

## К ВОПРОСУ ОБ ИЗУЧЕНИИ РАЗЛОЖЕНИЯ ТРУПОВ

Лаврукова Ольга Сергеевна<sup>1</sup>, Лябзина Светлана Николаевна<sup>1</sup>, Приходько Андрей Николаевич<sup>2</sup>, Сидорова Наталья Анатольевна<sup>1</sup>, Басалаев Константин Валентинович<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», Петрозаводск, Россия

<sup>2</sup> ГБУЗ «Бюро судебно-медицинской экспертизы» МЗиСР РК, Петрозаводск, Россия

Лаврукова О.С.

185910 Россия, Республика Карелия, Петрозаводск, пр. Ленина, 33

E-mail: [olgalavukova@yandex.ru](mailto:olgalavukova@yandex.ru)

**Аннотация.** В статье представлен обзор литературы, посвященный изучению процесса разложения трупов, и определены основные принципы использования данных в судебно-медицинской практике. Приводятся сведения по разложению трупов в естественных условиях в различных климатических зонах. Рассмотрены стадии процесса разложения трупов в воде и наземных условиях. Выявлено влияние внешних факторов на процесс разложения и рассмотрена роль насекомых, участвующих в деструкции органического материала.

**Ключевые слова:** труп, разложение, некробионты, судебная энтомология.

**ON THE ISSUE OF STUDYING DECOMPOSITION OF CARCASSES**

**Olga S. Lavrukova<sup>1</sup>, Svetlana N. Lyabzina<sup>1</sup>, Andrey N. Prikhod'ko<sup>2</sup>, Natalia A. Sidorova<sup>1</sup>,  
Konstantin V. BasalaeV<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

<sup>2</sup> Department of Forensic Medical Expertise of the Ministry of Healthcare, Petrozavodsk, Russia

O. S. Lavrukova  
33 Lenin str., Petrozavodsk, Russia 185910  
E-mail: [olgalavrukova@yandex.ru](mailto:olgalavrukova@yandex.ru)

**Abstract.** This review article discusses published data on the problem of investigation of corpses decomposition, and determines major principles of using of these data in forensic practice. The article describes some facts about decomposition of carcasses in natural environment and in different climate zones. The stages of the process of a carcass's decay in aqueous conditions and on ground are considered. The influence of external factors on decomposition process and the role of insects contributing to the destruction of organic matter are represented.

**Keywords:** carcasses, decomposition, necrobionts, forensic entomology

Разложение трупа представляет собой непрерывный процесс, продолжительный во времени и необратимый. При этом сменяющиеся друг друга состояния характеризуются определенными изменениями трупных тканей, что позволяет выделять в нем определенные стадии. В судебной медицине принято рассматривать процесс гниения (путрификация трупа) как разложение органического вещества трупа под воздействием ферментных систем микроорганизмов (без участия насекомых) с образованием конечных неорганических продуктов. Изменения, происходящие в теле при гниении, описаны в специальной литературе достаточно подробно (Попов, 1994; Хохлов, 1998; Туманов, 2014). Термин «гниение» для процесса посмертных изменений человеческого трупа не совсем приемлем, так как в природе не существует гниения в изолированном виде. Разрушение трупа, особенно в природных условиях, является комплексным процессом, слагаемым из деятельности микроорганизмов, грибов, водорослей, насекомых, позвоночных животных, а также абиотических факторов. Еще Пьер Менъин (Megnin, 1894) указывал на тот факт, что процесс разложения трупа в значительной степени зависит от присутствия насекомых, и каждая его стадия может характеризоваться наличием определенной их группы. Трупы животных, к которым был невозможен доступ насекомых, сохраняют свою форму и параметры многие месяцы после наступления смерти, оставаясь таким образом узнаваемыми как конкретные особи, тогда как туши, доступные для заселения насекомыми, разлагаются и исчезают в течение нескольких недель. Таким образом, у тел, недоступных для насекомых, разложение протекает в совершенно иной форме, чем у тех, к которым насекомые имеют доступ. Такой труп имеет характерный запах, его ткани расплавляются (разжижаются) очень медленно и имеют типичную клейкую консистенцию, усадка происходит постепенно, и в конечной фазе процесс может перейти в подобие мумификации. Тем не менее, достаточно трудно определить, каково же реальное влияние насекомых на процесс разложения. Они значительно ускоряют деструкцию мертвой органической материи за счет воздействия секретуемых ими пищеварительных соков, в том числе в процессе питания личинок. С помощью механических процессов туннелирования и закапывания они изменяют состояние аэрации внутри трупа, что, в свою очередь, влияет на распространение бактерий и соотношение аэробной и анаэробной микрофлоры. Поэтому необходимо подходить к процессу деструкции трупа комплексно, учитывая и микробиологическую его составляющую, и воздействие на ткани комплекса насекомых-некробионтов. Эти знания имеют тем большее значение, что определение давности наступления смерти по характеру и выраженности гнилостных изменений можно проводить только ориентировочно, тогда как использование насекомых в качестве вещественного доказательства позволяет уточнять продолжительность постмортального интервала.

В настоящее время существует большое количество точек зрения на то, сколько стадий включает в себя процесс разложения. Впервые на процесс разложения и последовательность заселения трупа насекомыми указал Пьер Менъин (Megnin, 1894). Детально изучив фауну крупных трупов, в том числе и человека, он сделал заключение об имеющейся сукцессии трупа – последовательной смене заселяющих его насекомых. Им было выделено четыре основных этапа заселения трупа насекомыми и восемь сукцессионных стадий. Существуют и другие предположения относительно количества стадий процесса разложения. Например, Н.Ф. Howden (Howden, 1958) разделял его лишь на 2 стадии, а М.Е. Fuller (Fuller, 1934) предлагала выделять три стадии. Первая стадия – с момента смерти до начала активного разложения; вторая – стадия активного разложения, сопровождающаяся сильным запахом гниения. Третью стадию автор характеризует высушиванием трупных тканей с постепенным исчезновением запаха гниения. Однако М.Е. Fuller указывала, что такое деление с соответствующим описанием смены насекомых в них, произведено для удобства. Сам же процесс разрушения мертвой органической материи является непрерывным, а стадии, ассоциированные с обнаруживаемыми в них насекомыми, перекрывают друг друга. Кроме того, они были выделены при разложении туш мелких животных, разрушающихся

достаточно быстро. В трупах крупных животных и человека, особенно в более умеренном климате, можно было бы определить и большее количество стадий.

Американский исследователь Н.В. Reed (Reed, 1958), L.F. Jiron и V.M. Cortin (Jiron, 1981) из Южной Америки, а также египетская группа ученых (Lamia Galal, 2009) выделяли 4 стадии разложения.

1. Стадия «свежего» разложения. Она начинается с момента наступления смерти и продолжается до тех пор, пока не появятся первые признаки вздутия тела. При этом отсутствуют грубые морфологические изменения трупа и запах распада.

2. Стадия вздутия трупа. Тело увеличивается в размерах за счет скопления в тканях гнилостных газов, выделяемых микроорганизмами в процессе своей жизнедеятельности в трупе, изменяются его цвет и запах, из трупа выделяется сукровичная жидкость.

3. Стадия распада. Характеризуется «сдуванием» трупа.

4. Стадия сухого разложения. Это заключительный этап, на котором большая часть мягких тканей исчезла. Отсутствует запах гниения, труп представляет собой фрагменты сухой кожи и костей. После того, как все мягкие ткани подвергнутся деструкции, остаются костные останки.

Ряд других авторов предлагают выделять пять стадий, в основном, за счет деления какой-либо из вышеописанных стадий на две. Например, G.F. Bornemissza из Австралии (Bornemissza, 1957), ученые из Британской Колумбии G.S. Anderson и Sh.L VanLaerhoven (Anderson, 1996), М.В. Horenstein и А.Х. Linhares, проводившие исследования в центральной части Аргентины (Horenstein, 2011), разделили стадию распада на два отдельных этапа: активный и дальнейший (продолжающийся) распад. М.Л. Goff (Goff, 2009) из США в 4-й стадии выделил непосредственно сухое разложение (при котором еще сохранены сухая кожа, хрящи и кости) и стадию скелетирования. Наконец, J.A. Payne (Payne, 1965) из Южной Каролины предлагал 6 стадий разложения трупа: стадия свежего разложения, затем стадия вздутия трупа, после нее стадии активного распада и дальнейшего (продолжающегося) распада, затем непосредственно сухое разложение и стадия скелетирования.

Н.И. Шевченко с коллегами (Шевченко, 2012) предложил использовать новый подход к стадированию разложения, в котором учтены микробиологическая и биохимическая составляющие процесса, связь с кислородом и влажностью, его качественные и морфологические особенности (Таблица).

**Таблица.** Стадии разложения трупа и их продолжительность (по Н.И. Шевченко, 2012)

Стадии	Длительность стадий
1. Аутолиз	1-1.5 суток
2. Стадия нарастания процесса разложения	1.5-4 суток
3. Стадия «цветущего» разложения	5-8 суток
4. Стадия «плато» или «тления»	9-14 суток
5. Стадия определения исхода	15-30 и более суток
6. Стадия конечного разложения (в зависимости от исхода: микробное разложение, мумификация, жировоск, разложение насекомыми, птицами, животными и их комбинация)	Срок зависит от вида исхода: от 1 месяца до 1-1.5 лет
7. Стадия костных останков	Сотни лет

Автор отмечает, что приведенные сроки посмертного периода значительно усреднены и могут считаться объективными для наиболее часто встречающихся условий разложения (среднесуточная температура 18-20°C и нормальная влажность). В то время, как для северных территорий, где средняя температура колеблется в интервале 0°C ...+1.5°C; +2°C ... 3.4-3.6°C и, в зависимости от характера циркуляции атмосферы, сильно отличается и

устанавливается на 1-2°C теплее или холоднее нормы, временные интервалы, а также специфика протекания стадий разложения трупа может значительно меняться.

Таким образом, изучив имеющиеся данные, посвященные вопросам разложения трупа в наземной среде, можно сделать вывод, что на сегодняшний момент существует достаточно большое количество точек зрения относительно процесса распада мертвой органической материи, что можно объяснить тем, что процесс разложения протекает плавно (не дискретно) и жесткие границы между стадиями выделить достаточно проблематично. К тому же исследования проводились в разных климатических поясах, где абиотические факторы существенно отличаются, а скорость разложения, скелетирования трупов очень сильно зависит от этих параметров. Тем не менее, все исследователи обязательно выделяли такие характерные стадии разложения, как стадию «свежего» трупа как начальный этап активного разложения и стадию сухого разложения (скелетирования).

М.И. Марченко, по результатам большого количества экспериментов, проведенных с трупами животных (собак) в умеренной зоне (Ленинградская область), предложил пять этапов биологического разложения (Марченко, 1987; Марченко, 1992).

1. Этап раннего микробного разложения. Следует за аутолитическими процессами и продолжается до первых яйцекладок мух и отрождения из них личинок.

2. Этап активного разложения трупа насекомыми. Характеризуется жизнедеятельностью личинок мух и завершается с окончанием их развития. На этой стадии разлагается основная масса мягких тканей.

3. Этап позднего разложения. Осуществляется преимущественно личинками жуков, которые уничтожают оставшиеся мягкие ткани.

4. Этап микробиологического разложения трупа. Начинается со времени ухода личинок жуков-некробионтов с остатков трупа, осуществляется микроорганизмами и плесневыми грибами и завершается распадом скелета на отдельные кости.

5. Этап распада костной ткани. Осуществляется плесневыми грибами, покрывающими останки костей.

Заселение и участие некрофильных насекомых рассмотрено во многих работах (Марченко, 1991; Anderson, 1996; Колев, 2014). Все исследователи отмечают поэтапную смену состава некрофильных насекомых в процессе разложения и их большое значение в процессе деструкции органического вещества. Имеются также сведения об особенностях процесса разложения и состава насекомых в Европейской части России (Марченко, 1992; Лябзина, 2011).

Первый (начальный этап) распада мертвой органики связан с ранним микробным разложением и продолжается до появления личинок. Первыми, кто обнаруживает трупы животных среди насекомых-некробионтов, являются двукрылые сем. Calliphoridae. Например, мухи *Lucilia caesar* (L., 1758) в лесу летом при хорошей погоде обнаруживают трупы через 40 мин, на открытом пространстве – через 20 мин. Сразу на свежие трупы они яйца не откладывают, лишь спустя несколько часов самки этого вида начинают откладывать яйца в основном на открытые участки кожи, реже в волосяной покров. К концу первого этапа видовой состав увеличивается, обнаруживаются двукрылые сем. Muscidae, Sarcophagidae, также одними из первых посетителей трупов являются муравьи сем. Formicidae.

Второй этап – «активное разложение трупа насекомыми» – характеризуется максимальной активностью заселения трупов насекомыми-некробионтами. Сначала встречаются представители двукрылых из рр. *Calliphora*, *Synomya*, *Sarcophaga*, *Muscina*, позже обнаруживаются представители рр. *Fannia*, *Heleomyza*, *Piophilina*, *Sepsi*. Личинки двукрылых в трупе проделывают многочисленные отверстия и под действием пищеварительных ферментов разжижают ткани. Встречается большое число жуков из сем. Staphilinidae, также обычны облигатные некрофаги мертвоеды (сем. Silphidae) и кератофаги (сем. Cleridae). Завершается второй этап окончанием развития личинок двукрылых, его продолжительность для крупных трупов составляет в среднем 22 дня. Кроме того, М.И. Марченко было установлено, что на продолжительность второго этапа не влияют влажность

воздуха, количество осадков и дней с осадками (Марченко, 1992). Это связано с тем, что личинки двукрылых за счет метаболического тепла способны поддерживать температуру внутри трупа на уровне 40-49°C и тем самым обеспечивают определенный микроклимат в среде обитания для своего развития.

Третий этап «позднего разложения насекомыми» определяется от начала окукливания личинок мух и осуществляется за счет личинок жуков-мертвоедов, которые уничтожают оставшиеся мягкие ткани. В этот период на трупе доминируют двукрылые родов *Piophilina* и *Sepsi*, встречаются мухи рр. *Calliphora*, *Cynomya*, *Sarcophaga*, личинки которых завершили развитие в трупных тканях. Также на данном этапе выявляется значительное число мелких коротконадкрылых жуков из р. *Atheta*, а также личинок и куколок жуков кератофагов из родов *Necrobia* и *Omosita*. Стадия заканчивается почти полным уничтожением мягких тканей.

Четвертый этап – «микробиологическое разложение трупа» – начинается со времени ухода личинок жуков-некробионтов с останков трупа и завершается распадом скелета на отдельные кости. В основе процесса лежит микробное разложение и деятельность плесневых грибов. Численность насекомых резко уменьшается и изредка могут встречаться двукрылые.

Пятый этап – «распад костной ткани». Среди беспозвоночных животных были отмечены обитатели почвенной подстилки, клопы и большое количество пустых пупариев двукрылых.

Продолжительность каждой стадий сильно варьирует, в зависимости от доступности для насекомых, повреждений и климатических факторов среды. Скорость разложения трупа, находящегося на поверхности почвы, зависит и от метеорологических условий (Марченко, 1992). Большое значение имеют условия теплообмена трупа с окружающей средой, а именно поглощение им части солнечной радиации и температура воздуха. Сроки разложения тканей трупа в разные сезоны и в разных биотопах определяются степенью инсоляции. Весной и осенью разложение быстрее проходит на склонах, ориентированных перпендикулярно солнечным лучам, и более медленно на горизонтальных участках местности. В условиях Северо-Запада средние сроки уничтожения мягких тканей трупа осенью и весной схожи, а в летний сезон время разложения сокращается в два раза.

Изучением процесса разложения трупа в земле и возможностей определения по костным останкам сроков захоронения трупа достаточно подробно занимался А.Ф. Рубежанский. В процессе распада трупа, захороненного в земле, им было выделено две основные стадии: разрушение мягких тканей и разрушение костной ткани. Если первая стадия протекает в сроки, исчисляемые несколькими годами, то вторая (разрушение костей) – это процесс, длящийся десятки, сотни и даже тысячи лет (Рубежанский, 1978). Гниению в почве сначала подвергаются суставные их части; гораздо быстрее, чем трубчатые кости, изменяются лопатки, позвонки, кости таза, кистей рук и стоп ног, но дольше всего сопротивляются разрушению диафизы. Мозговое вещество внутри костномозговых каналов уничтожается микробами (Васильев, 2005).

Исследования, посвященные разложению и некробионтному составу трупов в воде, напротив, не многочисленны. Этапы разложения трупов в водной среде предложены J.A. Payne и E.W. King (Payne, 1972). Весь процесс включает шесть стадий:

1. Свежего погружения. Плавающий труп начинает погружаться в воду и вздуться. Летом этот процесс начинается на первый-второй день, осенью – на вторую-третью неделю. Из насекомых на этой стадии встречаются только гидрофильные жуки.

2. Раннего всплытия. Появляется запах гниения. Стадия по времени непродолжительна.

3. Гниения плавающего трупа. Начинается через сутки после всплытия трупа.

4. Вздутия. Этап продолжителен во времени.

5. Плавающих останков. Стадия продолжается от 4 до 14 дней и заканчивается погружением останков.

6. Погружение останков. Стадия продолжается 10-30 дней. Разложение осуществляется главным образом за счет бактерий и грибов. В грязных водоемах на трупах обильны личинки комаров.

Разложение в воде также происходит за счет биологического компонента – это большая группа беспозвоночных животных (Лябзина, 2013). Процесс имеет свои особенности, которые существенно отличаются от наземных условий, а в деструкцию вещества включены и представители наземной фауны. Начиная со второй стадии «раннего всплытия», не погруженные в воду части трупа могут колонизировать двукрылые и откладывать яйца. При этом активность их гораздо выше, чем на трупах в наземных условиях. На некоторых трупах были отмечены и жуки р. *Necrodes*. Установлено, что в процессе разложения трупа в воде принимает участие 102 вида из 37 семейств, из которых 93 были обнаружены на трупах в наземных экосистемах (Payne, 1972).

В руководстве по судебной энтомологии (Gennard, 2007) также приведены вышеперечисленные стадии разложения в воде. Кроме того, со ссылкой на исследования J.C. Giertsen указывается, что при аналогичной средней температуре, степень разложения тела, находящегося на открытом воздухе в течение одной недели, соответствует степени разложения тела, находящегося в воде в течение двух недель или захороненного в земле в обычном порядке в течение восьми недель (Giertsen, 1977). Причиной этого различия в разложении является то, что скорость, при которой тело теряет тепло в воде, в два раза превышает скорость, с которой организм теряет тепло на открытом воздухе. Не вызывает сомнения, что необходимы дополнительные исследования для изучения процессов разложения в различных типах водоемов.

Кроме того, необходимо иметь в виду, что процесс разложения в воде изучался непосредственно на трупном материале. Однако в судебно-медицинской экспертной практике нередки случаи, когда человек погибает от утопления в воде, то есть попадает в воду еще живым и умирает в ней от механической аспирационной асфиксии. В таких случаях первая стадия разложения (свежего погружения) будет отсутствовать, так как человек погружается на глубину водоема в процессе утопления (т.е. умирания).

Несмотря на общий характер разложения трупа, отдельные его характеристики достаточно лабильны и зависят от ряда факторов, среди которых большое значение имеют условия внешней среды и местонахождение трупа (на открытом воздухе, в воде, в земле). Это, несомненно, влияет на процесс деструкции мертвого вещества, что необходимо учитывать судебно-медицинским экспертам при определении продолжительности постмортального интервала.

### **Библиография:**

1. Anderson GS, Van Laerhoven ShL. Initial Studies on Insect Succession on Carrion in Southwestern British Columbia. *Journal of Forensic Sciences* 1996, 41(4):617-625.
2. Bornemissza GF. An analysis of arthropod succession in carrion and the effect of its decomposition on the soil fauna. *Austr J Zool* 1957, 24:33-49.
3. Fuller ME. The insect inhabitants of carrion a study in animal ecology. *Coun Sci Ind Res Aust Bull* 1934, 82:9-62.
4. Gennard DE. Forensic entomology. Chichester, England: John Wiley & Sons. 2007.
5. Giertsen JC. Drowning in forensic medicine. In *Forensic Medicine: A Study in Trauma and Environmental Hazards*. Edited by Tedeschi CG, Eckert WG and Tedeschi LG. Vol.III. Saunders: Philadelphia, PA; 1977:1317-1333.
6. Goff ML. Early post-mortem changes and stages of decomposition in exposed cadavers. *Exp Appl Acarol* 2009, 49:1-36.
7. Horenstein MB, Linhares AX. Seasonal composition and temporal succession of necrophagous and predator beetles on pig carrion in central Argentina. *Medical and Veterinary Entomology* 2011, 25:395-401.
8. Howden HF. The species of Acoma Casey having a three-segmented antennal club

- (Coleoptera: Scarabaeidae). *The Canadian Entomologist* 1958, 90:337-401.
9. Jiron LF, Cortin VM. Insect succession in the decomposition of a mammal in Costa Rica. *N Y Ent Soc* 1981, 89(3):158-165.
  10. Galal Lamia AA, Abd-El-hameed Saly Y, Attia Rasha AH, Uonis Doaa A. An initial study on arthropod succession on exposed human tissues in assuit, Egypt. *Mansoura J Forensic Med Clin Toxicol* 2009, 7(1):55-74.
  11. Megnin JP. La faune des cadavres : application de l'entomologie a la medecine legale. Encyclopedie Scientifique des Aides-Memoires. Paris: Masson et Gauthiers-Villars, 1894.
  12. Payne JA. A Summer Carrion Study of the Baby Pig *Sus Scrofa* Linnaeus. *Ecology* 1965, 46(5):P.592-602.
  13. Payne JA, King EW. Insect succession and decomposition of pig carcasses in water. *Journal of Georgia Entomology Society* 1972, 7:153-162.
  14. Reed HB. A study of dog carcass communities in Tennessee with special reference to the insects. *Am Midland Naturalist* 1958, 59:213-245.
  15. Васильев Ю.М. Деструкция органических веществ при двухактных погребениях // Вестник ДВО РАН. – 2005. – №2. – С.31–42.
  16. Колев Я. Судебно-энтомологическое исследование. В кн.: Судебная медицина и судебно-медицинская экспертиза: национальное руководство М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – С.473–491.
  17. Лябзина С.Н. Видовой состав и структура комплекса членистоногих-некробионтов Южной Карелии // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. – 2011. – Т.117. – №4. – С.10–19.
  18. Лябзина С.Н. Беспозвоночные-некробионты литоральной зоны пресных водоёмов // Биология внутренних вод. – 2013. – №2. – С.51–59.
  19. Марченко М.И. Влияние климатических факторов на продолжительность биологического разложения трупа насекомыми-некробионтами в условиях Северо-Запада Европейской части России // Энтомологическое обозрение. – 1992. – Т.63. – №4. – С.557–568.
  20. Марченко М.И. Судебно-медицинское значение энтомофауны трупа для определения давности наступления смерти: автореф. дис. ... канд. биол. наук. ЗИН АН СССР. – Л, 1987.
  21. Марченко МИ, Кононенко ВИ. Практическое руководство по судебной энтомологии. Под ред. А.Ф. Рубежанского. Харьков, 1991.
  22. Попов В.Л. Судебная медицина. Учебник. СПб.: Изд-во ВМА, 1994.
  23. Рубежанский А.Ф. Определение по костным останкам давности захоронения трупа. М.: Медицина, 1978.
  24. Туманов Э.В., Кильдюшов Е.М., Соколова З.Ю. Судебно-медицинская танатология. В кн.: Судебная медицина и судебно-медицинская экспертиза: национальное руководство М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. С.449–473.
  25. Хохлов В.В., Кузнецов Л.Е. Судебная медицина: Руководство. Смоленск, 1998.
  26. Шевченко И.Н., Голубович Л.Л., Куртев А. В. Динамика разложения трупа // Судово-медицна экспертиза. – 2012. – №5. – С.26–29.