

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ И ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ
TRICHOMONAS VAGINALIS В ОТВЕТ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ
ЛЕКАРСТВЕННЫМИ ПРЕПАРАТАМИ В УСЛОВИЯХ
ЭКСПЕРИМЕНТА IN VITRO

Д. В. Рюмин, Н. И. Сюч,

*Кафедра дерматовенерологии и клинической микологии с курсом лабораторной диагностики
и лабораторной микологии ГОУ ДПО РМАПО Росздрава, г. Москва*

Резюме: в условиях эксперимента in vitro методом световой микроскопии нативных препаратов с культурой *Trichomonas vaginalis*, изучены особенности морфологии и поведенческих реакций трихомонад в ответ на воздействие некоторыми лекарственными препаратами. Показано, что в ходе эксперимента наблюдаются однотипные изменения морфологических характеристик и поведенческих реакций простейших, а наблюдаемые различия касаются только времени возникновения этих изменений.

Ключевые слова: уrogenитальный трихомониаз, влагалищные трихомонады, световая микроскопия, нативный препарат, лекарственные препараты, изменение морфологических характеристик и поведенческих реакций *Trichomonas vaginalis*.

THE DISTINCTIONS OF MORPHOLOGY AND BEHAVIORAL REACTIONS OF
TRICHOMONAS VAGINALIS IN RESPONSE TO THE ACTION OF A MEDICAMENT IN THE
SETTING OF THE EXPERIMENT IN VITRO.

D. V. Ryumin, N. I. Sjuch,

Department of Dermatovenereology and Clinical mycology with the course of laboratory diagnostics and laboratory mycology GOU DPO RMAPO, Rossdrav, city of Moscow

Summary: in the setting of the experiment in vitro by optical microscopy of native preparations with *Trichomonas vaginalis* culture, the distinctions of morphology and behavioral reactions of trichomonads in response to the action of some medicament were examined. Was demonstrated, that the homotypic changes of morphological characteristics and behavioral reactions of animalcules occurs during the experiment, and observed differences concern only the origin time of these changes.

Key words: urogenital trichomoniasis, trichomonas vaginalis, optical microscopy, native preparation, medicament, changes of morphological characteristics and behavioral reactions of *Trichomonas vaginalis*.

Уrogenитальный трихомониаз — заболевание мочеполовой системы человека, относящееся к инфекциям, передаваемым половым путем. Трихомониаз вызывается простейшим одноклеточным паразитом *Trichomonas vaginalis*, который по систематике относится к царству — Protozoa, классу жгутиковых — Flagella, семейству — Trichomonadidae, роду — *Trichomonas*.

В культуре *Trichomonas vaginalis* имеет овальную или округлую форму длиной 10 мкм и шириной 7 мкм. Внешний вид клетки может меняться в зависимости от условий среды обитания простейших. Выделяют несколько округлых форм влагалищных трихомонад, наблюдаемых при делении и фазах роста в культуре: без жгутиков, со жгутиками и делящимся ядром, со жгутиками и множественными ядрами. Возможно, эти формы являются стадиями жизненного цикла паразита, но, скорее всего, возникают

как приспособительные (адаптивные) варианты при изменяющихся условиях среды обитания. *T. vaginalis* имеет оптимум роста при pH 6,0—6,3 и температуре 35—37 °C, однако жизненный цикл не прекращается и в более широком диапазоне pH и температуры окружающей среды [3, 5, 12].

T. vaginalis имеет пять жгутиков, четыре из которых расположены в его передней части, пятый жгутик находится внутри ундулирующей мембраны, совершающей волнообразные движения. Сокращения жгутиков и ундулирующей мембраны придают паразитам характерные толчкообразные движения. Ядро трихомонады расположено в ее передней части и окружено пористой ядерной мембраной. Тонкий гиалин палочкоподобной структуры, который начинается в ядре и пересекает вдоль всю клетку, называют аксостилем. Аксостиль заканчивается в задней части паразита острым шипом, способствуя прикреплению

простейших к эпителиальным клеткам урогенитального тракта [11—13].

В последнее время довольно часто стали отмечаться неудачи лечения урогенитального трихомониаза [2, 5, 9, 10]. Частота рецидивов инфекции при лечении трихомониаза препаратами группы 5-нитроимидазола, по сообщениям разных авторов, составляет 20—40 % [10, 14], что объясняют увеличением в популяции штаммов трихомонад, резистентных к действию метронидазола и его производных [1, 4, 6—8]. Дискутируется также возможность существования в популяции морфологически измененных, персистирующих форм влагалитических трихомонад, отличающихся особенной устойчивостью к проводимой традиционной терапии [4, 8, 16].

Таким образом, существующие сегодня проблемы терапии урогенитального трихомониаза требуют, с одной стороны, модернизации известных схем и методов лечения заболевания, а с другой — поиска альтернатив существующим способам санации инфекции. Это, в свою очередь, может быть достигнуто при условии изучения морфобиологии возбудителя в настоящее время, поскольку нельзя исключить, что эти характеристики жизнедеятельности трихомонад изменились.

Учитывая вышеизложенное, задачей нашего исследования являлось изучение особенностей морфологии и поведенческих реакций трихомонад, выращенных в культуре, в эксперименте *in vitro* при непосредственном воздействии на них различными химическими раздражителями — лекарственными препаратами, не являющимися средствами для этиотропной терапии заболевания, поскольку непосредственный контакт с ними априори означал бы их быструю гибель. Для выращивания простейших использовали специальную питательную среду производства НПО «Питательные среды» (г. Махачкала). В качестве химических раздражителей нами использовались некоторые эмпирически выбранные лекарственные препараты:

- Косметическое озонированное оливковое масло «ОТРИ-суперОЗОНИД»;
- ПАНАВИР (0,004 % р-р в ампуле);
- ИММУНОМАКС (флакон с порошком по 200 ЕД);
- ГЕПОН (флакон с порошком по 0,002 г);
- ТИМОДЕПРЕССИН (0,1 % раствор в ампуле);
- РОНКОЛЕЙКИН (р-р по 500 000 МЕ в ампулах);
- ПИРОГЕНАЛ (10 мкг в ампуле).

Лекарственные средства, выпускаемые промышленным образом в виде порошков (Иммуномакс, Гепон), разводились водой для инъекций непосредственно перед опытом в количестве 1,0 мл. Затем все указанные лекарственные средства раскапывались в пропорции 1:1 в нативные препараты с трихомонадами, взятыми из культуры на 3—5 день, и затем изучались методом световой микроскопии в следующие интервалы времени: 1—5, 10—15, 20—30, 40—60 минут. При оценке степени воздействия лекарственных веществ на простейших в нативных препаратах учитывались такие показатели жизнедеятельности

трихомонад, как размер и форма простейших, наличие или отсутствие у них жгутиков, длина аксостилия, подвижность, активность, способность к образованию колоний, фиксация трихомонад на эпителиальных клетках и/или нитях мицелия. С целью более объективной оценки результатов исследования для каждой серии опыта нами готовились по 2 контрольных нативных препарата с трихомонадами, взятых из той же культуры, не подвергавшиеся никакому агрессивному воздействию и хранившиеся в течение всего времени эксперимента на отдельном столике в той же комнате, где проводились исследования, при одной и той же температуре и влажности воздуха, как и опытные образцы.

В ходе инвитрового эксперимента нами отмечено, что под влиянием указанных лекарственных веществ (раздражителей) наблюдались одинаковые изменения морфологических типов и поведенческих реакций простейших, а наблюдаемые различия касались только времени возникновения этих изменений.

Наиболее ранним и типичным проявлением реакции трихомонад на любой лекарственный раздражитель из перечисленных выше являлось изменение их двигательной активности, в виде ускоренного движения жгутиков и ундулирующей мембраны. Отмечалась характерная особенность — поступательные, сильные толчкообразные перемещения простейших по прямой линии. Некоторые особи осуществляли маятникоподобные движения, другие двигались по часовой или против часовой стрелки, иногда наблюдался феномен «кувыркания» простейших. Подобные проявления наступали, как правило, в течение 1—5 минут от момента внесения каждого из раздражителей в препарат с трихомонадами и длились также несколько минут.

Далее, примерно через 10 минут после внесения в нативный препарат с трихомонадами любого из перечисленных лекарственных веществ в исследуемых образцах отмечалось массовое, активное перемещение трихомонад в разные стороны во всех полях зрения и объединение их в колонии. При этом наблюдалась своеобразная пространственная ориентация трихомонад — головным концом с активно движущимися жгутиками наружу и соединением их друг с другом внутри колонии шипами аксостилия. Характерным был также выраженный полиморфизм трихомонад в колониях: помимо типичных морфологических типов в них присутствовали круглые (шарообразные) и овальные особи простейших.

С течением времени, на 20—25 минуте эксперимента в большинстве исследуемых препаратов увеличивалось число единичных свободно-передвигающихся особей паразитов, уменьшалось их количество в колониях. Усиливался полиморфизм простейших. Во всех полях зрения наблюдались чаще крупные круглые, реже — мелкие овальные либо грушевидной формы трихомонады.

Своеобразной реакцией трихомонад на указанные лекарственные раздражители являлось усиление

степени их поглотительной активности. Простейшие притягивали с помощью жгутиков плавающие в растворе немногочисленные эпителиальные клетки, а некоторые особи паразитов были фиксированы на них. Трихомонады активно поглощали частицы питательной среды, постепенно приобретая правильную, круглую форму. Наблюдение в динамике (30—60 минут эксперимента) показало, что для обездвиженных (мертвых) особей характерны большие размеры, правильная шаровидная форма, утолщенная клеточная стенка и обилие питательных частиц в протоплазме. При наличии в среде мицелия дрожжеподобных грибов, нами отмечено активное передвижение простейших к нему и фиксация трихомонад к поверхности нитей мицелия. Кроме всего перечисленного, следует добавить, что при воздействии на трихомонады указанными раздражителями в протоплазме простейших наблюдалось образование вакуолей, причем иногда единственная, круглая и очень крупная вакуоль занимала почти все внутреннее пространство трихомонады, иногда отмечалось появление каплевидных образований на поверхности клеток,

В то же время, в каждом из контрольных образцов, приготовленных для каждой серии эксперимента, в течение 1 часа времени, отведенного на каждый опыт, были видны многочисленные живые, активные трихомонады, совершающие характерные толчкообразные поступательные движения, единичные колонии простейших по 3—5 особей и единичные мертвые паразиты. Следует также добавить, что вопреки распространенному среди многих врачей мнению о малой жизнеспособности трихомонад, извлеченных из культуры или находящихся в выделении из мочеполовых путей вне организма больного, нами в течение 4—5 часов, отведенных на весь эксперимент, отмечалось сохранение в контрольных препаратах многочисленных, жизнеспособных особей простейших, иногда объединенных в малые колонии, по 3—4 особи в каждой из них, но чаще существовавших в виде одиночных активных трихомонад.

Протокол эксперимента

Косметическое озонированное оливковое масло «ОТРИ-суперОЗОНИД»

Через 1—5 минут после воздействия лекарственного средства в нативном препарате определяются множественные трихомонады,двигающиеся очень активно, благодаря сокращениям жгутиков и ундулирующей мембраны как поступательно, так и на одном месте против часовой стрелки. Есть единичные, сцепленные попарно трихомонады, причем в этих парах часто одна из трихомонад мертвая. Видны единичные конгломераты из 2—4 простейших, фиксированные к нитям мицелия, а также живые трихомонады, медленнодвигающиеся жгутиками. Спустя 10—15 минут определяются мертвые трихомонады (примерно 10%), причем и мертвые и живые простей-

шие демонстрируют тенденцию прикрепления к нитям мицелия и/или к эпителиальным клеткам. Через 20—30 минут эта тенденция сохраняется, живые трихомонады двигаются на одном месте, в основном против часовой стрелки. Есть единичные колонии по 7—8 особей, из которых половина — мертвые. Через 40—60 минут почти все простейшие как в колониях, так и лежащие отдельно, мертвые (90—95%).

КОНТРОЛЬ: В течение указанных интервалов времени (1—5, 10—15, 20—30, 40—60 минут) в контрольных препаратах видны многочисленные живые, активные, подвижные трихомонады, некоторые из которых группируются в колонии по 3—5 штук. Мертвых простейших не более 10—20%.

Панавир

Через 1—5 минут после внесения лекарственного средства в нативный препарат определяются только живые немногочисленные трихомонады, фиксированные к нитям мицелия, слабо шевелящие жгутиками. Через 10—15 минут начинают появляться колонии, состоящие из 4—8 трихомонад, в числе которых видны единичные мертвые простейшие. Живые простейшие двигаются на месте, часто сцепляются между собой аксостиями. Та же тенденция видна и через 20—30 минут, колонии немногочисленные, состоящие из 6—8 особей, в числе которых есть мертвые. Отдельно лежащие трихомонады имеют строго круглую форму, еле шевелят жгутиками на одном месте, имеют тенденцию сцепляться по 2—3 штуки аксостиями внутрь, жгутиками наружу. Спустя 40—60 минут определяются в основном мертвые трихомонады, часто — в скоплениях по 8—10 особей, отдельно расположенные трихомонады двигаются чрезвычайно активно. Гибель простейших во всех полях зрения достигает примерно 70—80%.

КОНТРОЛЬ: В течение указанных интервалов времени (1—5, 10—15, 20—30, 40—60 минут) в контрольных препаратах видны многочисленные живые, активные, подвижные трихомонады, единичные колонии, состоящие из 3—5 живых простейших. Мертвых простейших не более 10—20%.

Иммуномакс

Через 1—5 минут после контакта с лекарственным средством в нативном препарате все трихомонады живые, активнодвигающиеся как поступательно, так и вращающиеся на одном месте в разные стороны. Некоторые простейшие фиксированы к нитям мицелия и/или эпителиальным клеткам. Через 10—15 минут видны немногочисленные мертвые трихомонады, также, как правило, фиксированные на нитях мицелия или эпителиоцитах. Есть единичные колонии, состоящие из 4—6 живых особей. Единичные простейшие вяло шевелят жгутиками на одном месте. Спустя 20—30 минут от контакта с лекарственным средством трихомонады преимущественно живые, крупные,двигающиеся на одном месте или фиксированные на мицелии и/или эпите-

лиальных клетках. Колонии по-прежнему единичные, состоят из 5—6 живых особей, единицы — мертвые. Спустя 40—60 минут колоний с трихомонадами стало больше, но количество живых и мертвых особей в них также невелико — по 4—6 штук, есть отдельно лежащие мертвые и вяло двигающиеся живые простейшие, часто сцепленные попарно аксостилиями. Особенность данного препарата — среди многих живых трихомонад есть особи со странными вакуолями внутри (по 3—5-8 вакуолей). К 60 минуте воздействия наблюдения процент мертвых простейших достигает примерно 60—70 %.

КОНТРОЛЬ: В течение указанных интервалов времени (1—5, 10—15, 20—30, 40—60 минут) в контрольных препаратах определяются многочисленные живые, активные трихомонады, некоторые из которых объединяются в колонии по 3—5 живых простейших. Мертвых простейших не более 15 %.

Ронколейкин

Через 1—5 минут после воздействия лекарственного средства в препарате видны в основном живые, активно передвигающиеся как поступательно, так и вращающиеся на одном месте в разные стороны, одиночные трихомонады. К концу 5 минуты наблюдения отмечаются немногочисленные колонии, состоящие преимущественно из 4—5 живых простейших. Через 10—15 минут в препарате преобладают погибшие трихомонады (более 50 %), преимущественно в виде разбросанных по многим полям зрения одиночных особей. Спустя 20—30 минут микроскопическая картина та же, но процент мертвых трихомонад достигает уже примерно 70—75 %. Живые трихомонады существуют в колониях по 6—8—10 штук. Через 40—60 минут в препарате вообще не определяются живые трихомонады. Погибшие простейшие преимущественно разбросаны поодиночке либо лежат попарно в многочисленных полях зрения, видны также небольшие конгломераты из 4—5—6 погибших простейших.

КОНТРОЛЬ: В течение указанных интервалов времени (1—5, 10—15, 20—30, 40—60 минут) в контрольных препаратах видны многочисленные преимущественно живые, активные трихомонады. Мертвых простейших не более 10—15 %.

Гепон

Через 1—5 минут после контакта с лекарственным средством на трихомонады в препарате видны живые, активно двигающиеся как поступательно, так и вращающиеся на одном месте в разные стороны немногочисленные трихомонады. К концу 5 минуты наблюдения отмечаются единичные колонии, состоящие из 6—7 преимущественно живых простейших, есть единичные погибшие трихомонады. Через 10—15 минут в препарате начинает увеличиваться количество погибших трихомонад, преимущественно в виде разбросанных по многим полям зрения одиночных особей. Спустя 20—30 минут количество мертвых три-

хомонад достигает уже примерно 60—70 %. Живые трихомонады объединяются в колонии по 8—10 особей. Через 40—60 минут в препарате определяются единичные живые трихомонады. Погибшие простейшие преимущественно разбросаны поодиночке либо лежат попарно в многочисленных полях зрения, видны также небольшие конгломераты, состоящие из 4—5-6 погибших особей простейших. Процент мертвых трихомонад составляет примерно 85—90 %.

КОНТРОЛЬ: В течение указанных интервалов времени (1—5, 10—15, 20—30, 40—60 минут) в контрольных препаратах видны многочисленные живые, активные трихомонады, некоторые из них группируются в колонии по 3—5 штук. Мертвых простейших не более 15—20 %.

Тимодепрессин

Через 1—5 минут после воздействия лекарственного средства на трихомонады в препарате — все трихомонады живые, круглые, различных размеров, очень активные, двигающиеся как поступательно, так и вращающиеся в разные стороны на одном месте. Немногочисленные крупные трихомонады содержат вакуоли и активно вращаются против часовой стрелки, мелкие — без вакуолей, вращаются по часовой стрелке. Есть единичные трихомонады, фиксированные к нитям мицелия и/или эпителиоцитам. Живые простейшие составляют примерно 80 % в препарате. К концу 5 минуты наблюдения виден единичный конгломерат из 6 живых простейших. Спустя 10—15 минут наблюдения появились многочисленные, сцепленные по 2—3-4 особи, трихомонады, также чаще всего фиксированные к мицелию и эпителиоцитам. Мертвые трихомонады составляют до 50 % в препарате. Через 20—30 минут картина та же: еще много активных, живых трихомонад, часть — в колониях, часть — в отдельных полях зрения поодиночке либо попарно, вращающихся на одном месте в основном против часовой стрелки. Мертвые простейшие составляют примерно 70 % в препарате. Через 40—50 минут некоторые трихомонады живые, активно двигаются или поступательно, толчками или по кругу, против часовой стрелки на одном месте. Как правило, живые трихомонады фиксированы на эпителиальных клетках или прикреплены к нитям мицелия. Визуализируются 3 колонии трихомонад, примерно по 8—10—12 особей в каждой, из числа которых мертвыми можно считать примерно 70 %. Эти колонии в виде своеобразных «гирлянд» обвивают нити мицелия, причем живые трихомонады не предпринимают попыток открепиться от мицелия и очень активно работают жгутиками. К 60 минуте наблюдения в препарате еще определяются живые крупные, круглые трихомонады, расположенные как поодиночке, так и в парах, содержащие много вакуолей, двигающиеся на одном месте против часовой стрелки. Процент мертвых трихомонад достигает примерно 80—90 %.

КОНТРОЛЬ: В течение указанных интервалов времени (1—5, 10—15, 20—30, 40—60 минут) в конт-

рольных препаратах видны многочисленные живые, активные трихомонады, есть колонии по 3—5 живых и мертвых трихомонад. Мертвых простейших через 60 минут наблюдения не более 20 %.

Пирогенал

Сразу после внесения капли лекарственного вещества в нативный препарат во многих полях зрения определяются многочисленные, активно двигающиеся как поступательно, так и вращающиеся на одном месте в разные стороны трихомонады разной величины. Много крупных, круглых простейших, содержащих вакуоли. Некоторые паразиты активно фагоцитируют пищевые частицы из среды. Одна округлая трихомонада образует «почку» на поверхности клеточной стенки. Две трихомонады помимо активных движений жгутиками и ундулирующей мембраной как бы «пульсируют» волной всей поверхностью клеточной стенки. Живые трихомонады к 5 минуте наблюдения составляют до 90 %. Через 5—10 минут наблюдения большинство трихомонад живые, совершают быстрые вращения в основном по часовой стрелке, располагаются чаще поодиночке, но начинают группироваться в пары и «тройки». К 15 минуте наблюдения становится очевидным феномен выраженного образования многочисленных колоний, расположенных во всех полях зрения, состоящих из 10—15—20 преимущественно живых особей, совершающих вращательные движения, как правило, по часовой стрелке. Количество мертвых простейших в препарате достигает в этот отрезок времени примерно 25—30 %. Через 20—30 минут наблюдения большинство трихомонад живые, располагаются в основном в колониях по 10—15 особей, в числе которых есть единичные мертвые особи. Живые трихомонады активно вращаются на одном месте преимущественно по часовой стрелке. Единичные живые простейшие вне колоний сохранили активные поступательные движения. Количество мертвых трихомонад к 30 минуте наблюдения составляет примерно 50 %. Через 40—60 минут наблюдения живые трихомонады в основном вращаются против часовой стрелки, как в составе микроколоний из 8—12 особей, так и поодиночке. Единичные живые простейшие крупных размеров, двигаются активно, поступательно. Есть немногочисленные раздутые, гигантских размеров трихомонады с вакуолями в протоплазме, медленно шевелящие жгутиками на одном месте без движения. Процент мертвых простейших к 60 минуте наблюдения достигает примерно 75—80 %.

КОНТРОЛЬ: В течение указанных интервалов времени (1—5, 10—15, 20—30, 40—60 минут) в контрольных препаратах видны многочисленные живые, активные, подвижные трихомонады, некоторые из них объединяются в пары. Мертвых простейших через 60 минут наблюдения не более 15—20 %.

Подводя итог данному исследованию, следует подчеркнуть, что выявленные нами разнообразные морфологические типы влагалищных трихомонад,

вероятно, связаны с особенностями адаптации простейших к изменению условий окружающей среды или с их размножением в этих изменившихся условиях существования. Поэтому круглые, овальные, многоядерные, безъядерные формы вряд ли можно назвать «атипичными», скорее всего, это лишь разные, возможно, генетически детерминированные стадии развития трихомонад.

Подобные изменения в морфологии трихомонад, сходные с нашими данными, наблюдали ранее Н. И. Сюч, К. Э. Мачкалян (2004) при воздействии на простейших мутагеном — нитрозогуанидином в дозе 500 мкг/мл. Однако при этом в культуре преобладали овальные морфологические типы трихомонад, а также отмечались единичные многоядерные особи с множественными жгутиками на поверхности мембраны и безъядерные простейшие [15].

Резюмируя проведенное нами исследование, можно также отметить некоторые общие особенности поведенческих реакций простейших на внешние раздражители: изменение двигательной и усиление поглотительной активности, объединение трихомонад в колонии. Образование колоний и своеобразная ориентация простейших в них, является, по-видимому, защитной реакцией трихомонад, т. е. по сути — адаптивной формой их сохранения.

Известно, что прокариотические микроорганизмы синтезируют вещества — бактериальные цитокины, похожие на гормоны позвоночных, включая стероиды и даже полипептидные гормоны, например, такие, как инсулин. В. Д. Грузиной (2003) подчеркивается важность химически опосредованных межклеточных взаимодействий в бактериальных культурах для таких событий, как споруляция, конъюгация, вирулентность и биолюминесценция, обуславливающих взаимовлияния между микроорганизмами, как в монокультуре, так и особенно в смешанных микробных популяциях, что регулируется реакциями кворум-сенсинга.

Феномен кворум-сенсинга (QUORUM SENSING) или иными словами «ощущение кворума» был впервые рассмотрен на страницах научных изданий в начале 90-х годов XX века и означает восприятие клетками изменений среды и последующие реакции клеток на эти изменения, наступающие при достижении бактериальной популяцией некоторой пороговой численности [18], что находится в тесной взаимосвязи с колониями других видов микроорганизмов и различается по механизмам у грамположительных и грамотрицательных бактерий [17].

По сообщению В. Д. Грузиной (2003), грамположительные бактерии обычно осуществляют коммуникации, используя олигопептидные сигнальные молекулы. Передача сигналов в большинстве случаев включает двухкомпонентный механизм фосфорилирования. Как правило, состояние кворума достигается при переходе бактериальных популяций в стационарную фазу роста. В это время в среде обитания обнаруживаются сигнальные молекулы, при помощи которых клетки контактируют друг с другом. Общая

схема коммуникаций грамположительных бактерий выглядит следующим образом: в клетке синтезируется предшественник, постепенно превращающийся в зрелый олигопептид, который экскретируется наружу клетки экспортером. Молекулы олигопептида накапливаются в межклеточном пространстве прямо пропорционально росту плотности бактерий. Двухкомпонентная сенсорная киназа, пронизывающая мембрану, распознает сигнал и осуществляет его передачу в клетку в процессе каскадного фосфорилирования. В клетке олигопептидная молекула взаимодействует с целевым геном или группой генов.

У грамотрицательных бактерий существуют кворум-зависимые системы, в которых сигнальными молекулами служат различные ацилгомосеринлактоны. Общую схему их коммуникаций можно составить следующим образом: в системе кворум-сенсинга грамотрицательных бактерий определенные белки являются аутоиндукторными синтазами и катализируют формирование специфических ацилгомосеринлактонных аутоиндукторных молекул. Аутоиндукторы диффундируют через мембрану и накапливаются по мере увеличения плотности клеток. Ряд белков LuxR связывают родственные им аутоиндукторы при достижении достаточно высокой концентрации сигнальных молекул. Комплекс LuxR — аутоиндуктор связывается с промотором целевых генов, запуская их транскрипцию.

Учитывая тот факт, что столь разные лекарственные вещества, использованные в нашем эксперименте, оказали схожий эффект на морфологию и поведенческие реакции трихомонад, можно высказать гипотезу о влиянии этих препаратов на кворум-сенсинговые механизмы в популяции простейших с их своеобразной «блокировкой», а, возможно, на индукцию апоптоза, косвенно подтверждаемую нашими результатами опыта.

Литература

1. Амосов М. Л., Коссобудская Д. С. Тиберал в терапии свежего (острого) урогенитального трихомониаза // Заболевания, передаваемые половым путем, 1996. — № 4. — с. 79—80.
2. Анчупане И. С. Урогенитальный трихомониаз и смешанные трихомонадно-гонококко-хламидийные инфекции: Автореф. дисс. канд. мед. наук, М., 1992. — 17 с.
3. Баткаев Э. А. и соавт. Лечение урогенитального трихомониаза (учебное пособие) / РМАПО, М., 2001. — 51 с.
4. Баткаев Э. А., Рюмин Д. В. Использование вакцины «Солкотриховак» в лечении урогенитального трихомониаза у мужчин (клинико-лабораторное исследование) // Вестн. последип. мед. образ., 2001. — № 3. — с. 23—27.
5. Васильев М. М. Особенности клиники мочевого трихомониаза, совершенствование диагностики и лечения (клинико-экспериментальные исследования). Автореф. дисс. докт. мед. наук, М., 1990. — 28 с.
6. Васильев М. М., Рассейкина Е. Ю. Лечение больных урогенитальным трихомониазом // Проблемы репродукции, 1996. — № 4. — с. 42—43.
7. Гултон Дж., Сквирз А. *Trichomonas vaginalis*, резистентный к метронидазолу // Lancet: 42 (1982).
8. Дмитриев Г. А., Брагина Е. Е., Кисина В. И. и соавт. Морфофункциональные особенности устойчивого к метронидазолу штамма *Trichomonas vaginalis* // Вестн. дерматол., 1994. — № 4. — с. 12—15.
9. Земцов М. А. Современный метод лечения мочевого трихомониаза и трихомонадно-хламидийной инфекции у женщин: Автореф. дисс. канд. мед. наук, М., 1995. — 15 с.
10. Кира Е. Ф. Применение орнидазола (тиберала) для лечения бактериального вагиноза и трихомониаза // Проблемы репродукции, 1997. — № 3. — с. 26—28.
11. Клименко Б. В. и соавт. Трихомониаз мужчин, женщин и детей, СПб, 2001. — 192 с.
12. Копылов В. М. и соавт. Урогенитальный трихомониаз: актуальные вопросы диагностики и лечения (пособие для врачей), м., 2001. — 40 с.
13. Овчинников Н. М., Делекторский В. В. Ультраструктура возбудителей венерических заболеваний и ее клиническое значение. — М.: Медицина, 1986. — 224 с.
14. Суворов А. П., Оркин В. Ф., Капланов В. Д. Способ лечения трихомониаза // Вестн. дерматол., 1991. — № 5. — с. 13—16.
15. Сяч Н. И., Мачкалян К. Э. Влияние нитрозогуанидина на морфологические характеристики влагалищных трихомонад // Терапия социально значимых заболеваний в дерматовенерологии. Новые лекарственные препараты и средства в дерматологии и косметологии: Сб. тез. IV науч. практ. конф. — М., 2004. — с. 186—187.
16. Дмитриев Г. А., Сяч Н. И. Мочеполовой трихомониаз (клинико-лабораторное обследование и ведение пациентов), М., 2005. — 128 с.
17. Грузина В. Д. Коммуникативные сигналы бактерий // Антибиотики и химиотерапия, 2003: 48 (10): 32—39.
18. Fuqua W. C., Winans S., Greenberg E. Quorum sensing in bacteria: the Lux R-Lux I family of cell density-responsive transcriptional regulators. *J Bacteriol* 1994; 176: 2: 269—275.