	0,195	0,161	0,270	0,297	0,310	0,111
ЛТ-МТ	0,890	0,982	0,872	0,872	0,968	0,868
ЛТ-СТ	0,123	0,089	0,337	0,299	0,186	0,036*

СМ-МТ	0,011*	0,005*	0,007*	0,012*	0,038*	0,002*
СМ-СТ	0,951	0,984	0,854	0,918	0,935	0,728
МТ-СТ	0,001*	0,001*	0,004*	0,006*	0,013*	0,001*
<b>Сравниваемые группы</b>	<b>450</b>	<b>460</b>	<b>470</b>	<b>480</b>	<b>490</b>	<b>500</b>
ЛТ-СМ	0,046*	0,103	0,103	0,023*	0,017*	0,010*
ЛТ-МТ	0,787	0,642	0,593	0,045*	0,042*	0,051
ЛТ-СТ	0,034*	0,042*	0,029*	0,001*	0,002*	0,004*
СМ-МТ	0,005*	0,012*	0,036*	0,060	0,054*	0,051*
СМ-СТ	0,638	0,553	0,539	0,566	0,461	0,609
МТ-СТ	0,001*	0,001*	0,001*	0,002*	0,004*	0,003*
<b>Сравниваемые группы</b>	<b>510</b>	<b>520</b>	<b>530</b>	<b>540</b>	<b>550</b>	
ЛТ-СМ	0,016*	0,093	0,031*	0,021*	0,019*	
ЛТ-МТ	0,067	0,414	0,067	0,055	0,036*	
ЛТ-СТ	0,005*	0,092	0,011*	0,005*	0,008*	
СМ-МТ	0,045*	0,041*	0,084	0,083	0,148	
СМ-СТ	0,566	0,682	0,499	0,346	0,390	
МТ-СТ	0,003*	0,004*	0,005*	0,001*	0,008*	

Примечание: указан Asymp. Sig Mann-Whitney U, \* достоверные различия сравниваемых пар при  $P \geq 95\%$ ; группы сравнения танатогенеза: 1 – легочный тип; 2 – смешанный тип; 3 – мозговой тип; 4 – сердечный тип.

В целом можно говорить о заинтересованности оптической плотности перикардиальной жидкости при разных типах танатогенеза, однако необходимо учитывать длины волн, на которых следует проводить их изучение. При сравнении оптической плотности смешанного и сердечного типов танатогенеза не выявлено статистически достоверных различий средних значений оптической плотности жидкости перикарда, что может быть связано со сходством механизма танатогенеза в этих группах.

### **Выводы**

1. Фотокolorиметрия объективно отражает состояние человека при различных патологических состояниях и в премортальный период.
2. Для объективизации типов танатогенеза оптическую плотность перикардиальной жидкости целесообразно изучать в диапазоне волн от 340 до 550 нм, при этом отмечается наибольшее число достоверных различий между группами сравнения в диапазоне волн от 440 до 550 нм.
3. При сравнении оптической плотности смешанного и сердечного типов танатогенеза не выявлено статистически достоверных отличий средних значений оптической плотности перикардиальной жидкости, что может быть связано со сходством механизма танатогенеза в исследуемых группах.
4. При оценке типов танатогенеза и измерении оптической плотности перикардиальной жидкости необходимо учитывать длины волн, на которых следует

объективизировать предполагаемый тип танатогенеза, что несет в себе практическую значимость для судебно-медицинской экспертизы.

5. Необходимо отметить, что изучение оптической плотности жидкости перикарда с помощью фотоколориметрии как метода биофизического исследования имеет определенные перспективы для дальнейшего изучения и объективизации судебно-медицинских экспертиз.

### Список литературы

1. Turpeinen A., Hedman M. Pericardial fluid: assessment and examination. *Duodecim*. 2017. Vol. 133. no 4. P. 403-410.
2. Ambartsymian S.V. Morphological aspects of the familial Mediterranean fever. *Georgian Med News*. 2012. Vol. 204. P. 59-62.
3. González-Herrera L., Valenzuela A., Ramos V., Blázquez A., Villanueva E. Cardiac troponin T determination by a highly sensitive assay in postmortem serum and pericardial fluid. *Forensic Sci Med Pathol*. 2016. Vol. 12. no 2. P. 181-188.
4. Sahoo S., Mathiyalagan P., Hajjar R.J. Pericardial Fluid Exosomes: A New Material to Treat Cardiovascular Disease. *Molecular Therapy*. 2017. Vol. 25. no 3. P. 568-569.
5. Халиков А.А., Витер В.И. Значение биофизических исследований в проблеме диагностики давности механической травмы // *Медицинская экспертиза и право*. 2011. № 6. С. 38-41.
6. Поздеев А.Р., Витер В.И., Козлова Т.С. Алгоритм оценки локальных постинъекционных осложнений: монография. Alosen: Sandermoen Publishing, 2017. 121 с.