

УДК 616.9

DOI: 10.34215/1609-1175-2022-3-24-31



Механизм передачи паразита как инструмент эволюции и критерий систематики инфекционных болезней

С.Л. Колпаков

Тихоокеанский государственный медицинский университет, Владивосток, Россия

В обзоре рассматриваются принципы построения эпидемиологических классификаций инфекционных болезней. Дается обоснование того, что принципам систематики соответствует сочетание морфологического, «форма и симметрия» паразитов, и функционального, механизм передачи возбудителя, или «функция и энергия», подходов. Обсуждается положение о том, что механизм передачи возбудителя является эволюционным инструментом, реализуемым в эпидемическом процессе. Механизмы передачи классифицируются на: обеспечивающие воспроизводство (наследственный, вертикальный и контактный), обеспечивающие метаболические процессы (некрофагальный, водно-почвенный, плотоядный для инфекций животных и растений) и трансмиссивный (для животных и человека), фекально-оральный и аэрозольный. В качестве примера обосновывается гипотетическая модель эволюции вирусов на основе их механизмов передачи.

Ключевые слова: механизм передачи, классификация, инфекционные болезни, эпидемический процесс

Поступила в редакцию 20.02.22. Получена после доработки 22.02.22. Принята к печати 27.02.22

Для цитирования: Колпаков С.Л. Механизм передачи паразита как инструмент эволюции и критерий систематики инфекционных болезней. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2022;3:24–31. doi: 10.34215/1609-1175-2022-3-24-31

Для корреспонденции: Колпаков Сергей Леонидович – канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры эпидемиологии и военной эпидемиологии Тихоокеанского государственного медицинского университета (690002, г. Владивосток, пр-т Острякова, 2); ORCID: 0000-0001-9495-6190; тел.: +7 (914) 071-11-61; e-mail: kolpakovsl@mail.ru

The mechanism of parasite transmission as a tool of evolution and a criterion for a taxonomy of infectious disease

S.L. Kolpakov

Pacific State Medical University, Vladivostok, Russia

This review discusses the principles of constructing epidemiological classifications of infectious diseases. A rationale is provided that taxonomy principles correspond to a combination of morphological and functional approaches. The former covers the shape and symmetry of parasites, while the latter is based on pathogen transmission mechanisms or the 'function-and-energy' approach. The idea that pathogen transmission mechanisms are an evolutionary tool implemented in the epidemic process is discussed. Transmission mechanisms are classified into those ensuring reproduction – hereditary, vertical, and contact, those supporting metabolic processes – necrophage, water-soil, and carnivorous for animal and plant infections, as well as those enabling transmission (for animals and humans) – fecal-oral and aerosol. As an example, a hypothetical model of the evolution of viruses based on their transmission mechanisms is substantiated.

Keywords: transmission mechanism, classification, infectious diseases, epidemic process

Received 20 February 2022. Revised 22 February 2022. Accepted 27 February 2022

For citation: Kolpakov S.L. The mechanism of parasite transmission as a tool of evolution and a criterion for a taxonomy of infectious disease. *Pacific Medical Journal*. 2022;3:24–31. doi: 10.34215/1609-1175-2022-3-24-31

Corresponding author: Sergey L. Kolpakov, PhD, assistant prof. of Dept. of epidemiology and military epidemiology, Pacific State Medical University (2, Ostryakova Ave., Vladivostok, 690002, Russian Federation); ORCID: 0000-0001-9495-6190; phone: +7(914) 071-11-61; e-mail: kolpakovsl@mail.ru

Учение Л.В. Громашевского о механизмах передачи является базисом науки об эпидемическом процессе [1, 2]. Оно гармонизирует ее, создает целостность и законченность теоретических построений, выводит познание на новый уровень. Механизмы передачи отличаются от входных ворот и способов передачи, сформулированных ранее К. Сталлибрасом [3], согласно которому «семя» (возбудитель) проникает в «почву» (восприимчивый организм) через слизистые либо полости рта, глотки и дыхательных путей,

либо пищеварительного тракта. Внешним путем, через кожу: трансмиссивным, раневым или через неповрежденные покровы.

У Л.В. Громашевского все иначе. Человек обладает четырьмя анатомо-физиологическими системами органов, обеспечивающими обмен микроорганизмами между индивидуумами через внешнюю среду. Поэтому можно выделить четыре типа механизма передачи, которые определяются органами пищеварения; дыхательными органами; кровью; наружными покровами

[1]. Современный вид названия механизмов передачи получили только у В.Д. Белякова. Это фекально-оральный, аэрозольный, трансмиссивный и контактный механизмы передачи [4].

Первые эпидемиологические классификации инфекционных болезней по механизмам передачи были обоснованы и представлены в учебной и справочной литературе. Все они, начиная с классификации Л.В. Громашевского (1941 г.), включая классификацию Б.Л. Черкасского и самые последние из опубликованных классификаций, вызывали и вызывают много вопросов по дефинициям отдельных инфекций [1, 4, 5]. У эпидемиологов не сформировалось единого понимания.

Целью настоящей публикации являются рассмотрение понятия механизм передачи; анализ принципов классификации инфекционных болезней по видам; разработка модели эпидемиологической классификации инфекций, соответствующей требованиям систематики.

Анализ источников показывает, что классификации совершенствовались двумя путями. Первый – введением дополнительных оснований (морфология, экология, филогенез, патогенность). Второй – расширением списка механизмов передачи.

В 1952 году И.И. Елкин ввел дополнительно в классификацию Л.В. Громашевского экологический подход, деление на антропонозы и зоонозы. Последний вариант этой классификации опубликован в 1979 году [6]. При этом четыре вида механизмов передачи даже не названы. Критическое рассмотрение его работ показывает, что механизмы передачи используются им только для группировки инфекций по однотипным путям передачи, как сформулировал А.Б. Белов, по входным воротам [7].

Под внешней схожестью представления материала в учебной и справочной литературе скрыты принципиальные, фундаментальные разногласия отечественных ученых. Для Л.В. Громашевского эпидемический процесс явление космического масштаба. Это возникновение жизни, в том числе и паразитизма, и биологическая эволюция. Механизмы передачи в этом играют роль движущих сил. А для И.И. Елкина эпидемиология – это наука об инфекционных болезнях и объективных закономерностях распространения их возбудителей. Точку зрения Л.В. Громашевского на эпидемиологию как «науку об эпидемическом процессе» он считал не точной и ошибочной [6].

Проблема заключается в понимании самого эпидемического процесса и механизмов передачи как инструмента эволюции, реализуемой в межвидовых отношениях. При этом эпидемиологи-теоретики были сторонниками самых разных концепций эволюции. Так, В.Б. Беляков придерживался положений номогенеза (ортогенеза, автоэволюции) [8].

Знаковым событием в эпидемиологии стал выход учебника В.Д. Белякова и Р.Х. Яфаева в 1989 году [4]. Многие считают, что он построен на новой

концептуальной основе [7, 9]. Это так. В то же время в нем авторы возродили эпидемиологию как науку об эпидемическом процессе. Поскольку в 70-е годы XX века И.И. Елкин, а позднее его ученики сумели укрепить точку зрения, что эпидемиология – это наука о распространении инфекционных болезней [6].

Интуитивно осознав произошедшие перемены, В.Д. Беляков поставил вопрос о нетождественности учения об эпидемическом процессе с учением об инфекционных и паразитарных болезнях. Как не тождественна медицина с гигиеной и эпидемиологией [10]. С одной стороны, учение об инфекционных и паразитарных болезнях включает распространение возбудителей, то есть их эпидемиологию. С другой стороны, паразитология – часть учения об эпидемическом процессе [4].

Сейчас можно сказать, что учение об эпидемическом процессе стало предвестником системного подхода на глобальном уровне в пространственном (космическом) и во временном аспекте, затрагивающем возникновение жизни и ее эволюцию. Это точно сформулировал А.Б. Белов: теория эпидемического процесса «базируется на методологии познания закономерностей возникновения и эволюции жизни на планете во всем многообразии ее форм» [7].

В.Д. Беляков совершенствовал классификацию инфекционных болезней сразу по двум направлениям: увеличил количество оснований для выделения токсинов и дифференцировал механизмы передачи. В учебнике появились четыре новых механизма передачи. Первым выделен вертикальный механизм передачи, базирующийся на биологическом воспроизводстве. В рецензии В.В. Шкарин указал, что этот механизм играет дополнительную роль и эволюционным механизмом передачи не является [9]. Потребуется долгий путь, чтобы осмыслить разную роль вертикального и контактного механизмов передачи, разделить их.

Для зоонозов и сапронозов В.Д. Беляков обосновал три механизма передачи, по принципу участия членистоногих: облигатно-трансмиссивный, факультативно-трансмиссивный и нетрансмиссивный [4]. Это вызвало возражения, так как нарушало логическую целостность теоретического построения Л.В. Громашевского [9]. Предложенный нами подход будет базироваться на доработке типов механизмов передачи по В.Д. Белякову.

Параллельно с увеличением количества механизмов передачи В.Д. Беляков применил в классификации инфекций морфологический и филогенетический принципы. Деление на вирусные, микоплазменные, риккетсиозные, бактериальные, спирохетальные инфекции, а также микозы, протозоозы, гельминтозы и инфестации. Далее был использован экологический подход: деление на антропонозы, зоонозы и сапронозы [4].

Прошло более 30 лет от первого и единственного издания учебника В.Д. Белякова. И стало очевидно, что его следует признать самым удачным из опубликованных работ в нашей стране по эпидемиологии, отразившим все тренды [7]. Комплексные эпидемиологические

[illegible]

выделила гемоконтактный механизм передачи [14]. А Е.П. Ковалева предложила искусственный механизм передачи [15]. Это окончательно запутало ситуацию. Поэтому первое десятилетие XXI века стало временем ее обсуждения. Оформились две точки зрения [7]. Первая: ревизия теории механизмов передачи и основывающейся на ее положениях систематики инфекций не нужна. Ее придерживались ученики и последователи И.И. Елкина. Среди них наиболее скрупулезное обоснование характерных для инфекций типов механизма передачи и путей передачи сделал В.И. Сергеев [16].

Следует согласиться с мнением А.Б. Белова, что В.И. Сергеев, как ранее Б.Л. Черкасский и И.И. Елкин, не видел разницы между этими понятиями. Критерием систематики возбудителей выбирали путь их проникновения в организм восприимчивого. Подтверждается это выделением в классификации В.И. Сергеева четырех категорий инфекций при семи типах механизма передачи. Количество должно быть одинаковым.

Вторая точка зрения – классификация инфекций нуждается в пересмотре [7]. А.Б. Белов пишет, что обозначение одним и тем же термином и механизма (общее), и пути передачи (частное) – неизбежно приводит к путанице. Это ошибочное суждение, поскольку здесь нет дилеммы «общее – частное». Противоречие имеет иной характер. Механизм передачи – это инструмент эволюции, реализуемый через анатомо-функциональные системы органов. Поэтому нельзя ставить вопрос как у В.И. Сергеева: нужно ли придумывать механизмы передачи [16]. Они объективно существуют, их открывают. В систематике за каждым из них стоит таксономический ранг.

Объективно существующие в мире межвидовых отношений механизмы передачи паразитов можно поделить на две большие группы (табл.). В первую войдут механизмы передачи, определяющие воспроизводство, сохранение, эволюцию, размножение и умножение популяций. Это наследственный, вертикальный и контактный механизмы передачи. Во вторую группу входят механизмы передачи, связанные с метаболическими функциями организма. Первые три мы предлагаем назвать некрофагальным, водно-почвенным и плотоядным вместо названий В.Д. Белякова, предложенных для зоонозов и сапронозов. Завершают последовательность трансмиссивный, фекально-оральный и аэрозольный механизмы передачи. Также можно говорить о возможном появлении третьей группы. Это искусственный механизм передачи и аналогичные ему, связанные с познавательной и преобразующей мир деятельностью человека.

Первая группа механизмов передачи определяет возникновение, воспроизводство и умножение популяций. А.Б. Белов считает, что под вертикальным механизмом передачи, скорее всего, кроется еще и более древний [7]. Мы утверждаем, что вертикальный – второй по древности механизм передачи после

наследственных болезней, являющихся результатом появления организмов, наследственно воспроизводимых, передачи биологической информации и ее реализации. Следует сказать, что вопрос о наследственном механизме передачи был поднят А.Б. Беловым, это его приоритет [17]. Однако существование эндогенных вирусных элементов и их функции уже стали предметом обсуждения [18, 19]. Более того, установлено, что около 8% ДНК человека относятся к внедренной ДНК реликтовых вирусов [20, 21].

Вертикальный механизм передачи в эволюции патологии является проявлением суборганизации на уровне соматических клеток. Его имеют вирусы, инициирующие возникновение опухолей и некоторых болезней психической сферы [22–24]. Это передача вектора из поколения в поколение. Данный механизм базируется на биологическом воспроизводстве (родитель – потомок – родитель...). Эпидемиология онковирусов с вертикальным механизмом передачи была хорошо описана еще Л.А. Зильбером [25]. Вертикальный механизм передачи следует отличать от вертикального инфицирования, известного с середины XX века и даже ранее [7].

Контактный механизм передачи связан с функцией размножения, деторождения, воспитания. У Л.В. Громашевского он был на 4-й позиции, а должен быть на 1-й. Не следует сводить контактный механизм передачи к обоснованию основной локализации. Это тупиковый подход. К примеру, В.И. Сергеев [16] пишет, что по В.Д. Белякову, «сальмонеллез – это не кишечная инфекция, что общепринято, а зооноз с факультативно-трансмиссивным механизмом передачи среди животных». Однако по анатомо-функциональному признаку в эпизоотическом процессе сальмонеллез – контактная инфекция (половой контакт: петух – курица – петух...). Пути заражения человека: пищевой, аспирационный, бытовой. При госпитальном сальмонеллезе – искусственные пути заражения.

У Л.В. Громашевского в последовательности механизмов передачи была заложена гносеологическая ошибка. Контактный механизм передачи должен быть первым. Все остальные – метаболические механизмы передачи. Последовательность этих механизмов передачи должен открывать факультативно-трансмиссивный. Он основа для всей последующей эволюции. Реализуется при употреблении в пищу плоти умерших организмов, падали. Поэтому для отражения его сущности мы предлагаем название **некрофагальный** механизм передачи. Для человека и растений он не характерен.

При участии некрофагального механизма передачи формируется почва, с органикой, животными, растениями и микроорганизмами. Появление почвы есть фундаментальный этап всей дальнейшей эволюции жизни. С участием низшей биоты и растений реализуются межвидовые отношения с участием **водно-почвенного** механизма передачи. Он характерен для паразитов растений (фитоозы) и животных

(сапрофиты, сапронозы, зоонозы). Почвенно-водный механизм передачи частично соответствует в классификации В.Д. Белякова нетрансмиссивному и факультативно-трансмиссивному механизмам передачи.

После появления растительноядных животных формируется **плотоядный** механизм передачи хищников, не характерный для человека в настоящее время. Хищничеству эволюционно близок вид паразитизма, когда потребляется сырая плоть неубитых животных. На его основе формируется трансмиссивный механизм передачи. Для микроорганизмов он значительно эффективнее плотоядного механизма, поскольку способен вовлечь в паразитарные системы большое количество видов животных и человека.

Завершают цикл биологической эволюции фекально-оральный и аэрозольный механизмы передачи. Аэрозольный механизм передачи характерен только человеку. Поскольку у него органы дыхания выполняют одновременно с дыхательной еще речевую и коммуникативную функции. Но в биологическом плане органы дыхания выполняют метаболическую функцию. Фекально-оральный механизм передачи также преимущественно характерен человеку. У диких животных только вода является типичным фактором передачи. Пища – с долей условности у синантропных, сельскохозяйственных и домашних животных.

Использование в систематике «смешанного» механизма передачи [7] неприемлемо. Это компромисс для решения практических задач, но не тренд науки.

В качестве примера эпидемиологической систематики рассмотрим морфологический класс – царство вирусы (рисунок). Матрицу для систематики мы разработали на основе принципов, использованных в классификации вирусов по Балтимору, по типу геномной ДНК [26]. Однако вместо репликации взяли признак

наличия или отсутствия оболочки. Сложные варианты репликации (с одновременным участием ДНК и РНК) считали маркером позднего формирования таксономической единицы. Основным функциональным элементом – механизмы передачи. Последовательность механизмов передачи определяет базисный цикл эволюции.

Аксиоматически считаем, что две нити ДНК являются первоосновой формирования организмов (симметрия). Поэтому одна нить ДНК вирусов рассматривается как второстепенная ветвь эволюции, регресс. Одна нить РНК вирусов является производной от ДНК, базисное направление эволюции. Две нити РНК вирусов – редкое направление эволюции. Отсутствие оболочки вирусов – исходное состояние; наличие оболочки – результат эволюции (рис.).

Наследственный механизм передачи – это сфера появления жизни (организмов) и эволюция. Это ДНК-векторы. Вертикальная передача есть исключительно у ДНК вирусов (прионов) и это, вероятно, второй по времени появления механизм передачи. Он очень архаичен и одновременно актуален, поскольку характерен для вирусов, которые рассматриваются как причина целого ряда соматических, ранее считавшихся неинфекционными, болезней.

Контактный механизм передачи характерен для большинства ДНК вирусов. Это магистральное направление эволюции – без ДНК жизни как явления нет. Мы считаем, что первоначально появились патогенные для человека вирусы, содержащие две нити ДНК, без оболочки. Патогенные вирусы семейства *Adenoviridae* и *Papillomaviridae* являются представителями этой группы.

Большинство патогенных для человека ДНК вирусов приобрели оболочку. Это представители семейства

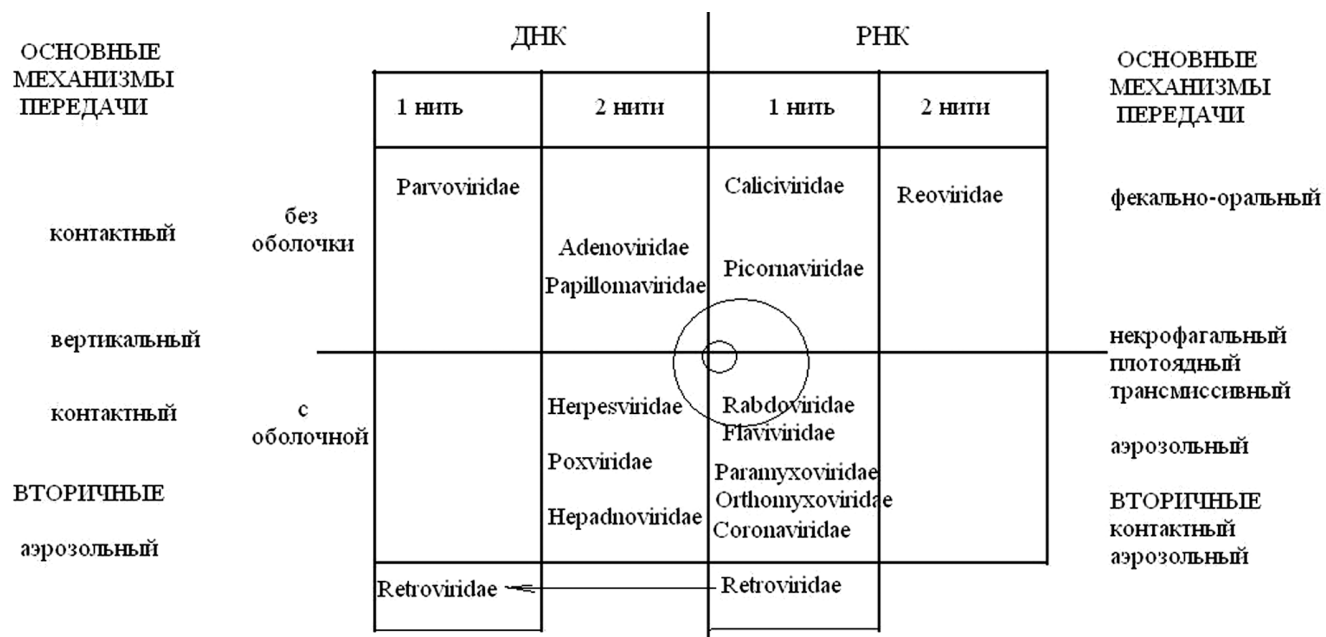


Рис. Гипотетическая модель сопряженной эволюции вирусов человека и животных по морфологии и механизмам передачи.

Poxviridae (натуральная оспа) и *Herpesviridae* (ветряная оспа). Данные возбудителя и соответственно инфекции следует рассматривать как контактные. Распространение через воздух в этом контексте следует понимать как путь передачи (воздушно-капельный, аспирационный и т.п.). Неслучайно, что при исследовании заболеваемости натуральной оспой [27] и ветряной оспой [28] источники инфекции устанавливаются необычно часто (для инфекции органов дыхания). Ведущий контактный путь передачи дополняет бытовой путь, через предметы обихода.

Потерю одной нити ДНК у представителей семейства *Parvoviridae* можно рассматривать как регресс в эволюционном процессе. При репликации образуется интермедиат – двуцепочечная ДНК. Более удачен пример с обратной транскрипцией, через РНК, у представителей семейства *Retroviridae* (ВИЧ-инфекция). Можно сказать, и с обратной для РНК вируса эпидемиологией. Инфекция имеет типичную для ДНК вирусов эпидемиологию с контактным механизмом передачи. Отнесение возбудителя ВИЧ-инфекции к РНК вирусам следует рассматривать как условное. И самый удачный пример поздней эволюции ДНК вирусов – это представители семейства *Hepadnoviridae*. Имеют два ее признака: оболочку и репликацию через одноцепочечную РНК. Как следствие, помимо типичного контактного пути вирус гепатита В распространяется искусственными путями.

Все РНК вирусы человека исходно имеют метаболические механизмы передачи. Самые архаичные по строению (одна нить РНК, без оболочки) представители семейств *Picornaviridae* и *Caliciviridae*. Имеют фекально-оральный механизм передачи, эволюционно молодой. А при изменении тропности возможна его трансформация в аэрозольный механизм передачи. Архаичные механизмы передачи, некрофагальный и плотоядный, у РНК вирусов с одной нитью и без оболочки, вероятно, сохранился только у животных. Водно-почвенный механизм характерен для РНК вирусов растений. Может трансформироваться в контактный механизм передачи растений. Для человека они не являются актуальными.

Трансмиссивный механизм передачи потребовал более сложных факторов патогенности и определил формирование группы РНК вирусов, имеющих оболочку. Это представители семейства *Flaviviridae* (клещевой весенне-летний энцефалит).

Типичный аэрозольный механизм передачи формируется и формирует РНК вирусы, содержащие оболочку, семейства *Paramyxoviridae* (парогрипп, паротит, корь). Они преимущественно антропонозы. И самые молодые патогенные для человека вирусы – представители семейства *Orthomyxoviridae* (грипп А, В С) и *Coronaviridae* (COVID-19). Их следует рассматривать как зооантропонозы, находящиеся в стадии перехода в антропонозы.

Нетипичным направлением эволюции РНК вирусов человека является приобретение второй нити.

Это представители семейства *Reoviridae*. Оболочки они не имеют и распространяются фекально-оральным механизмом передачи. Самой актуальной является ротавирусная инфекция.

Механизм передачи микроорганизмов служит инструментом как макро-, так и микроэволюции. Определяет формирование как крупных таксономических рангов, так и видообразование. Изменение базисного механизма передачи позволяет занять новую экологическую нишу (зооноз – антропоноз), расширить (дети – взрослые) или изменить ее временной охват (лето – круглый год) [29]. Примером неудачной смены механизма передачи с контактного на аэрозольный стала натуральная оспа. С появлением вида *Homo Sapiens* зоонозная инфекция начала трансформацию в антропонозную. Далее был переход от болезни сельских жителей к болезни городов. Сформировался инфекционно-иммунологический механизм как при антропонозе, с гуморальным иммунитетом у человека и мишенями для него у микроба. Но изменение тропности возбудителя с кожных покровов на слизистую органов дыхания, необходимое для аэрозольного механизма передачи, завершиться не успело. Инфекция была ликвидирована.

Другой вариант микроэволюции: смена трансмиссивного механизма передачи у РНК вирусов на контактный механизм передачи. Это вирусный гепатит С. Зоонозная инфекция приобретает новую экологическую нишу, антропонозную. Ярко выраженная сезонность меняется на круглогодичное распространение. Еще пример: у хищных животных на основе плотоядного механизма передачи формируется контактный. Это бешенство. Среди ряда хищных, плотоядных животных возбудитель распространяется половым контактом и болезнь не является летальной.

Мы рассмотрели один морфологический ранг – вирусные инфекции. Для всех других групп следует осуществить аналогично дефиницию возбудителей и инфекций по механизмам передачи. В межвидовых отношениях, в интеграционных и ассоциативных взаимоотношениях в эпидемическом процессе [30], они сформировали группы, пригодные для систематики. Точное установление механизма передачи и вида инфекции по нему не менее значимо для профилактики, ее стратегии, чем знание путей распространения в конкретной ситуации.

Заключение

В анатомо-функциональном обосновании механизмов передачи Л.В. Громашевский отдал приоритет основной локализации и тропности возбудителя. Следующий шаг логично приводил к изучению гостальности и экологии патогенных микроорганизмов. Его сделали другие исследователи. Пищевые предпочтения возбудителя сблизили эпидемиологическую классификацию с клинической, которая универсальной не является. При включении в классификацию только самых актуальных инфекций, на тот период,

она имела практическую значимость. Но при дефиниции всех инфекционных болезней по обоснованным механизмам передачи стало очевидным отсутствие универсальности. При обосновании механизмов передачи упор следовало делать на реализации функции хозяина паразита.

Эпидемиологическая систематика не может использовать малоспецифичный признак – локализацию возбудителя. Основную роль в эпидемическом процессе играют функции хозяина, дающие паразиту энергию для распространения и доминирования. Это механизмы передачи. Возможность воспользоваться в межвидовых отношениях функций организма хозяина определяется морфологией паразита. Поэтому естественная, универсальная эпидемиологическая классификация инфекционных болезней должна строиться на морфологии и механизмах передачи возбудителей. Именно такая классификация обоснована выше.

Систематика предполагает рассмотрение каждого возбудителя и отнесение его к соответствующему таксону. Это кропотливая работа. Однако по мере ее выполнения будут установлены закономерности для каждой морфологической группы, как показано выше, для вирусных инфекций. Это облегчает систематику и дает критерий истинности, что позволит уточнить последовательность морфологических рангов в предложенной нами классификации. Экологические и биолого-экологические классификации патогенных микроорганизмов займут место служебных при обучении и в практической работе.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования: авторы заявляют о финансировании проведенного исследования из собственных средств.

Литература / References

1. Громашевский Л.В. *Общая эпидемиология. Руководство для врачей и студентов санитарно-гигиенических факультетов*. М.: Медицина, 1965. [Gromashevskij LV. *Obshchaya epidemiologiya. Rukovodstvo dlya vrachejstudentov sanitarnogigienicheskix fakultetov*. Moscow: Medicine; 1965 (In Russ.)]
2. Громашевский Л.В. *Теоретические вопросы эпидемиологии: Избранные труды. В 3 т. Т. 2*. Киев: Здоров'я; 1987. [Gromashevskij LV. *Teoreticheskie voprosy epidemiologii: Izbrannye trudy. V 3 t. T. 2*. Kiev: Zdorov'ya; 1987 (In Russ.)]
3. Сталлибрасс К. *Основы эпидемиологии*. Москва – Ленинград: Государственное издательство биологической и медицинской литературы, 1936. [Stallibrass K. *Osnovy epidemiologii*. Moscow – Leningrad: Gosudarstvennoe izdatelstvo biologicheskoy i medicinskoj literatury; 1936 (In Russ.)]
4. *Эпидемиология: учебник*. Под ред. Беляков В.Д., Яфаев Р.Х. М.: Медицина, 1989. [Belyakov VD, Yafaev RK, editors. *Epidemiology. Textbook*. Moscow: Medicine; 1989 (In Russ.)]
5. *Частная эпидемиология: Руководство для врачей*. Под ред. Черкасский Б.Л. М., 1994. [Cherkasskij BL, editor. *Chastnaya epidemiologiya: Rukovodstvo dlya vrachej*. Moscow; 1994 (In Russ.)]
6. *Эпидемиология*. Под ред. Елкин И.И. М.: Медицина, 1979. [Elkin II, editor. *Epidemiologiya*. Moscow: Medicine; 1979 (In Russ.)]
7. Белов А.Б. К вопросу о классификации инфекционных болезней человека по механизмам передачи их возбудителей. *Эпидемиология и вакцинопрофилактика*. 2013; 70(3): 8–16. [Belov AB. Some Aspects of Classification of Human Infectious Diseases According to the Mechanisms of Pathogen Transmission. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2013; 70(3): 8–16 (In Russ.)]
8. Клиорин А.И. В.Д. Беляков и концепция номогенеза (ортотенеза, автоэволюции). *Достижения отечественной эпидемиологии в XX веке. Взгляд в будущее*. Под ред. Огаркова П.И., Иванникова Ю.Г. СПб., 2008; 11–15. [Kliorin AI, Belyakov VD. i konceptiya nomogeneza (ortogeneza, avtoevolyucii). In: Ogarkov PI, Ivannikov YuG editors. *Dostizheniya otechestvennoj epidemiologii v XX veke. Vzglyad v budushhee*. SPb.; 2008; 11–15 (In Russ.)]
9. Шкарин В.В., Давыдова Н.А., Никифоров В.А., Жданов Е.Е. Рецензии и критика. *Журн. микробиол.* 1992; 4: 73–75. [Shkarin VV, Davydova NA, Nikiforov VA, Zhdanov EE. *Recenzii i kritika. Zhurn. Mikrobiol.* 1992; 4: 73–75 (In Russ.)]
10. Беляков В.Д. Эволюция структуры медицинской науки и ее отражение в системе медицинского образования: Актовая речь. М.; 1989. [Belyakov VD. *Evoluciya struktury medicinskoj nauki i ee otrazhenie v sisteme medicinskogo obrazovaniya: Aktovaya rech*. Moscow; 1989 (In Russ.)]
11. Лима-де-Фариа А. *Эволюция без отбора. Автоэволюция формы и функции*. М.: Мир, 1991. [Lima-de-Faria A. *Evoluciya bez otbora. Avtoevolyuciya formy i funkcii*. Moscow: Mir; 1991 (In Russ.)]
12. Белов А.Б. Инновационный подход к решению теоретических вопросов эколого-эпидемиологической концепции сапронозов. *Эпидемиология и вакцинопрофилактика*. 2018; 1(98): 87–94. [Belov AB. Innovative Approach to Solving Theoretical Issues of the Ecological and Epidemiological Concept of Saprozoses. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2018; 1(98): 87–94 (In Russ.)]
13. Гегель Г.В.Ф. *Наука логики*. М.: АСТ, 2019. [Gegel GVF. *Nauka logiki*. Moscow: AST; 2019 (In Russ.)]
14. Шляхтенко Л.И., Мукомолов С.А., Нечаев В.В., Крыга Л.Н. Теоретические основы эпидемиологии вирусного гепатита В. *Журн. микробиол.* 1998; 4: 25–29. [Shlyaxtenko LI, Mukomolov SA, Nechaev VV, Kryga LN. *Teoreticheskie osnovy epidemiologii virusnogo gepatita V. Zhurn. mikrobiol.* 1998; 4: 25–29 (In Russ.)]
15. Ковалева Е.П. О механизмах передачи инфекции в свете новых данных. *Журн. микробиол.* 1995; 1: 103–106. [Kovaleva EP. *O mexanizmax peredachi infekcii v svete novyx dannyx. Zhurn. mikrobiol.* 1995; 1: 103–106 (In Russ.)]
16. Сергеев В.И. Механизмы передачи возбудителей и эколого-эпидемиологическая классификация инфекционных и паразитарных болезней человека (точка зрения). *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. 2012; 2: 4–9. [Sergevin VI. Mechanisms of Transmission and Environmental Epidemiological Classification of Infectious and Parasitic Diseases of Humans (Viewpoint). *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2012; 2: 4–9 (In Russ.)]
17. Белов А.Б. Теория механизма передачи возбудителей-паразитов человека и вопросы систематизации инфекционных болезней. *Медицина в Кузбассе*. 2013; 2(12): 3–9. [Belov AB. The theory of mechanism of human parasites transmission and the issues of infectious diseases systematization. *Medicine in Kuzbass*. 2013; 2(12): 3–9 (In Russ.)]
18. Boeke JD, Stoye JP. Retrotransposons, endogenous retroviruses, and the evolution of retroelements. In: Hughes S, Varmus H. eds. *Retroviruses*. NY: Cold Spring Harbor Laboratory Press, Plainview; 1997; 343–435.
19. Jern P, Coffin JM. Effects of retroviruses on host genome function. *Annu Rev Genet.* 2008; 42:709–732.
20. McPherson JD, et al. International Human Genome Mapping Consortium. A physical map of the human genome. *Nature*. 2001; 409(6822):934–941.

21. Wildschutte JH, Williams ZH, Montesion M, Subramanian RP, Kidd JM, John MC. Discovery of unfixed endogenous retrovirus insertions in diverse human populations. *PNAS* April 19, 2016; 113(16): E2326–E2334; <https://doi.org/10.1073/pnas.1602336113> (Accessed Dec 6, 2022).
22. Прокудина Е.Н., Прокудин В.Н. Возможная роль вирусных инфекций в психических заболеваниях человека (гипотезы и факты). *Журн. микробиол.* 2002; 1: 47–49. [Prokudina EN, Prokudin VN. Vozmozhnaya rol virusnykh infekcij v psicheskix zabolevaniyax cheloveka (gipotezy i fakty). *Zhurn. mikrobiol.* 2002; 1: 47–49 (In Russ.)]
23. Ряпис Л.А., Брико Н.И., Покровский В.И. Вертикальная передача возбудителей болезней человека и ее соотношение с классическими типами механизма передачи. *Эпидемиол. и инфекц. бол.* 2000; 4: 46–49. [Ryapis LA, Briko NI, Pokrovskij VI. Vertikalnaya peredacha возбуdivitelej boleznej cheloveka i ee sootnoshenie s klassicheskimi tipami mekhanizma peredachi. *Epidimiology and infectious diseases.* 2000; 4: 46–49 (In Russ.)]
24. Медунцын Н.В. Прионные болезни и проблемы безопасности биологических препаратов. *Эпидемиол. и инфекц. бол.* 2005; 4: 4–6. [Medunicyn NV. Prionnye bolezni i problemy bezopasnosti biologicheskix preparatov. *Epidimiology and infectious diseases.* 2005; 4: 4–6 (In Russ.)]
25. Зильбер Л.А. Вирусно-генетическая теория возникновения опухолей. М.: Наука, 1968. [Zilber LA. *Viruso-geneticheskaya teoriya vozniknoveniya opuxolej.* Moscow: Nauka; 1968 (In Russ.)]
26. Baltimore D. Expression of animal virus genomes. *Microbiology and Molecular Biology Reviews.* 1971; 35(3): 235–241. PMID 4329869.
27. Серенко А.Ф. Заносные вспышки натуральной оспы. М.: Государственное издательство медицинской литературы, 1962. [Serenko AF. *Zanosnye vspyshki naturalnoj ospy.* Moscow: Gosudarstvennoe izdatelstvo medicinskoj literatury, 1962 (In Russ.)]
28. Колпаков С.Л., Попов А.Ф., Тихонов Н.Ю., Симакова А.И., Иванис В.А., Хомичук Т.Ф. Клинические и эпидемиологические закономерности ветряной оспы у взрослых в Приморском крае. *Журнал инфектологии.* 2019; 11(3): 32–37. [Kolpakov SL, Popov AF, Tihonov NYu, Simakova AI, Ivanis VA, Homichuk TF. Clinical and epidemiological patterns of chickenpox in adults in the Primorsky territory. *Journal of Infectology.* 2019; 11(3): 32–37 (In Russ.)] DOI: 10.22625/2072-6732-2019-11-3-32-37
29. Колпаков С.Л., Попов А.Ф., Симакова А.И. Диагностика острых респираторных вирусных инфекций: клинические и эпидемиологические закономерности. *Эпидемиология и инфекционные болезни.* 2019; 2(24): 61–68. [Kolpakov SL, Popov AF, Simakova AI. Diagnosis of acute respiratory viral infections: clinical and epidemiological regularities. *Epidimiology and infectious diseases.* 2019; 2(24): 61–68 (In Russ.)] DOI: 10.18821/1560-9529-2019-24-2-61-68
30. Яковлев А.А. Концепция интеграционно-конкурентного развития эпидемического процесса. *Тихоокеанский медицинский журнал.* 2006; 3: 10–15. [Jakovlev AA. The concept integrate-competitive development of epidemic process. *Pacific Medical Journal.* 2006; 3: 10–15 (In Russ.)]