

Морфологические признаки различных темпов наступления смерти

В. А. Путинцев¹, Д. В. Богомолов¹, Д. В. Сундуков²

¹ Российский центр судебно-медицинской экспертизы Минздрава России,
Россия, 125284, Москва, ул. Поликарпова, д. 12/13

² Российский университет дружбы народов,
Россия, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

Morphological Characteristics of Different Rates of Dying

Vladimir A. Putincev¹, Dmitry V. Bogomolov¹, Dmitry V. Sundukov²

¹ Russian Centre of Forensic Medical Expertise, Russian Ministry of Health,
12/13 Polikarpov Str., 125284 Moscow, Russia

² Peoples Friendship University of Russia,
6 Miklukho-Maclaya, Moscow 117198, Russia

Цель исследования: научное обоснование и разработка доступных морфологических критериев, позволяющих устанавливать длительность умирания и темп наступления смерти.

Материалы и методы. Материал основного исследования — 206 выявленных случаев смерти у лиц с различным заранее известным процессом умирания, что и являлось критерием отбора из 1500 случаев смерти ($n=206$, 14%). Из них в рамках судебно-медицинской экспертизы — 110 случаев наблюдений, судебно-медицинского исследования трупа — 79 случаев и в рамках патологоанатомического вскрытия — 17 случаев. Объем выработки исходного материала составил от 30 до 57 случаев наблюдения в 5 группах. Для первого временного интервала было отобрано — 53 случая наблюдений, для второго — 30 наблюдений, для третьего — 32 наблюдения, для четвертого — 34 наблюдения и для пятого — 57 наблюдений. При исследовании материала применяли следующие методы: анализ сведений об обстоятельствах наступления смерти (по материалам дела), ретроспективный клинично-анатомический анализ, основной (классический) метод вскрытия трупов людей при секционных исследованиях и гистологическое исследование. Дополнительно применяли ИГХ-исследование, а также морфометрический, макроскопический и фотографический методы. Для точности и надежности полученных результатов исследования использовали морфолого-статистический анализ, который включал в себя как статистический анализ морфологических признаков, так и танатогенетический анализ случаев отобранного материала.

Результаты исследования. Разработали и научно обосновали методику установления 5-и темпов умирания по морфологическим признакам, систематизированным в морфологические комплексы: молниеносный темп $\leq 15-30$ мин; быстрый темп >30 мин — ≤ 2 ч; средний темп >2 — ≤ 6 ч; медленный темп >6 — ≤ 12 ч; длительный темп >12 ч. Апробация предложенного метода на валовом экспериментальном материале позволила для каждого морфологического комплекса установить диагностический предел суммарной значимости и, таким образом, усовершенствовать методику установления темпа умирания по морфологическим признакам для судебно-медицинской практики.

Заключение. Установленные в данной работе морфологические комплексы темпа наступления смерти послужат дальнейшему развитию не только судебно-медицинской танатологии, но и совершенствованию лечебно-профилактической помощи.

Ключевые слова: темп умирания; длительность (продолжительность) умирания; агональный период; внезатная смерть; морфологические признаки; морфологический комплекс; танатогенез

The purpose of the study: scientific evidence and development of accessible morphological criteria that allow to determine the duration of dying and the rate of dying.

Materials and methods. The material of the main study included 206 identified deaths of persons with different pre-known processes of dying, which served as criterion for selection from 1500 deaths ($n=206$, 14%). Of these, 110 cases were observed by the forensic medical expertize, 79 cases were revealed by the forensic medical examination of the dead body and 17 cases were included after the postmortem autopsy. The sample included from 30 to 57 cases subdivided in 5 groups. 53 cases were selected for the first time interval, 30 observations for the second one, 32 observations for the third one, 34 observations for the fourth one and 57 observations for the fifth time interval. The following methods were used to study the material: analysis of information about the circumstances of death (based on the records), retrospective clinical and anatomical analysis, the main (classical) method of autopsy of human corpses in sectional studies and histological examination. In addition, an immunohistochemical test, as well as mor-

Адресс для корреспонденции:

Владимир Путинцев
E-mail: pv963@rambler.ru

Correspondence to:

Vladimir A. Putintsev
E-mail: pv963@rambler.ru

phometric, macroscopic and photographic methods were used. For the accuracy and reliability of the findings, morphological and statistical analysis was used, which included both statistical analysis of morphological characteristics and tanatogenetic analysis of the cases of the sampled material.

Study results. We developed and scientifically proved a methodology for determining 5 rates of dying according to the morphological characteristics systematized in morphological complexes: fulminant rate $\leq 15-30$ min; fast rate >30 min – ≤ 2 h; moderate rate >2 – ≤ 6 h; slow rate >6 – ≤ 12 h; lingering rate >12 h. Approbation of the proposed method on the gross experimental material allowed to set the diagnostic limit of the total significance for each morphological complex, and thereby, to improve the methodology of establishing the rate of dying in accordance to the morphological characteristics for the use in forensic practice.

Conclusion. The morphological complexes of the rate of dying established in this work would serve as a base for further development of not only forensic thanatology, but also for the aim of improving the medical and preventive care.

Keywords: *rate of dying; duration of dying; agonal period; sudden death; morphological features; morphological complex; thanatogenesis*

DOI:10.15360/1813-9779-2018-4-35-43

Введение

Определение продолжительности жизни человека при различных видах насильственной и ненасильственной смерти оказывает существенную помощь судебно-следственным органам при установлении истины в ходе раскрытия и расследования преступлений.

Установление длительности умирания человека, а также связанного с ним темпа наступления смерти по морфологическим признакам являются одной из наиболее старых и сложных проблем судебно-медицинской танатологии, до сих пор не получившей удовлетворительного решения. Темп наступления смерти зависит от ряда субъективных и объективных причин, которые могут ускорить или замедлить его и, тем самым, повлиять не только на длительность процесса умирания, но и на танатогенез в целом. С пониманием происходящих в умирающем организме процессов связаны своевременность, интенсивность и целенаправленность мер, направленных на реанимацию человека [1]. Прежде всего, это важно для объективизации процесса умирания во времени, что позволит адекватно оценить своевременность и полноту проведенных лечебных мероприятий. В связи с этим изучение длительности умирания и темпа наступления смерти по морфологическим признакам в ходе танатогенетического анализа при различных причинах насильственной и ненасильственной смерти с учетом влияния внешних и внутренних факторов послужит дальнейшему развитию не только судебно-медицинской танатологии, но и совершенствованию лечебно-профилактической помощи [2–5].

В настоящее время в судебной медицине в зависимости от скорости наступления смерти (темпа умирания) ее подразделяют на быструю (острую), наступающую мгновенно, внезапно, без агонального периода, и медленную (агональную), наступающую медленно и сопровождающуюся агонией, длящейся несколько минут или часов и более [4, 5]. Эта классификация основывается, прежде всего, на клинических и инструментальных призна-

Introduction

The determination of the life expectancy in different types of violent and non-violent death provides substantial assistance to the judicial and investigative authorities in establishing the truth in the investigation of crimes.

The determination of the duration of dying, as well as the associated rate of dying based on morphological characteristics is one of the oldest and most complex problems of forensic thanatology, which has not yet received a satisfactory solution. The rate of dying depends on a number of subjective and objective reasons that can accelerate or slow it down and thus affect not only the duration of the dying process, but also the thanatogenesis as a whole. The understanding of processes occurring in the dying organism is associated with the timeliness, intensity and purposefulness of measures aimed at resuscitation [1]. First of all, it is important to objectify the process of dying in relation to timing to assess the timeliness and completeness of the treatment adequately. In this regard, the study of the duration of dying and the rate of dying according to the morphological characteristics during thanatogenetic analysis at various causes of violent and non-violent death, taking into account the influence of external and internal factors, might contribute to further development of not only forensic thanatology, but also to improving preventive and medical care [2–5].

At present, in the forensic medicine, depending on the rate of dying, the death is considered fast (acute), coming instantly, suddenly, without agonal period, and slow (agonal), coming slowly and accompanied by agony, lasting several minutes or hours or more [4, 5]. This classification is based primarily on clinical and instrumental characteristics developed by physiologists and clinicians in the second half of the last century [6]. Such well-known scientists as Avdeev M.I., MD, Professor, corresponding member of the USSR Academy of Sciences (1957), Davydovsky I.V., MD, Professor, academician of the USSR AMS (1966), and Kasyanov M.I., MD, Professor (1954) pointed in their scientific works that death from any cause within 12

ках, разработанных физиологами и клиницистами еще во второй половине прошлого столетия [6]. О том, что наступление смерти в течение 12 часов, от каких бы причин она ни происходила, дает одинаковую морфологическую картину, на которую указывали в своих научных работах такие известные ученые, как д. м. н., профессор, член-корреспондент АНМ СССР Авдеев М. И. (1957), д. м. н., профессор, академик АМН СССР Давыдовский И. В. (1966), д.м.н., профессор Касьянов М. И. (1954). В своих работах они отмечали, что при быстро наступившей смерти в полостях сердца и крупных кровеносных сосудах обнаруживают жидкую кровь без свертков. Нахождение красных свертков крови также свидетельствует о коротком агональном периоде. При длительной агонии образуются желтовато-белые или белые свертки за счет повышения свертываемости крови. Из микроскопических признаков быстро наступившей смерти ими были описаны: резкое полнокровие капилляров и венозных сосудов, стазы, мелкие периваскулярные кровоизлияния, периваскулярный отек и др. Несмотря на то, что макро- и микроскопическая морфологическая картина острой смерти довольно охарактеризована благодаря научным трудам предыдущего поколения ученых, и не возникает трудностей с ее диагностикой, к сожалению, на сегодняшний день этого недостаточно для суждений о длительности и темпе умирания.

Необходимо также отметить, что установление длительности и темпа умирания является важным звеном танатогенетического анализа при разборе летальных случаев на клинико-анатомических конференциях при дифференциальной диагностике, например: острой массивной кровопотери с острым малокровием, внезапной и скоропостижной смертью (ВС и СС, соответственно) и т.д. Длительность интервала между сердечным приступом и моментом смерти позволяет выделить в группе СС быструю смерть (в пределах 60 минут — ВС) и СС с продолжительностью манифестации заболевания до 1 суток [7, 8]. И не случайно в формуле специальности — судебная медицина (шифр специальности: 14.03.05) в одном из пунктов ее приоритетных областей исследования указано — изучение причин и танатогенеза внезапной смерти, совершенствование методов ее диагностики и профилактики [9]. Все это объективно свидетельствует об актуальности подобного исследования и обусловило необходимость дальнейшего изучения морфологических изменений процесса умирания во времени при различных видах насильственной и ненасильственной смерти для совершенствования методов диагностики темпа наступления смерти в судебно-следственной практике, а также в решении вопросов здравоохранения. В связи с чем коллективом авторов ФГБУ «РЦСМЭ» МЗ РФ в течение нескольких лет разрабатывается проблема установления темпа наступления смерти и длительности умирания по

hours presents the same morphological pattern. In their works, they noted that liquid blood without clots was found in the heart cavities and large blood vessels after rapid death. The presence of red blood clots also indicates a short agonal period. In the case of prolonged agony, off-white or white clots are formed due to increased blood clotting. They described the following microscopic signs of fast death: precipitous plethora of capillaries and veins, stases, small perivascular hemorrhages, perivascular edema, etc. Although the macro- and microscopic morphological presentation of acute death is sufficiently described by scientific works of the previous generation of scientists, and there are no difficulties with its diagnosis, unfortunately, today it is not enough to make judgments about the duration and rate of dying.

It should also be noted that the determination of the duration and rate of dying is an important part of thanatogenetic analysis while assessing lethal cases at clinical-anatomical conferences in the process of differential diagnosis, for example: between acute massive blood loss and acute anemia, sudden and unexpected death (SD and UD, respectively), etc. The duration of the interval between the heart attack and the moment of death makes it possible to distinguish rapid death in the UD group (SD within 60 minutes) and UD with the duration of the disease manifestation for up to 1 day [7, 8]. And it is no accident that the formula of the specialty, i.e. forensic medicine (code of specialty: 14.03.05), contains the study of the causes and thanatogenesis of sudden death, improvement of methods of its diagnosis and prevention as one of the items of its principle areas of research [9]. All this objectively indicates the relevance of such a study and necessitated further study of the morphological changes in the process of dying with time in different types of violent and non-violent death, in order to improve methods of diagnosis of the rate of dying in forensic practice, as well as in addressing public health issues. In this connection, the team of authors of the Russian Center of Forensic Medicine under the Ministry of Health of the Russian Federation has been studying the problem of establishing the rate of dying and the duration of dying according to morphological data for several years [10, 11]. The introduction of molecular biology methods in the study of the terminal state morphology is urgent [12, 13], especially in view of the efforts of clinicians to predict the outcome of resuscitation [14, 15].

The purpose of the study was to accumulate scientific evidence and develop accessible morphological criteria that allow to determine the duration of dying and the rate of dying.

Materials and Methods

The material of the main study included 206 identified deaths of persons with different pre-known processes of dying, which was the criterion for selection from 1500 deaths ($n=206$, 14%). Of these, 110 cases were observed in

морфологическим данным [10, 11]. Актуальным является внедрение методов молекулярной биологии в изучение морфологии терминальных состояний [12, 13], особенно ввиду усилия клиницистов по прогнозированию исхода реанимации [14, 15].

Цель исследования — научное обоснование и разработка доступных морфологических критериев, позволяющих устанавливать длительность умирания и темп наступления смерти.

Материал и методы

Материал основного исследования — 206 выявленных случаев смерти у лиц с различным заранее известным процессом умирания, что и являлось критерием отбора из 1500 случаев смерти ($n=206$, 14%). Из них в рамках судебно-медицинской экспертизы — 110 случаев наблюдений, судебно-медицинского исследования трупа — 79 случаев и в рамках патологоанатомического вскрытия — 17 случаев. Распределение летальных случаев с заранее известным процессом умирания по непосредственной причине смерти и длительности умирания представили в табл. 1. Выборку материала в основном проводили с его редуцированием на группы с учетом длительности умирания по следующим временным интервалам агонального периода: 1) $\leq 15-30$ минут; 2) > 30 минут ≤ 2 часов; 3) $> 2 \leq 6$ часов; 4) > 6 часов ≤ 12 часов; 5) > 12 часов. Объем выработки исходного материала составил от 30 до 57 случаев наблюдения в 5 группах. Для первого временного интервала было отобрано — 53 случая наблюдений (группа 1, $n=53$), для второго — 30 наблюдений (группа 2, $n=30$), для третьего — 32 наблюдения (группа 3, $n=32$), для четвертого — 34 наблюдения (группа 4, $n=34$) и для пятого — 57 наблюдений (группа 5, $n=57$) (рисунок).

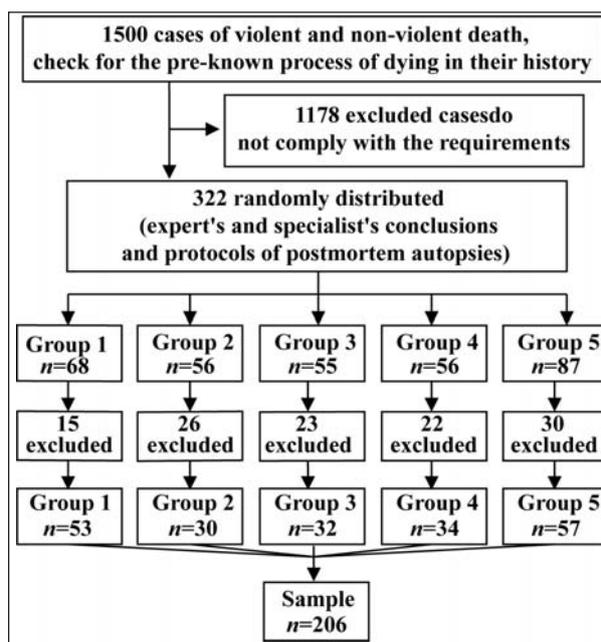


Рис. 1. Схема выборки материала.

Fig. 1. Sampling flow-chart.

Примечание. Cases — случаев; of violent and non-violent death, check for the pre-known process of dying in their history — насильственной и ненасильственной смерти, проверяемых на заранее известный процесс умирания в их истории; excluded — исключенных; do not comply with the requirements — не удовлетворяющих требованиям; randomly distributed (expert's and specialist's conclusions and protocols of postmortem autopsies) — случайно распределенных (заключений эксперта и специалиста, и протоколов патологоанатомических вскрытий); group — группа; sample — выборка.

Таблица 1. Непосредственные причины смерти и длительность умирания исследуемых лиц.
Table 1. Immediate causes of death and duration of dying of the studied subjects.

Parameters	Values of parameters in groups					Total
	1 st	2 nd	3 ^d	4 th	5 th	
Groups						
Duration of dying	$\leq 15-30$ min	> 30 min ≤ 2 h	> 2 h ≤ 6 h	> 6 h ≤ 12 h	> 12 h	
Causes of death	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	
Death from injury (extensive and/or severe destruction of the body and its parts)	16	5	2	1	2	26
Complications of trauma, which directly resulted in death:						
blood loss	10	9	10	9	6	44
shock	6	5	3	2	2	18
embolism	2	1	1	1	1	6
compression of organs with blood	—	1	1	1	2	5
Asphyxia	14	2	1	1	2	20
Electric shock	1	1	1	1	4	8
Hypothermia	—	2	1	2	2	7
Thermal burns	—	1	1	3	10	15
Poisoning	1	1	5	7	9	23
Sudden death (cardiovascular diseases)	3	2	6	6	17	34
Total	53	30	32	34	57	206

Примечание. Parameters — показатели; values of ... in groups — значения ... в группах; duration of dying — длительность умирания; causes of death — причины смерти; death from injury (extensive and/or severe destruction of the body and its parts) — смерть от травмы (обширные и/или грубые разрушения тела и отдельных его частей); complications of trauma, which directly resulted in death — осложнения травмы, которые непосредственно привели к смерти; blood loss — кровопотеря; shock — шок; embolism — эмболия; compression of organs with blood — сдавление органов кровью; asphyxia — асфиксия; electric shock — электротравма; hypothermia — общее охлаждение; thermal burns — термические ожоги; poisoning — отравления; sudden death (cardiovascular diseases) — внезапная смерть (заболевания сердечно-сосудистой системы); total — всего.

При исследовании исходного материала применяли следующие методы: анализ сведений об обстоятельствах наступления смерти (по материалам дела), ретроспективный клинко-анатомический анализ, основной (классический) метод вскрытия трупов людей при секционных исследованиях, гистологическое исследование, а также ИГХ-исследование, по нашим данным об экспрессии фибриногена в легких (табл. 2), вносящее вклад в разрешение проблемы установления темпа и длительности умирания. Дополнительно применяли морфометрический, макроскопический и фотографический методы. В одном из случаев смерти от фульминантного сепсиса (молниеносная форма сепсиса) для исследования аутопсийного материала впервые применили метод ПЦР (полимеразная цепная реакция).

Для точности и надежности полученных результатов исследования использовали морфолого-статистический анализ, который включал в себя как статистический анализ морфологических признаков, так и танатогенетический анализ случаев отобранного материала [16, 17]. Танатогенетический (полуколичественный) анализ [16] позволил составить суждение о непосредственной причине смерти и темпе умирания, а также сформулировать клинко-анатомический эпикриз как необходимый компонент для морфолого-статистического анализа (табл. 1). При статистическом анализе вычислили средние баллы и их ошибки, средние квадратичные отклонения, доверительные интервалы, провели корреляционный анализ данных морфологических признаков. Оценку достоверности проводили по *t*-критерию Стьюдента. Различия считали достоверными, если *p* составлял 95% и более процентов ($p < 0,05-0,01$). Обработку данных осуществляли с помощью лицензионной версии пакета прикладных программ SAS (Statistical Analysis System) и стандартных математических таблиц «Microsoft Excel».

Результаты и обсуждение

На основе анализа полученных результатов определили 34 неспецифических морфологических признака (критерия) с высокой частотой встречаемости (табл. 2). В 1-й группе ($n=53$) наблюдения случаев насильственной и ненасильственной смерти, выявили 12 морфологических признаков. Во 2-й и 3-й группах ($n=30$ и $n=32$, соответственно) — по 6 морфологических признаков. В 4-й и 5-й группах ($n=34$ и $n=57$, соответственно) — по 5 морфологических признаков.

На заключительном этапе исследования данные признаки были использованы в морфолого-математическом моделировании процесса умирания, на основании которого разработали и научно обосновали методику установления длительности и темпа умирания по морфологическим признакам. В ходе исследования выявили, что субъективная экспертная оценка признаков по приведенным позициям различается в зависимости от навыка эксперта и стажа его работы, что отрицательно сказывается на доказательственном значении выводов или суждений. Для совершенствования данного метода судебно-медицинской практики разработали таблицу, позволяющую установить пять вариантов темпа наступления смерти по 5-и морфологическим ком-

the forensic medical expert examination, 79 cases in the forensic medical examination of the dead body and 17 cases in the postmortem autopsy. The distribution of lethal outcomes with a pre-known process of dying in accordance to the immediate cause of death and duration of dying is presented in Table 1. The sampling was mainly carried out with its reduction into groups taking into account the duration of dying in the following time intervals of the agonal period: 1) $\leq 15-30$ minutes; 2) > 30 minutes ≤ 2 hours; 3) $> 2 \leq 6$ hours; 4) > 6 hours ≤ 12 hours; 5) > 12 hours. The baseline sample included from 30 to 57 cases of observation in 5 groups. For the first time interval, 53 cases were selected (group 1, $n=53$), 30 observations for the second one (group 2, $n=30$), 32 observations for the third one (group 3, $n=32$), 34 observations for the fourth one (group 2, $n=34$) and 57 observations for the fifth time interval (group 5, $n=57$) (figure).

The following methods were used to study the material: analysis of information about the circumstances of death (based on the case records), retrospective clinical and anatomical analysis, the main (classical) method of autopsy of human corpses in sectional studies, histological study, as well as immunohistochemical study, according to our data on the expression of fibrinogen in the lungs (table 2), contributing to the resolution of the problem of establishing the rate and duration of dying. In addition, morphometric, macroscopic and photographic methods were used. In one case of death from fulminant sepsis, the method of PCR (polymerase chain reaction) was applied for the first time to study the autopsy material.

For the accuracy and reliability of the findings, morphological and statistical analysis was used, which included both statistical analysis of morphological characteristics and thanatogenetic analysis of the cases of the sampled material [16, 17]. The thanatogenetic (semi-quantitative) analysis [16] allowed to make a judgment about the immediate cause of death and the rate of dying, as well as to formulate clinical and anatomical epicrisis as a necessary component for morphological and statistical analysis (table. 1). During the statistical analysis, we calculated the average scores and their errors, the mean square deviations, confidence intervals, and conducted a correlation analysis of these morphological characteristics. The significance was assessed according to the *t*-test. Differences were considered significant, if *p* was 95% or more ($p < 0.05-0.01$). Data processing was carried out using the licensed version of the SAS (Statistical Analysis System) application package and standard mathematical tables «Microsoft Excel».

Results and Discussion

Based on the analysis of the findings, 34 non-specific morphological features (criteria) with a high frequency of occurrence were determined (table 2). In group 1 ($n=53$), the analysis of violent and non-violent deaths identified 12 morphological features. In groups 2 and 3 ($n=30$ and $n=32$, respectively) 6 morphological features were identified. In groups 4 and 5 ($n=34$ and $n=57$, respectively), 5 morphological features were identified.

At the final stage of the study, these features were used in the morphological and mathematical modeling of the process of dying, on the basis of which a methodology for determining the duration

Таблица 2. Морфологические признаки для установления темпа наступления смерти.

Показатель	Описание признаков	Индекс значимости
Морфологический комплекс I: молниеносный темп наступления смерти		
X1	полное отсутствие или крайне слабая выраженность отека легких и мозга	0,29
X2	свежие ареактивные кровоизлияния в паренхиму легких и мозга	0,16
X3	набухание нейронов ретикулярной формации головного мозга с очаговым ареактивным кариолизом и цитолизом без выраженной глиальной реакции	0,16
X4	полнокровие капилляров внутренних органов, особенно легких и коры почек	0,19
X5	острые изменения миокарда по типу диффузной фрагментации и/или цитолиза, полнообразной извитости кардиомиоцитов и другие признаки сердечного танатогенеза	0,18
X6	отсутствие т. н. шоковой перестройки гемодинамики	0,24
X7	в надпочечниках состояние клеток коры демонстрирует высокое содержание липидов	0,18
X8	наличие первичной мочи в капсулах почечных клубочков	0,2
X9	быстрое развитие аутолиза в селезенке и др. органах	0,26
X10	специализированные сосудистые структуры легких и мозга в виде так называемых замыкающих артерий при быстром умирании являют картину спазма	0,19
X11	иммуногистохимическое выявление (коричневая окраска) незначительной экспрессии фибриногена в ткани легкого	0,18
X12	отсутствие синдрома диссеминированного внутрисосудистого свертывания, или ДВС-синдрома (полное отсутствие микротромбов или их наличие только в одном органе) и респираторного дистресс-синдрома	0,19
Морфологический комплекс II: быстрый темп наступления смерти		
X1	начальный отек головного мозга	0,28
X2	в коре головного мозга появляются ишемические изменения пирамидных нейронов, а в стволе головного мозга закономерно наблюдаются явления сателлитоза и очаговой нейронофагии клеточных элементов с признаками кариолиза	0,26
X3	в почках уже появляются признаки централизации кровообращения	0,27
X4	в легких отмечается примесь к интраальвеолярному трансудату фибриногена, что, вероятно, отражает возникновение начальных признаков респираторного дистресс-синдрома взрослых, закономерно развивающегося в ответ на повреждение	0,28
X5	в надпочечниках на этих сроках непременно имеются зоны делипоидизации в сетчатой зоне	0,28
X6	аутолиз селезенки и других органов менее выражен, а скорость его развития замедлена	0,27
Морфологический комплекс III: средний темп наступления смерти		
X1	выраженный отек головного мозга	0,24
X2	в коре головного мозга ишемические изменения пирамидных нейронов становятся распространенными, появляются единичные пикноморфные нейроны, в стволе головного мозга закономерно наблюдаются явления сателлитоза и очаговой нейронофагии клеточных элементов с признаками кариолиза	0,23
X3	в почках уже появляются выраженные признаки централизации кровообращения	0,13
X4	в легких отмечается примесь к интраальвеолярному трансудату фибрина, что, вероятно, отражает возникновение признаков респираторного дистресс-синдрома взрослых, закономерно развивающегося в ответ на повреждение (после 8 часов в легких появляются сначала интравенулярные и интракапиллярные лейкостазы, затем диапедез лейкоцитов в альвеолы даже при интактных бронхах)	0,23
X5	в надпочечниках непременно имеются зоны делипоидизации в сетчатой и внутренней трети пучковой зонах	0,24
X6	признаки ДВС-синдрома	0,25
Морфологический комплекс IV: медленный темп наступления смерти		
X1	в стволе головного мозга выраженный сателлитоз и нейронофагия	0,12
X2	в легких различимый при применении рутинных окрасок РДСВ, который подтверждается ИГХ исследованием	0,12
X3	в почках на фоне централизации кровообращения появляются дистрофические и начальные некротические изменения канальцевого аппарата	0,13
X4	прогрессирующие признаки ДВС-синдрома	0,13
X5	в надпочечниках прогрессирующая делипоидизация пучковой зоны	0,29
Морфологический комплекс V: длительный темп наступления смерти		
X1	в легких, где помимо отмеченной выше примеси фибрина к альвеолярному трансудату, встречались очаговые интраальвеолярные или панбронхиальные скопления лейкоцитов с примесью фибрина, т.е. развилась гнойно-фибринозная пневмония, при этом фибрин утрачивал сетчатую структуру, становился плотным, эозинофильным, а местами уже встречались сформированные гиалиновые мембраны	0,8
X2	в ткани коры и ствола мозга нарастает отек и образуются глиальные узелки смешанного строения на месте погибших нейронов	0,9
X3	в надпочечниках участки делипоидизации имеются в пучковой зоне, и становятся тотальными в сетчатой, что выражается в хорошем окрашивании	0,8
X4	в надпочечниках встречаются очаги цитолиза	0,8
X5	скорость развития аутолиза замедлена, выраженность незначительная	0,9

Table 2. Morphological features to establish the rate of dying.

Parameter	Feature description	Index of significance
Morphological complex I: fulminant rate of dying		
X1	complete absence or extremely mild severity of pulmonary and brain edema	0.29
X2	fresh areactive hemorrhages in the parenchyma of the lungs and brain	0.16
X3	swelling of neurons of the reticular formation with focal areactive karyolysis and cytolysis without a pronounced glial reaction	0.16
X4	plethora of capillaries of the internal organs, especially lungs and kidney cortex	0.19
X5	acute myocardial changes in the form of diffuse fragmentation and/or cytolysis, wave-like tortuosity of cardiomyocytes and other signs of cardiac thanatogenesis	0.18
X6	the lack of so-called shock adjustment of hemodynamics	0.24
X7	in the adrenal glands, the state of the cortical cells shows a high content of lipids	0.18
X8	the presence of primary urine in the glomerular capsules	0.2
X9	rapid development of autolysis in the spleen and other organs	0.26
X10	specialized vascular structures of the lungs and brain in the form of the so-called «arteria obturatoria» in the case of fast dying present a pattern of a spasm	0.19
X11	immunohistochemical detection (brown color) of insignificant expression of fibrinogen in lung tissue	0.18
X12	the absence of disseminated intravascular coagulation, or DIC syndrome (complete absence of microthrombi or their presence only within one organ) and respiratory distress syndrome	0.19
Morphological complex II: fast rate of dying		
X1	initial brain edema	0.28
X2	ischemic changes in pyramidal neurons appear in the cerebral cortex; and in the brain stem, the signs of satellitosis and focal neuronophagy of cellular elements with signs of karyolysis are naturally observed	0.26
X3	there are signs of centralization of blood circulation in kidneys	0.27
X4	in the lungs, there is an impurity to the intraalveolar transudate of fibrinogen, which probably reflects the development of the initial signs of respiratory distress syndrome in adults, naturally developing in response to the damage	0.28
X5	in the adrenal glands, at this period, there certainly are areas of delipidation in the reticular zone	0.28
X6	autolysis of the spleen and other organs is less pronounced, and the rate of its development is decelerated	0.27
Morphological complex III: moderate rate of dying		
X1	severe brain edema	0.24
X2	ischemic changes in pyramidal neurons in the cerebral cortex spread; solitary pyknomorph neurons appear; and in the brain stem, the signs of satellitosis and focal neuronophagy of cellular elements with signs of karyolysis are naturally observed	0.23
X3	there are signs of centralization of blood circulation in kidneys	0.13
X4	in the lungs, there is an impurity to the intraalveolar transudate of fibrin, which probably reflects the development of the initial signs of respiratory distress syndrome in adults, naturally developing in response to the damage (intravascular and intracapillary leukostasis first appear in lungs 8 hours later, then diapedesis in the alveoli appear, even in the presence of intact bronchi)	0.23
X5	in the adrenal glands, there certainly are areas of delipidation in the reticular zone and inner third of the zona fasciculata	0.24
X6	signs of DIC syndrome	0.25
Morphological complex IV: slow rate of dying		
X1	in the brain stem, there is pronounced satellitosis and neuronophagia	0.12
X2	in the lungs, RDS distinguishable due to application of routine stains, which is confirmed by an IHC study	0.12
X3	in kidneys, on the background of centralization of the circulation, initial dystrophic and necrotic changes of the tubular apparatus appear	0.13
X4	progressing signs of DIC syndrome	0.13
X5	in the adrenal glands, progressive delipidation of the zona fasciculata	0.29
Morphological complex V: lingering rate of dying		
X1	in the lungs, where in addition to the above-noted admixture of fibrin to the alveolar transudate, there were intraalveolar or panbronchial focal deposits of leukocytes with an admixture of fibrin, i.e., suppurative and fibrinous pneumonia developed; at that, the fibrin lost the reticular structure and became dense and eosinophilic; sometimes hyaline membranes were found	0.8
X2	in the tissue of the cortex and the brain stem, edema increases and glial nodules of mixed structure are formed at the site of the dead neurons	0.9
X3	in adrenal glands, sections of delipidation are in the zona fasciculata and become total in the reticular zone, resulting in a good staining	0.8
X4	in the adrenal glands, there are foci of cytolysis	0.8
X5	the rate of autolysis is decelerated, the severity is insignificant	0.9

плексам с описанием морфологических признаков и указанием диагностического предела их суммарной значимости (табл. 2). Диагностический предел суммарной значимости для каждого морфологического комплекса установили при апробации предложен-

and rate of dying on morphological grounds was developed and scientifically substantiated. The study revealed that the subjective expert evaluation of the characteristics of the above parameters differs depending on the skill of the expert and the work ex-

ного метода на валовом экспертном материале. Для первого комплекса диагностическим пределом суммарной значимости морфологических признаков является величина — 1,21; для второго комплекса — 0,82; для третьего — 0,66; для четвертого — 0,39 и пятого — 2,1. Данная таблица представляет собой справочный материал для оценки по суммарной диагностической значимости выявленных признаков длительности умирания и темпа наступления смерти в судебно-медицинской практике.

Таким образом, в нашей работе установили морфологические комплексы темпа наступления смерти. Полученные данные можно оценить с нескольких позиций. Во-первых, они имеют практическое судебно-медицинское значение, т.к. позволяют более точно и обоснованно отвечать на вопросы следственных органов о переживании травмы, о способности смертельно раненых к активным целенаправленным действиям и т. п. Во-вторых, показанный нами морфологический эквивалент танатогенеза во временном отношении имеет значение для понимания общепатологических процессов. В то время как клинические его параллели уже были давно описаны [18, 19], морфологическая сторона до сих пор была изучена недостаточно. В-третьих, значение данной работы заключается в возможности анализа общебиологической закономерности разрушения такой сложной гомеостатической системы, как организм человека во временной шкале. В частности, нашло подтверждение блестящее обобщение академика Саркисова Д. С. о временной градации разрушения подуровневой функциональных систем организма в процессе танатогенеза [19]. Наконец, наша работа имеет некоторое философское значение в части демонстрации закономерностей разрушения иерархически устроенных функциональных систем. Понятие таких систем используется в медицине со времен академика Анохина П. К., но их разрушение не вызывало до сих пор пристального внимания патологов и судебных медиков [20]. В частности, продемонстрировано, что наиболее ранние изменения происходят в гомеостатических наиболее древних системах гемодинамики, однако, их распад наблюдается, напротив, в последнюю очередь, а первым необратимо разрушается субстрат высшей нервной деятельности.

Заключение

Полученные результаты изучения морфологических изменений основных гомеостатических систем организма человека при различных категориях и видах смерти позволяют диагностировать темп наступления смерти с агональным периодом до 12 часов в виде пяти временных промежутков.

На основании морфолого-статистического анализа морфологических признаков в случаях смерти лиц с заранее известным процессом умирания подтвердили ранее установленные и выделили новые (всего 34) информативные неспецифические

переживания, которые неблагоприятно влияют на доказательную ценность выводов или суждений. Для улучшения этого метода судебной практики, была разработана таблица, позволяющая установить пять вариантов темпа наступления смерти в 5 морфологических комплексах с описанием морфологических признаков и диагностическим пределом их суммарной значимости (таблица 2). Диагностический предел суммарной значимости для каждого морфологического комплекса был установлен в ходе апробации предложенного метода на валовом экспертном материале. Для первого комплекса, диагностический предел суммарной значимости морфологических признаков составляет — 1,21; для второго комплекса — 0,82; для третьего — 0,66; для четвертого — 0,39 и для пятого — 2,1. Данная таблица является справочным материалом для оценки суммарной диагностической значимости выявленных признаков длительности и темпа наступления смерти в судебной практике.

Поэтому, морфологические комплексы темпа наступления смерти были установлены в нашей работе. Данные, полученные из нескольких точек зрения. Во-первых, они имеют практическую судебную ценность, так как позволяют более точно и обоснованно отвечать на вопросы следственных органов о переживании травмы, о способности смертельно раненых к активным целенаправленным действиям и т. п. Во-вторых, показанный нами морфологический эквивалент танатогенеза во временном отношении имеет значение для понимания общепатологических процессов. В то время как клинические его параллели уже были давно описаны [18, 19], морфологическая сторона до сих пор была изучена недостаточно. В-третьих, значение данной работы заключается в возможности анализа общебиологической закономерности разрушения такой сложной гомеостатической системы, как организм человека во временной шкале. В частности, нашло подтверждение блестящее обобщение академика Саркисова Д. С. о временной градации разрушения подуровневой функциональных систем организма в процессе танатогенеза [19]. Наконец, наша работа имеет некоторое философское значение в части демонстрации закономерностей разрушения иерархически устроенных функциональных систем. Понятие таких систем используется в медицине со времен академика Анохина П. К., но их разрушение не вызывало до сих пор пристального внимания патологов и судебных медиков [20]. В частности, продемонстрировано, что наиболее ранние изменения происходят в гомеостатических наиболее древних системах гемодинамики, однако, их распад наблюдается, напротив, в последнюю очередь, а первым необратимо разрушается субстрат высшей нервной деятельности.

Conclusion

The results of the study of morphological changes in the basic homeostatic systems of the human body in different categories and types of death allow diagnosing the rate of dying with agonal period up to 12 hours in the form of five time intervals.

On the basis of morphological and statistical analysis of morphological features in cases of deaths

морфологические признаки (критерии) с высокой частотой встречаемости.

При помощи морфолого-математического моделирования патологических процессов умирания, абстрагируясь от основной причины смерти на относительно интактном фоне наблюдения, разработали и научно обосновали методику [1] установления 5-и темпов умирания по морфологическим признакам, систематизированным в комплексы:

1) молниеносный темп, при котором агональный период составлял $\leq 15-30$ минут;

2) быстрый темп, при котором агональный период составлял > 30 минут — ≤ 2 часов;

3) средний темп, когда агональный период составлял $> 2 - \leq 6$ часов;

4) медленный темп, при котором агональный период составлял > 6 часов — ≤ 12 часов;

5) длительный темп, при котором агональный период составлял > 12 часов.

Литература

1. *Путинцев В.А., Богомолов Д.В., Богомолова И.Н., Денисова О.П.* Определение длительности и темпа умирания по морфологическим признакам (методические рекомендации). М.: ФГБУ РЦСМЭ; 2017: 32.
2. *Туманов Э.В., Кильдюшов Е.М., Соколова З.Ю.* Судебно-медицинская танатология. М.: ЮрИнфоЗдрав; 2011: 172. ISBN 978-5-903416-05-9
3. *Золотокрылина Е.С.* Терминальные состояния: определения понятия, характеристика стадий, клиническое значение. *Бюл. экпер. биологии и медицины.* 2000; Прил. 2: 6-8.
4. *Холлов В.В.* Судебная медицина. Руководство. 3-е изд. Смоленск; 2010: 992. ISBN 5-7977-0002-6
5. *Попов В.Л., Ковалев А.В., Ягмуров О.Д., Толмачев И.А.* Судебная медицина. М.: Юридический центр; 2016: 512. ISBN 978-5-94201-703-3
6. *Маянский Д.Н.* Лекции по клинической патологии. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2008: 463. ISBN 978-5-9704-0508-2
7. *Бокерия Л.А., Ревихвили А.Ш., Неминущий Н.М.* Внезапная сердечная смерть. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2013: 272. ISBN 978-5-9704-2450-6
8. *Соседко Ю.И.* Внезапная смерть при травме рефлексогенных зон тела. М.: ВМедА; 1996: 120.
9. Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем. Десятый пересмотр (МКБ-10). т. 1-3. Женева: ВОЗ; 1995-1998.
10. *Богомолов Д.В., Богомолова И.Н., Караваева И.Е.* Перспективы использования методов иммуногистохимии в судебно-медицинской танатологии. *Суд.-мед. экспертиза.* 2009; 52 (6): 32-37. PMID: 20088137
11. *Hasleton P.S.* Adult respiratory distress syndrome - a review. *Histopathology.* 1983; 7 (3): 307-332. DOI: 10.1111/j.1365-2559.1983.tb02247.x. PMID: 6347862
12. *Лопатин-Брэмзен А.С.* Лекарственный шок. М.: Медпрактика; 2001: 195. ISBN 5-901011-14-7
13. *Фаллер Дж.М., Шилдс Д.* Молекулярная биология клетки. Руководство для врачей. М.: Бином; 2017: 256. ISBN 978-5-9518-0436-5
14. *Мороз В.В., Марченко Д.Н., Скрипкин Ю.В., Забелина Т.С., Овезов А.М., Лихванцев В.В.* Периперационные предикторы неблагоприятного исхода сосудистых вмешательств. *Общая реаниматология.* 2017; 13 (3): 6-12. DOI: 10.15360/1813-9779-2017-3-6-12
15. *Пермяков Н.К., Хучуа А.В., Туманский В.А.* Постреанимационная энцефалопатия. М.: Медицина; 1986: 240.
16. *Джувалыков П.Г., Богомолов Д.В., Збруева Ю.В., Кабакова С.С.* Танатогенетический анализ в патологии и судебной медицине. Астрахань; 2016: 107. ISBN: 978-5-905639-13-5
17. *Автандилов Г.Г.* Основы количественной патологической анатомии. М.: Медицина; 2002: 240. ISBN 5-225-04151-5
18. *Пермяков Н.К., Туманский В.А.* Особенности патологоанатомической диагностики ионно-осмотических осложнений интенсивной терапии и реанимации (методические рекомендации). М.: Минздрав СССР; 1982: 29.
19. *Саркисов Д.С.* Очерки истории общей патологии. М.: Медицина; 1988: 333. ISBN 5-225-00138-6
20. *Анохин П.К.* Избранные труды. Кибернетика функциональных систем. М.: Медицина; 1998: 400. ISBN 5-225-04399-2

Поступила 11.04.18

with a pre-known process of dying, we confirmed previously established informative nonspecific morphological features (criteria) and identified new ones (in total, 34) with a high frequency of occurrence.

Using morphological and mathematical modeling of pathological processes of dying, abstracting from the main cause of death on a relatively intact background of observation, we developed and scientifically justified the procedure [21] for identification of 5 rates of dying based on morphological features systematized in the complexes:

1) fulminant rate with the agonal period of $\leq 15-30$ min;

2) fast rate with the agonal period of >30 min — ≤ 2 h;

3) moderate rate with the agonal period of $>2 - \leq 6$ h;

4) slow rate with the agonal period of $>6 - \leq 12$ h;

5) lingering rate with the agonal period of >12 h.

References

1. *Putintsev V.A., Bogomolov D.V., Bogomolova I.N., Denisova O.P.* Determination of duration and speed of dying according to morphological features (guidelines). Moscow: FGBU RTSSME; 2017: 32. [In Russ.]
2. *Tumanov E.V., Kildyushov E.M., Sokolova Z.Yu.* Forensic medical thanatology. Moscow: YurInfoZdrav; 2011: 172. ISBN 978-5-903416-05-9. [In Russ.]
3. *Zolotokrylina E.S.* Terminal states: definitions, characteristics of stages, clinical significance. *Byulleten Eksperimentalnoi Biologii i Meditsiny.* 2000; Suppl 2: 6-8. [In Russ.]
4. *Khokhlov V.V.* Forensic medicine. Guidance. 3rd ed. Smolensk; 2010: 992. ISBN 5-7977-0002-6. [In Russ.]
5. *Popov V.L., Kovalev A.V., Yagmurov O.D., Tolmachev I.A.* Forensic medicine. Moscow: Yuridichesky Tsentr; 2016: 512. ISBN 978-5-94201-703-3. [In Russ.]
6. *Mayansky D.N.* Lectures on clinical pathology. Moscow: GEOTAR-Media; 2008: 463. ISBN 978-5-9704-0508-2. [In Russ.]
7. *Bokeriya L.A., Revishvili A.Sh., Nemimushchy N.M.* Sudden cardiac death. Moscow: GEOTAR-Media; 2013: 272. ISBN 978-5-9704-2450-6. [In Russ.]
8. *Sosedko Yu.I.* Sudden death in trauma to reflexogenic areas of the body. Moscow: VMedA; 1996: 120. [In Russ.]
9. International Statistical Classification of diseases and related health problems. Tenth revision (ICD-10). v. 1-3. Geneva: World Health Organization; 1995-1998. [In Russ.]
10. *Bogomolov D.V., Bogomolova I.N., Karavaeva I.E.* Prospects for using immunohistochemical methods in forensic medical thanatology. *Sudebno-Meditsinskaya Ekspertiza.* 2009; 52 (6): 32-37. PMID: 20088137. [In Russ.]
11. *Hasleton P.S.* Adult respiratory distress syndrome - a review. *Histopathology.* 1983; 7 (3): 307-332. DOI: 10.1111/j.1365-2559.1983.tb02247.x. PMID: 6347862
12. *Lopatin-Bremzen A.S.* Medicinal shock. Moscow: Medpraktika; 2001: 195. ISBN 5-901011-14-7. [In Russ.]
13. *Faller J.M., Shilds D.* Molecular biology of the cell. Guidance for doctors. Moscow: Binom; 2017: 256. ISBN 978-5-9518-0436-5. [In Russ.]
14. *Moroz V.V., Marchenko D.N., Skripkin Y.V., Zabelina T.S., Ovezov A.M., Likhvantsev V.V.* Perioperative predictors of unfavorable outcome of vascular surgery. *Obshchaya Reanimatologiya = General Reanimatology.* 2017; 13 (3): 6-12. DOI: 10.15360/1813-9779-2017-3-6-12. [In Russ., In Engl.]
15. *Permyakov N.K., Khuchua A.V., Tumanov V.A.* Postresuscitative encephalopathy. Moscow: Meditsina Publishers; 1986: 240. [In Russ.]
16. *Dzhuvalyakov P.G., Bogomolov D.V., Zbrueva Yu.V., Kabakova S.S.* Thanatogenetic analysis in pathology and forensic medicine. Astrakhan; 2016: 108. ISBN: 978-5-905639-13-5. [In Russ.]
17. *Avtandilov G.G.* Fundamentals of quantitative pathological anatomy. Moscow: Meditsina Publishers; 2002: 240. ISBN 5-225-04151-5. [In Russ.]
18. *Permyakov N.K., Tumanov V.A.* Features of pathological diagnostics of ion-osmotic complications of intensive care (guidelines). Moscow: Minzdrav SSSR; 1982: 29. [In Russ.]
19. *Sarkisov D.S.* Essays on the history of general pathology. Moscow: Meditsina Publishers; 1988: 333. ISBN 5-225-00138-6. [In Russ.]
20. *Anokhin P.K.* Selected works. Cybernetics of functional systems. Moscow: Meditsina Publishers; 1998: 400. ISBN 5-225-04399-2. [In Russ.]

Received 11.04.18