

<https://doi.org/10.17116/sudmed20186106152>

Использование микробно-энтомологических данных для установления давности наступления смерти

Эксп. А.Н. ПРИХОДЬКО¹, к.м.н, доц. О.С. ЛАВРУКОВА², к.б.н., доц. С.Н. ЛЯБЗИНА³, к.б.н., доц. Н.А. СИДОРОВА⁴, д.м.н., проф. В.Л. ПОПОВ⁵

¹Бюро судебно-медицинской экспертизы Республики Карелия (нач. — А.Н. Приходько), Петрозаводск, Россия, 185003;

²кафедра анатомии, топографической анатомии и оперативной хирургии, патологической анатомии, судебной медицины (зав. — д.м.н., доц. И.Г. Пашкова);

³кафедра зоологии и экологии (зав. — д.б.н., проф. Э.В. Ивантер);

⁴кафедра неврологии, психиатрии и микробиологии (зав. — д.м.н., проф. Н.С. Субботина) Петрозаводского государственного университета, Петрозаводск, Россия, 185910;

⁵кафедра публичного права (зав. — д.м.н., проф. В.Л. Попов) Государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова, Санкт-Петербург, Россия, 198035

Цель исследования — на примере из судебно-медицинской экспертной практики продемонстрировать возможности установления давности наступления смерти (ДНС) с использованием энтомологического и микробиологического методов. Энтомологические показания базировались на основе найденных на костных останках и ложе двух видов личинок двукрылых — *Stearibia nigriceps* (Piophilidae) и *Fannia vesparia* (Fanniidae). Оценка сукцессии некрофильных насекомых при разложении органического вещества и развития преимагинальных стадий двукрылых позволила установить продолжительность нахождения трупа во внешней среде. С помощью микробиологического исследования определили, что в состав некробиома обнаруженных костных останков входила ассоциация, состоящая из почвенных форм бактерий порядка *Actinomycetales*, *Pseudomonadales*, *Aeromonadales* и грибов, принадлежащих к порядку *Endomycetales*. Энтеральные микроорганизмы, инициирующие гниение на ранних этапах разложения трупа, исчезли, и в останках развивались почвенные формы микроорганизмов, вызывающие разрушение твердых тканей. Преобладание *Actinobacteria* в образцах костных останков свидетельствует об активном распаде скелетной ткани бактериальными компонентами местной почвенной среды. Показано, что совокупные результаты анализа микробной составляющей смывов с поверхности черепа и левой плечевой кости соответствуют энтомологическому заключению о ДНС. Разработка возможностей установления ДНС, в том числе скелетированных трупов, с применением результатов энтомологического и микробиологического исследований является перспективной темой научных исследований в области судебной медицины.

Ключевые слова: костные останки, гниение, скелетирование, труп, давность наступления смерти, судебная энтомология, некрофильные двукрылые, некробиом, микробно-энтомологические исследования.

The use of the microbial and entomological data for the diagnostics of prescription of death coming

A.N. PRIKHOD'KO¹, O.S. LAVRUKOVA², S.N. LYABZINA³, N.A. SIDOROVA⁴, V.L. POPOV⁵

¹Bureau of Forensic Medical Expertise, Republic of Kareliya, Petrozavodsk, Russia, 185003;

²Department of Anatomy, Topographic Anatomy and Operative Surgery Pathological Anatomy, Forensic Medicine;

³Department of Zoology and Ecology;

⁴Department of Neurology, Psychiatry and Microbiology, Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia, 185910;

⁵Department of Public Law, Admiral S.O. Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, Saint-Petersburg, 198035

The objective of the present study was to demonstrate the possibility of the diagnostics of prescription of death coming (PDC) based on the results of the studies with the application of the entomological and microbiological methods. The entomological materials included larvae of two dipteran species *Stearibia nigriceps* (Piophilidae) and *Fannia vesparia* (Fanniidae) collected from bone tissue fragments and the bony bed. The detailed investigation of the succession of necrophilic insects taking place in the course of decomposition of organic matter and the development of the preimaginal stages of the dipterans made it possible to determine the duration of the period during which the corpse remained in the ambient environment. The microbiological studies made it possible to determine the composition of necrobiome of the bone remains. It included, among other things, the association of soil bacterial forms belonging to the orders *Actinomycetales*, *Pseudomonadales*, and *Aeromonadales* in the combination with the fungi of the

¹e-mail: andrey_prihodko@list.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6788-2907>

²e-mail: olgalavrukova@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0620-9406>

³e-mail: slyabzina@petsu.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3386-5724>

⁴e-mail: fagafon@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1822-016X>

⁵e-mail: expertfm@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7058-9541>

order *Endomycetales*. The enteral microorganisms that trigger putrefaction at the early stages of corpse decomposition were totally absent in the remains that hosted soil microorganisms destroying the hard tissues. The predominance of *Actinobacteria* in the samples of bone remains gave evidence of active disintegration of the skeletal tissues by the bacterial species inhabiting the local soil milieu. The study demonstrated that the results of the analysis of the microbial constituent of the washouts from the surfaces of the skull and the left upper arm bone of the human corpse were consistent with the conclusion about the prescription of death coming based on the entomological data. It is argued that the development of the methods for the diagnostics of prescription of death coming, including those to be used for the examination of the skeletonized corpses, based on the results of the entomological and microbiological investigations has good prospects as an area of research in the field of forensic medicine.

Keywords: bone remains, putrefaction, skeletonized corpses, prescription of death coming, forensic entomology, necrophilic dipterans, necrobiome, microbiological and entomological investigations.

Определение давности наступления смерти (ДНС) по костным останкам до настоящего времени является довольно сложной проблемой в практике каждого судебно-медицинского эксперта [1, 2]. Суть скелетирования в том, что мягкие ткани трупа в результате гниения, а также поедания насекомыми и позвоночными животными полностью исчезают с костной основы. При самых благоприятных условиях летом на поверхности земли мягкие ткани трупа взрослого человека могут разрушиться за 1—1,5 мес [3]. Практически полное скелетирование может произойти за 3—6 мес. Через год скелет распадается на отдельные кости, так как большая часть связочного аппарата разрушается [4, 5]. Интенсивное воздействие некрофагов на труп ускоряет его скелетирование [6, 7].

Имеются данные, что средняя продолжительность скелетирования трупа колеблется от 205 до 823 сут (54—1074 дня) в зависимости от месяца начала процесса разложения, а продолжительность разложения тканей трупа в разные сезоны года и в различных биотопах определяется характером радиационного режима [8].

И.Н. Шевченко и соавт. [9] полагают, что длительность стадии конечного разложения в зависимости от исхода (микробное разложение, мумификация, жировоск, разложение насекомыми, птицами, животными и их комбинация) колеблется от 1 мес до 1 года — 1,5 лет. Авторы отмечают, что приведенные сроки посмертного периода значительно усреднены и объективны для наиболее часто встречающихся условий разложения (среднесуточная температура 18—20 °С, нормальная влажность). Для северных территорий с учетом колебаний средней температуры временной интервал и специфика протекания разложения трупа до костных останков могут значительно меняться [6].

Из методических рекомендаций по установлению ДНС и сроков нахождения трупа в окружающей среде [10] известно, что даже при сильном разрушении мягких и скелетных тканей возможно использовать энтомологический метод при наличии на останках насекомых. Данные литературы [11—16] по установлению сроков скелетирования с использованием энтомологических исследований немногочисленны, применение микробиологических разработок приводится в единичных публикациях.

Цель исследования — на примере из судебно-медицинской экспертной практики продемонстрировать возможности установления ДНС с помощью энтомологического и микробиологического методов.

19 марта 2017 г. на открытой местности вблизи оз. Логозеро нашли костные останки человека: череп, 5 мелких костей без видимых повреждений, фрагменты лопатки, бедренной кости и 2 позвонка. Все кости располагались в ради-

усе нескольких метров от самого ложа, большинство растащено позвоночными мусорщиками. На костных останках и в ложе трупа обнаружили личинки двукрылых. Около 15% особей насекомых собрали в специальную тару для транспортировки в лабораторию. На момент осмотра места происшествия температура окружающего воздуха составляла 11 °С. Также обнаружили зуб с одним корнем, две ногтевые пластинки и фрагмент кожи неопределенной формы.

Судебно-медицинское исследование костных останков произвели 23 марта 2017 г. Исследовали череп без нижней челюсти, левую плечевую кость, два грудных позвонка, левую лопатку, фрагмент правой тазовой кости, одну кость фаланги кисти, одну пястную кость и три кости запястья.

Все кости имели цвет от светло-желтого до коричнево-желтого, влажные, тяжелые. На плечевой кости, основании черепа, позвонках, тазовой кости и лопатке имелись фрагменты мягких тканей в состоянии жировоска. Хрящи на суставных поверхностях практически всех костей отсутствовали и только на суставной поверхности вертлужной впадины тазовой кости обнаружили два легко отслаивающихся фрагмента хрящевой ткани в состоянии жировоска. Исследовали также лоскут кожи неопределенной формы с участками образования жировоска, в складках которого были выявлены слабоподвижные личинки белого и светло-коричневого цвета длиной до 9 мм. Таким образом, все объекты находились в состоянии поздних трупных явлений — в стадии практически завершеного гниения со скелетированием. При условии нахождения трупа на открытом участке местности на земле сроки установленных изменений соответствовали 6—24 мес до момента обнаружения останков.

В связи со сложностью поиска костных останков на занесенном снегом поле следствием установлена необходимость проведения дополнительного осмотра места происшествия, реальная возможность осуществления которого появилась только 4 мая 2017 г. после таяния снега, т.е. спустя 1,5 мес после обнаружения останков. В ходе осмотра участка поля площадью около 50 м² дополнительно нашли костные останки скелета человека (нижняя челюсть, четыре шейных позвонка, фрагменты костей таза, правой лопатки, тел плечевой, локтевой, бедренной, обеих большеберцовых костей, 11 правых и 9 левых ребер и их фрагменты, левая лучевая кость, 3 кости запястья, 4 пястных костей и фрагменты одежды, представляющие собой обрывки ткани зеленого и темно-серого цветов). На костях имелись повреждения, характерные для зубов собак. Непосредственно в месте, где 19 марта 2017 г. обнаружили череп (предполагаемое ложе трупа), визуально определялись изменения

цвета травяного покрова и почвы на участке размером 1,5×1,0 м. В грунте на этом участке нашли около 50 особей личинок насекомых, которые вместе с образцами грунта в специальных контейнерах транспортировали в лабораторию.

Для установления вида насекомых всех личинок поместили в термостат с постоянной температурой 20 °С и переменным освещением (12:12). В лабораторных условиях ежедневно вели наблюдение за ростом и развитием личинок. В термостате они находились до выплода имаго (взрослая особь).

Личинки в 1-м и 2-м сборах некрофильных насекомых принадлежали к двум видам: *Stearibia nigriceps* (Meigen, 1826), семейство сырные мухи (*Piophilidae*), и *Fannia vesparia* (Meade, 1891); (*Fanniidae*), относящиеся к отряду двукрылых (*Diptera*) (рис. 1, а, б, на цв. вклейке).

Эти двукрылые в своем развитии непосредственно связаны с трупами [17, 18]. Так, *Stearibia nigriceps* колонизирует в большом количестве на трупах крупных животных. *Fannia vesparia* и его близкородственные виды начинают появляться на 2-й неделе разложения, т.е. на уже гниющих тканях. При осмотре места происшествия на костных останках и предполагаемом ложе трупа не отметили насекомых, развивающихся на ранних стадиях разложения. Обнаружили двукрылых, которые заселяют уже сильно гниющие ткани. По этим признакам можно предположить, что труп находился во внешней среде с доступом заселения насекомыми в течение нескольких месяцев.

Из справки Карельского ЦГМС о температуре воздуха и количестве атмосферных осадков в районе оз. Логмозеро следовало, что среднесуточная температура окружающей среды ниже 10 °С установилась с 16 сентября 2016 г. Невысокая температура и обильные осадки ограничивают активность насекомых, и колонизация трупа некробионтами в основном происходила до середины сентября.

Осенью личинки *Fannia vesparia* и *Stearibia nigriceps* из-за невысоких температур окружающей среды на трупе не смогли закончить полный цикл развития и перешли в стадию диапаузы — покоя. М.И. Марченко и соавт. [19] провели многочисленные исследования на собаках. По его данным, если диапауза у некрофильных насекомых является приспособлением для перенесения суровых зимних условий, то представители поздней трупной фауны при низких температурах могут сохранять жизнеспособность и при изменении условий продолжать свое развитие. Весной во время осмотра места происшествия отмеченные виды двукрылых относились к личинкам раннего возраста, что предполагает их недлительный период нахождения на трупе (до наступления неблагоприятных условий). Собранные преимагинальные стадии некрофильных мух в лабораторных условиях завершили свой метаморфоз в течение 2—3 нед.

Таким образом, применяя энтомологический метод для определения продолжительности нахождения трупа с помощью некрофильных насекомых, можно предположить, что тело находилось во внешней среде с середины августа 2016 г.

Материал и методы

Изучение качественного и количественного состава микрофлоры костных останков проводили как часть научно-исследовательской работы по определению применимости микробно-энтомологических данных для установ-

ления ДНС. Образцы микроорганизмов отобраны 23 марта 2017 г. с поверхности левой плечевой кости (проба 1) и свода черепа (проба 2) методом смывов с помощью стерильных тампонов. В асептических условиях пробы суспензировали в 0,1 мл изотонического раствора натрия хлорида и инокулировали в питательные среды. Культуры микроорганизмов инкубировали при комнатной температуре в диапазоне 22—26 °С с последующей фиксацией культурального роста на 2-е, 4-е сутки и через 2 нед.

Таксоны бактерий описывали с помощью «Определителя бактерий Берги» [20] по ряду фенотипических признаков: морфологических, культуральных, тинкториальных, физиологических и биохимических.

Протеолитическую активность бактерий исследовали на мясопептонном желатине и мясопептонном бульоне. В течение 15 сут после посева регистрировали разжижение желатина и образование продуктов аммонификации пептона — H_2S и C_8H_7N .

Способность сбраживать углеводы изучали с помощью дифференциально-диагностических сред Гисса с добавлением глюкозы, сахарозы, мальтозы, лактозы и маннита.

Гемолитическую активность культур оценивали с помощью кровяного агара.

Плесневые и дрожжеподобные грибы выделяли на среде Сабуро. Для таксономической идентификации микроорганизмов использовали «Определитель микроскопических почвенных грибов» [21]. Учитывали тип мицелия, особенности грибных гиф, вид спор и расположение спор в конидиях/спорангиях.

Результаты и обсуждение

В результате комплекса проведенных микробиологических исследований в составе некробиота обнаруженных костных останков выделили ассоциацию, состоящую преимущественно из почвенных форм бактерий порядка *Actinomycetales* (42%), *Pseudomonadales* (23%), *Aeromonadales* (13%) и грибов, принадлежащих к порядку *Endomycetales* (15%).

Среди микроорганизмов, выделенных с поверхности плечевой кости, доминировали представители *Actinomycetales* (рис. 2, а, на цв. вклейке) и *Acinetobacter* (Family *Moraxellaceae*, Class *Gammaproteobacteria*) (см. рис. 2, б, на цв. вклейке), которые обычно встречаются в почве и извне заселяют костные останки, находящиеся на поздних стадиях разложения трупа [22]. Микрофлора, обнаруженная в смыве с поверхности свода черепа, была в основном представлена дрожжеподобными микроорганизмами семейства *Saccharomycetaceae*.

На примере желатиназной активности доказано, что все выделенные культуры обладали способностью к гидролитическому разложению белков. Глубокое разложение пептона до H_2S и C_8H_7N наблюдали у 12% культур и до H_2S — у 88% культур (см. таблицу).

Из всех выделенных микроорганизмов только 27% культур развивались на средах с углеводами. В пробах с микрофлорой, выделенной с поверхности костей черепа (рис. 3 а, б, на цв. вклейке), цвет дифференциально-диагностической среды Гисса с глюкозой не изменялся, что означает отсутствие у данной группы микроорганизмов ферментов, контролирующей утилизацию глюкозы. Примечательно, что способность вызывать брожение сахаров и высокоатомного спирта обнаружили только для микрофлоры, выделенной с поверхности плечевой кости (см. рис. 3, в, г, д,

Биохимическая активность гетеротрофных микроорганизмов, выделенных из костных останков

Проба	Разложение желатина	Образование H ₂ S	Образование C ₈ H ₇ N	Брожение	Гемолитическая активность
Смыв с поверхности плечевой кости	17*/17**	12*/12**	12*/3**	19*/12** (К+Г ⁻)***	12*/0**
Смыв с поверхности свода черепа	31*/31**	29*/29**	29*/2**	26*/0**	29*/0**

Примечание: * — число исследованных штаммов, ** — число штаммов, обладающих данным свойством, *** — брожение протекает с накоплением кислых продуктов (К+), но без газа (CO₂).

на цв. вклейке). В этих вариантах после инокулирования бактерий в питательную среду с глюкозой и последующего термостатирования при температуре 37 °С в течение 24 ч наблюдали феномен изменения цвета среды на желтый. Это связано с наличием у данных микроорганизмов ферментов, контролирующих брожение глюкозы, что вызывает накопление кислых продуктов метаболизма, которые изменяют кислотность среды с последующим восстановлением индикатора.

Этот сдвиг, вероятно, обусловлен уменьшением значений общего углерода в составе органического вещества почвы в зоне ложа трупа, которые, согласно данным F. Dapann и соавт. [23], тесно коррелируют с величинами экстрагированных веществ из разлагающихся тел. Можно предположить, что труп был в одежде из углеводородных натуральных, искусственных или синтетических материалов, которые послужили субстратом для ферментативной активности гетеротрофов, контролирующей реакции брожения. Вероятно, область головы была не покрыта и на костях черепа сохранились только истинные аминокетотрофы, вызывающие гниение. Ограничение в пищевых ресурсах вызвало адаптацию некробионтов, связанную с экономным потреблением органического вещества за счет глубины его превращения и разложения. На примере полученных результатов можно констатировать бедность изученных микробиомов костных останков биохимически активными штаммами и повышенное содержание этих штаммов в исследованных образцах смывов с поверхности костей. Вполне вероятно, что с увеличением периода разложения трупа снижается концентрация легкоусвояемого для микрофлоры гниения аллохтонного органического вещества и создаются условия для ферментативных реакций, которые контролируют полное использование органического материала микроорганизмами-деструкторами. Энтеральные микроорганизмы, инициирующие гниение на ранних этапах разложения трупа, исчезают, а останки заселяют развивающиеся на них почвенные микроорганизмы [24], вызывая микро- и макроскопическое разрушение мягких и твердых биологических тканей. Для объективного анализа полученных результатов необходимо также учитывать различный состав костей туловища и черепа, который состоит из наименее мягких тканей и сложней подвергается микробной деструкции [25]. Совокупные результаты анализа микробной составляющей смывов с поверхности черепа и левой плечевой кости совпадали с энтомологическими данными о ДНС, датированной серединой августа 2016 г.

Результаты исследования представляют важную экологическую информацию и согласуются с данными отно-

сительно динамики микробного сообщества в ответ на разложение трупа [26—28]. В составе выделенного некробиома доминировали почвенные формы микроорганизмов, ответственные за разложение и гумусообразование почвы [29]. Преобладание *Actinobacteria* в образцах костных останков свидетельствует об активном разложении скелетной ткани бактериальными компонентами местной почвенной среды. Полученные результаты являются многообещающими для объективной оценки посмертного интервала, однако следует учитывать, что они предварительные, так как получены на ограниченном размере выборки. Необходимо дополнительный отбор проб и исследование микрофлоры захоронений и костных фрагментов для уточнения времени наступления смерти. Полученные результаты доказывают наличие тесной взаимосвязи между энтомолого-микробиологическими изменениями при разложении трупов и целями судебно-медицинской экспертизы. Следует заметить, что посмертная микробиология — новая область исследований и требует проведения более тщательной экспериментальной работы для полного анализа структуры микробного сообщества как инструмента объективной оценки посмертного интервала. Кроме того, необходимо учитывать, что прижизненная нормальная микрофлора существенно различается у индивидуумов [30, 31], что указывает на создание и развитие в дальнейшем персонализированной посмертной микробиологии.

Выводы

1. Представленный случай показал возможность положительного применения комплексного энтомологического и микробиологического методов исследований останков, длительное время находившихся на открытой местности при низких температурах.
2. Микробно-энтомологический метод пригоден для обнаружения ложа трупа.
3. Разработка возможностей установления ДНС, в том числе скелетированных трупов, с применением результатов энтомологического и микробиологического методов исследований является перспективной темой научных исследований в области судебной медицины.

Статья подготовлена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках государственного задания 17.7416.2017/8.9.

Исследование выполнено в рамках реализации Программы развития опорного университета ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет» на период 2017—2021 гг.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Добряк В.И. *Судебно-медицинская экспертиза скелетированного трупа*. Киев: Гос. мед. издательство УССР. 1960. [Dobryak VI. *Sudebno-meditsinskaya ekspertiza skeletrovannogo trupa*. Kiev: Gos. med. izdatel'stvo USSR. 1960. (In Russ.).]
- Евгеньев-Тиш Е.М. *Установление давности смерти в судебно-медицинской практике*. Казань: Казанский гос. мед. институт, 1963. [Evgen'ev-Tish EM. *Ustanovlenie давности смерти в судебно-медицинской практике*. Kazan': Kazansk. gos. med. institut, 1963. (In Russ.).]
- Солохин А.А., Солохин Ю.А. *Руководство по судебно-медицинской экспертизе трупа*. М.: РМАПО, 1997. [Solokhin AA, Solokhin YuA. *Rukovodstvo po sudebno-meditsinskoj ekspertize trupa*. М.: RMAPO, 1997. (In Russ.).]
- Самищенко С.С. *Судебная медицина: учебник для вузов*. М.: Юрайт, 2010. [Samishchenko SS. *Sudebnaya meditsina: uchebnik dlya vuzov*. М.: Yurait, 2010. (In Russ.).]
- Любовицкий А.В. *Медико-криминалистические аспекты осмотра трупа: учеб.-метод. пособие*. Ижевск: Jus est, 2010. [Lyubovitskii AV. *Mediko-kriminalisticheskie aspekty osmotra trupa: ucheb.-metod. posobie*. Izhevsk: Jus est, 2010. (In Russ.).]
- Марченко М.И. Влияние климатических факторов на продолжительность биологического разложения трупа насекомыми-некробионтами в условиях Северо-Запада Европейской части России. *Энтомологическое обозрение*. 1992;71(3):557-568. [Marchenko MI. Effect of Climatic Factors on Duration of the Biological Decomposition of Cadaver by Necrobiont Insect in Northwestern European Part of Russia. *Entomologicheskoe obozrenie*. 1992;71(3):557-568. (In Russ.).]
- Кан В.Б., Беликов И.Е. *Судебная медицина: Курс лекций*. Екатеринбург: Издательство Уральского юридического института МВД России, 2002. [Kan VB, Belikov IE. *Sudebnaya meditsina: Kurs leksii*. Ekaterinburg: Izdatel'stvo Ural'skogo yuridicheskogo instituta MVD Rossii, 2002. (In Russ.).]
- Марченко М.И., Кононенко В.И. *Практическое руководство по судебной энтомологии*. Под редакцией Рубежанского А.Ф. Харьков. 1991. [Marchenko MI, Kononenko VI. *Prakticheskoe rukovodstvo po sudebnoy entomologii*. Pod red. Rubezhanskogo AF. Khar'kov. 1991. (In Russ.).]
- Шевченко И.Н., Голубович Л.Л., Куртев А.В. Динамика разложения трупа. *Судово-медицина экспертиза*. 2012;5:26-29. [Shevchenko IN, Golubovich LL, Kurtev AV. The dynamic of putrefaction of death body. *Sudovo-medichna ekspertiza*. 2012;5:26-29. (In Russ.).]
- Богомолов Д.В., Таргашин А.В., Павлова А.З., Денисова О.П., Аманмуратов А.Х., Пирязева Е.А., Бобров А.П. *Применение микологических и энтомологических исследований при проведении судебно-медицинской экспертизы трупа для установления давности наступления смерти и возможности посмертного перемещения тела: Методические рекомендации*. М. 2014. [Bogomolov DV, Targashin AV, Pavlova AZ, Denisova OP, Amanmuradov AKh, Piryazeva EA, Bobrov AP. *Primenenie mikologicheskikh i entomologicheskikh issledovaniy pri provedenii sudebno-meditsinskoj ekspertize trupa dlya ustanovleniya давности наступleniya smerti i vozmozhnosti posmertnogo peremeshcheniya tela: Metodicheskie rekomendatsii*. М. 2014. (In Russ.).]
- Лопатенок А.А., Бойко Л.П., Будаков О.С. Случай использования фауны трупа для установления времени смерти. *Судебно-медицинская экспертиза*. 1964;1:47-50. [Lopatenok AA, Boiko LP, Budyakov OS. The case of using the corpse's fauna for establishing the time of death. *Sudebno-meditsinskaya ekspertiza*. 1964;1:47-50. (In Russ.).]
- Рубежанский А.Ф. *Определение по костным останкам давности захоронения трупа*. М.: Медицина, 1978. [Rubezhanskii AF. *Opreделение po kostnym ostankam давности zakhoroneniya trupa*. М.: Meditsina, 1978. (In Russ.).]
- Наинис Й.-В.Й., Марченко М.И., Казак А.Н. Расчетный метод установления времени нахождения трупа на месте его обнаружения по энтомофауне. *Судебно-медицинская экспертиза*. 1982;25(4):21-23. [Nainis I-VI, Marchenko MI, Kazak AN. A calculation method for estimating by entomofauna the period during which the body had remained in the place where it was found. *Sudebno-meditsinskaya ekspertiza*. 1982;25(4):21-23. (In Russ.).]
- Starkey M. Dead larvae of *Cynomya mortuorum* (L.) (Diptera, Calliphoridae) as indicators of the postmortem interval — a case history from Norway. *Forensic Science International*. 2001;129:77-78.
- Попов В.Л., Лаврукова О.С., Приходько А.Н., Лябзина С.Н. Установление времени заселения трупа некрофильной мухой *Protophormia terraenovae* (Diptera, Calliphoridae) для определения продолжительности постмортального интервала. *Вестник судебной медицины*. 2016;3:4-8. [Popov VL, Lavrukova OS, Prikhodko AN, Lyabzina SN. The timing of the settlement of a corpse necrophilic fly *Protophormia terraenovae* (Diptera, Calliphoridae) to determine the duration of postmortem interval. *Vestnik sudebnoi meditsiny*. 2016;3:4-8. (In Russ.).]
- Damann FE, Williams D, Layton A. Potential use of bacterial community succession in decaying human bone for estimating postmortem intervals. *Journal of Forensic Science*. 2015;60:844-850. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12744>
- Matuszewski S, Bajerlein D, Konwerski S, Szpila K. An initial study of insect succession and carrion decomposition in various forest habitats of Central Europe. *Forensic Science International*. 2008;180:61-69. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2008.06.015>
- Smith KGV. *A manual of forensic entomology*. London: Trustees of the British Museum. 1986.
- Виноградова Е.Б., Марченко М.И. Использование температурных параметров развития мух в судебно-медицинской практике. *Судебно-медицинская экспертиза*. 1984;27(1):16-19. [Vinogradova EB, Marchenko MI. The use of temperature parameters of ely growth in the medicolegal practice. *Sudebno-meditsinskaya ekspertiza*. 1984;27(1):16-19. (In Russ.).]
- Краткий определитель бактерий Берги*. Под ред. Хоулта Дж. М.: Мир. 1980. [*Kratkii opredelitel' bakterii Bergi*. Pod red. Khoulta Dzh. М.: Mir, 1980. (In Russ.).]
- Литвинов М.А. *Определитель микроскопических почвенных грибов*. Л.: Наука. 1967. [Litvinov MA. *Opredelitel' mikroskopicheskikh pochvennykh gribov*. L.: Nauka. 1967. (In Russ.).]
- Hyde ER, Haarmann DP, Petrosino JF, Lynne AM, Bucheli SR. Initial insights into bacterial succession during human decomposition. *International Journal of Legal Medicine*. 2014;1-14. <https://doi.org/10.1007/s00414-014-1128-4>
- Damann FE, Carter DO. Human decomposition ecology and postmortem microbiology. In: James P, Symes S, Ropper C. (eds.). *A Manual of Forensic Taphonomy*. Boca Raton: CRC Press; 2013;37-49.
- Evans WED. *The Chemistry of Death*. Springfield: Charles C. Thomas. 1963.
- Pinheiro J. Decay process of a cadaver. In: Schmitt A, Cunha E, Pinheiro J. (eds). *Forensic anthropology and medicine*. New Jersey: Humana Press; 2006;85-116.
- Parkinson RA. *Bacterial Communities Associated with Human Decomposition*. PhD thesis, Victoria University of Wellington, 2009.
- Parkinson RA, Dias KR, Horswell J, Greenwood P, Banning N, Tibbett M, Vass AA. Microbial community analysis of human decomposition in soil. In: Ritz K, Dawson LA, Miller D. (eds.). *Criminal and Environmental Soil Forensics*. New York: Springer; 2009;379-394.
- Damann FE. *Human Decomposition Ecology at the University of Tennessee Anthropology Research Facility*: Dis. ... PhD University of Tennessee, 2010.
- Moorhead DL, Sinsabaugh RL. A theoretical model of litter decay and microbial interaction. *Ecological Monographs*. 2006;2(76):151-174. [https://doi.org/10.1890/0012-9615\(2006\)076\[0151:atmold\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1890/0012-9615(2006)076[0151:atmold]2.0.co;2)
- Turnbaugh PJ, Ley RE, Hamady M, Fraser-Liggett C, Knight R, Gordon JI. The human microbiome project. *Nature*. 2007;7164(449):804-810. <https://doi.org/10.1038/nature06244>
- Costello EK, Lauber CL, Hamady M, Fierer N, Gordon JI, Knight R. Bacterial community variation in human body habitats across space and time. *Science*. 2009;5960(326):1694-6167. <https://doi.org/10.1126/science.1177486>

Поступила 14.03.18

К статье *А.Н. Приходько и соавт. «Использование микробно-энтомологических данных для установления давности наступления смерти»*

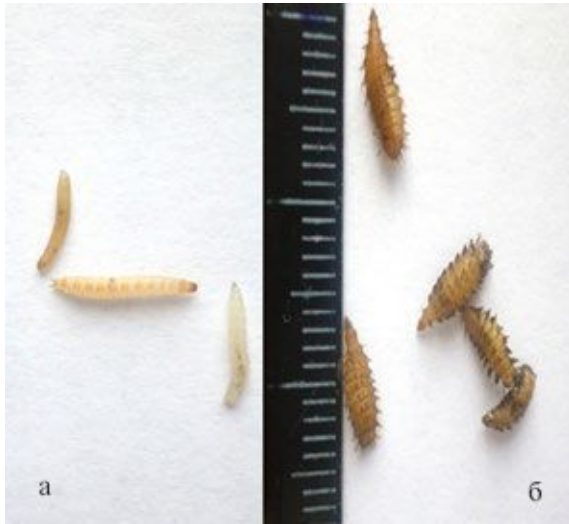


Рис. 1. Личинки некрофильных двукрылых.
а — *Stearibia nigriceps* (Meigen, 1826); б — *Fannia vesparia* (Meade, 1891).

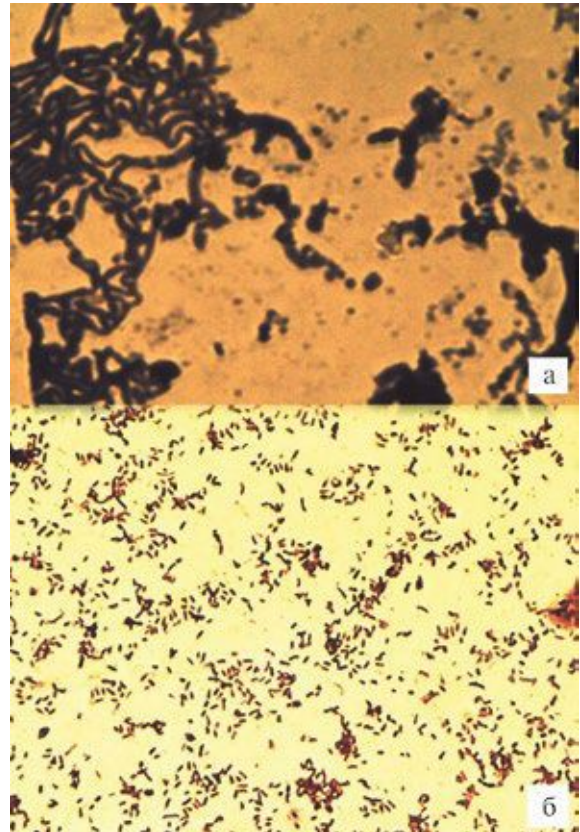


Рис. 2. *Actinomycetales* (а) и *Acinetobacter* (б), выделенные с поверхности плечевой кости. Иммерсионная микроскопия. Ув. 1000.

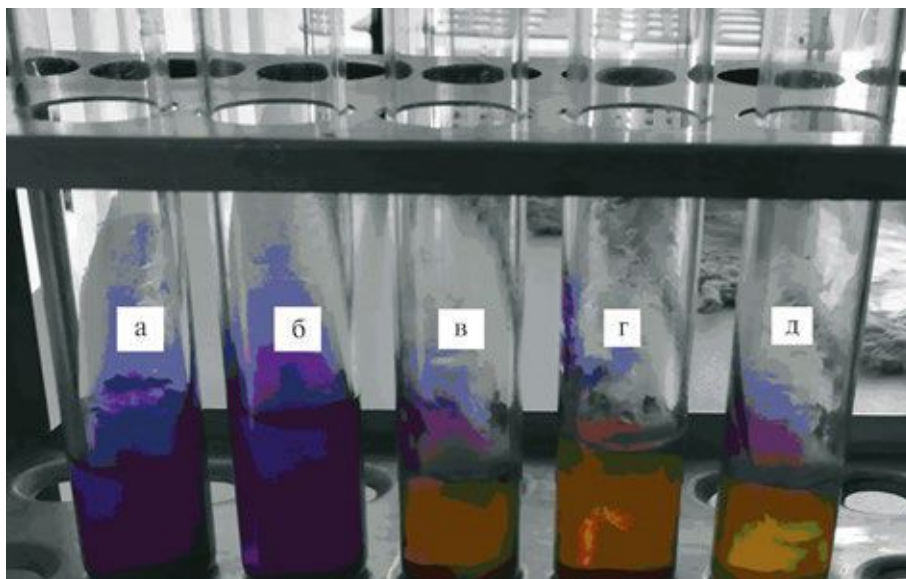


Рис. 3. Бактериальный рост на среде Гисса:
а, б — микрофлора костей черепа; в—д — микрофлора плечевой кости.