

УДК 576.893.192.1

© 1993

ОБ ЕЩЕ ОДНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОСОБЕННОСТИ
КОКЦИДИЙ РОДА *CRYPTOSPORIDIUM*
(SPOROZOA: APICOMPLEXA)

Т. В. Бейер, Н. В. Сидоренко

Изучено влияние разных животных-хозяев на морфологические характеристики ооцист криптоспорицидий. Полученные результаты свидетельствуют о нестабильности размеров ооцист криптоспорицидий в пределах одного вида в изолятах как от разных хозяев, так и от одного и того же хозяина. Способность криптоспорицидий к изменениям морфологии и размеров эндогенных стадий (в том числе и ооцист) можно рассматривать как преадаптацию к возможному существованию и завершению полного развития в весьма различающихся условиях, предоставляемых разными хозяевами.

В начале века Тиццер (Tyzzer, 1907) обнаружил в клетках эпителия желудка лабораторных мышей ранее не известных одноклеточных паразитов, достигавших на самых крупных стадиях развития 6—7 мкм в диаметре. Принадлежность этих паразитов к кокцидиям не вызывала у Тиццера сомнений, несмотря на их необычайно мелкие размеры, а также кажущуюся внеклеточную локализацию. Свои родовое и видовое названия — *Cryptosporidium muris* — эти кокцидии получили лишь через 3 года (Tyzzer, 1910). А еще через 2 года в эпителии тонкого кишечника мышей был описан другой вид этого рода — *C. parvum*, имеющий еще более мелкие ооцисты — 4—5 мкм в диаметре (Tyzzer, 1912).

В дальнейшем из разных позвоночных животных было описано еще несколько видов *Cryptosporidium*. Последующая ревизия этих видов свела многие из них в синонимы (Levine, 1984; Fayer, Ungar, 1986). В настоящее время валидными видами считаются *C. muris* и *C. parvum* — у млекопитающих, *C. meleagridis* и *C. baileyi* — у птиц, а также *C. crotali* и *C. nasorum* — соответственно у пресмыкающихся и рыб, хотя Аптон (Upton, 1990) признает валидным для пресмыкающихся другой вид — *C. serpentis*.

Известно, что морфология и размеры ооцист и их структурных компонентов (спороцист, спорозоитов, остаточных тел, микропиле, шва, тельца Штида) играют большую роль в систематике кокцидий, прежде всего кишечных. Известны случаи, когда новые виды кокцидий описывались только по ооцистам, оказавшимся единственной доступной стадией развития паразита (Pellérdy, 1974). Это может быть оправдано тем, что даже на уровне светового микроскопа и без специальной обработки структура ооцисты в целом оказывается достаточно информативной по многим параметрам.

Ооцисты криптоспорицидий в среднем соизмеримы с величиной зрелых эритроцитов (около 5 мкм), в связи с чем их можно выявить только после окрашивания или иного контрастирования на препарате. Окрашенные ооцисты четко выявляются на фоне других компонентов мазка, однако при этом нередко полностью экранируется внутреннее содержимое ооцисты: спороциста, спорозоиты,

Т а б л и ц а 1

Сравнительные данные о размерах ооцист разных видов *Cryptosporidium* из разных хозяев
Size data on oocysts of different *Cryptosporidium* species in different hosts

Хозяин	Размеры ооцист (в мкм)	Индекс формы	Источник информации
<i>Cryptosporidium parvum</i>			
Лабораторные мыши	(4—5)×3	1.5	Tyzzler, 1912
Лабораторные мыши, зараженные ооцистами, развившимися в хорион-аллантоисной оболочке куриного эмбриона, ранее инокулированного ооцистами, выделенными пациентом со СПИДом	5.2×5.1	1.01	Current, Long, 1983
Лабораторные мыши, зараженные ооцистами, выделенными телятами	5.2×5 тл 5.1×5 тн	1.04, 1.02	Current, Reese, 1986
Лабораторные мыши, зараженные ооцистами, выделенными людьми с нормальной иммунной системой	5.1×5 тл 5.2×5 тн	1.02 1.04	Тот же
Лабораторные мыши, зараженные ооцистами от пациентов со СПИДом	5.2×5.1 тл 5.2×5.2 тн		»
Телята	4—5 в диаметре 5.1×4.8	1 1.05	Heine, 1982 Palkovič, Maroušek, 1989
	4—5 в диаметре	1	Reese e. a., 1982
	Около 5 в диаметре	1	Jungmann, Hiepe, 1983
	5.4×4.6	1.17	Pavlasek, Nikitin, 1983
	3.5 в диаметре		Stein e. a., 1983
	5×4.5	1.1	Upton, Current, 1985
Куриные эмбрионы, зараженные ооцистами, выделявшимися естественно инфицированными телятами	5.2×5.1	1.01	Current, Long, 1983
Лабораторные и домашние крысы	5.3×4.8	1.1	Iseki, 1986
Здоровые люди	3—5 в диаметре	1	Jokipii e. a., 1983
Диарейные дети	2—6 »		Weitz, Tassario, 1989
Пациент со СПИДом	5.2×5.1	1.01	Current, Long, 1983
Куриные эмбрионы, зараженные ооцистами, выделенными пациентом со СПИДом	5.2×5.1	1.01	Тот же
Кошка	5.0×4.5	1.1	Iseki, 1979
Олень	4×4	1	Tzipori e. a., 1981
<i>Cryptosporidium muris</i>			
Лабораторные мыши	7.4×5.6	1.32	Tyzzler, 1910
Телята	7.5×5.6	1.34	Upton, Current, 1985
Лабораторные и домашние крысы, штамм	8.4×6.3	1.33	Iseki, 1986
<i>Cryptosporidium baileyi</i>			
Цыплята	6.2×4.6	1.34	Current e. a., 1986
	6.8×5	1.36	Lindsay e. a., 1986
	6.47×5.25	1.23	Palkovič, Maroušek, 1989
<i>Cryptosporidium</i> sp.			
	6—7 в диаметре	1	Latimer e. a., 1988
<i>Cryptosporidium meleagridis</i>			
Индюк	4.5×4	1.12	Slavin, 1955
<i>Cryptosporidium</i> sp.			
Лисий полоз <i>Elaphe vulpina vulpina</i>	8×5.6	1.42	Upton e. a., 1989
Агама <i>Agama planiceps</i>	5.8×5	1.16	Тот же

Т а б л и ц а 1 (продолжение)

Хозяин	Размеры ооцист (в мкм)	Индекс формы	Источник информации
Водяные змеи			
<i>Nerodia harteri</i>	6.7×5.6	1.19	Upton e. a., 1989
<i>N. rhombifera</i>	6.5×5.6	1.16	Тот же
Гекконы			
<i>Hemidactylus turcicus</i> и <i>Phelsuma mada-</i> <i>gascariensis grandis</i>	6.3×(5.5—5.6)	1.13	Upton, Barnard, 1987
	<i>Cryptosporidium serpentis</i>		
Гремучая змея <i>Crotalus durissus</i> , полоз	(6.1—6.2)×5.3	1.16	Upton e. a., 1989
<i>Elaphe obsoleta Lampropeltis triangulum</i>			
Варан <i>Varanus exanthematicus</i>	6×5.4	1.11	Тот же

Пр и м е ч а н и е. тл — толстостенные, тн — тонкостенные ооцисты.

остаточное тело. В связи с этим при идентификации криптоспоридий на первое место выступает размерная характеристика ооцист — длина, ширина, индекс формы (отношение длины к ширине).

Сравнительный анализ литературных данных по измерению ооцист *Cryptosporidium* из млекопитающих (табл. 1) показал наличие у них значительного разброса по длине и ширине в пределах от 2 до 5.4 мкм для *C. parvum* и 5.6—8.4 мкм — для *C. muris*. Такие вариации могут объясняться, с одной стороны, неизбежными издержками при сравнении результатов из разных лабораторий: погрешностями в точности делений окуляр-микрометра, разным числом измерений, разными системами статистической обработки, а с другой — реально существующими различиями между ооцистами из разных изолятов (популяций) криптоспоридий. Однако этот вопрос в отношении кокцидий еще мало изучен.

При анализе табл. 1 обращает на себя внимание относительная близость размерных характеристик ооцист *C. parvum* (наибольшее число данных) из разных хозяев и в рамках одного и того же хозяина. В среднем ооцисты *C. parvum* достигают около 5 мкм в диаметре и по этому параметру достаточно четко отличаются от ооцист *C. muris* (7—8×5—6 мкм), что при мелких размерах этих паразитов представляется весьма существенным и, по-видимому, достоверным. Однако следует подчеркнуть, что в основу идентификации этих видов положены не только размеры ооцист, но и особенности эндогенного развития этих паразитов. И все же размеры ооцист у криптоспоридий, как и у других кокцидий, остаются важным диагностическим маркером возбудителей криптоспориоза.

В связи с этим встает вопрос о характере стабильности размеров ооцист внутри одного и того же вида *Cryptosporidium*. Ранее мы провели изучение эндогенных стадий развития *C. parvum* при развитии в кишечнике новорожденных крысят, зараженных ооцистами этого вида из фекалий спонтанно зараженных телят (Бейер и др., 1990; Бейер, Сидоренко, 1990). В процессе неоднократных повторов экспериментального заражения крысят одна из нас (Н. В. Сидоренко) обратила внимание на очевидное увеличение размеров ооцист *C. parvum*, выделявшихся этими животными-реципиентами. Результаты измерений ооцист от доноров (телят) и реципиентов (крысят) показали достоверные различия между теми и другими. В нашем случае не могло быть и речи о двух разных видах *Cryptosporidium*, ибо ранее нами было достаточно подробно изучено эндогенное развитие вида, использованного в опытах по экспериментальному заражению. В связи с этим встал вопрос о природе выявленных различий, мало известных для кишечных кокцидий.

Данное исследование посвящено осмыслению важности для систематики

рода *Cryptosporidium* статистически достоверных колебаний размеров ооцист как в разных хозяйствах, так и в разных популяциях внутри одного и того же хозяина.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Ооцисты *C. parvum* были получены с фекальными выделениями 7—10-дневных спонтанно зараженных телят из животноводческих хозяйств Ленинградской обл. в течение 1990—1992 гг. Этими ооцистами заражали per os 5—6-дневных белых беспородных крысят, выращенных в лаборатории в условиях, исключающих спонтанное заражение криптоспоридиями. Спустя 5 сут после заражения ооцисты криптоспоридий выявлялись в фекалиях крысят.

Ооцисты *C. parvum* от телят (доноров) и крысят (реципиентов) окрашивались на мазках фекалий стандартным методом — карболовым фуксином по Цилю—Нильсену (Бейер и др., 1987; Чайка, Бейер, 1990), а также генциановым фиолетовым по Сидоренко (1988). Последний метод используется при экспресс-диагностике фекальных мазков и дает эффект негативного окрашивания.

Кроме того, для сравнения были взяты ооцисты *C. parvum*, выделенные другими телятами (не донорами), а также изолированные от пациента с диареей. Этот препарат был нам любезно предоставлен профессором Хельсинкского университета L. Jokirii. Все мазки были окрашены по Цилю—Нильсену.

Для каждого изолята ооцист проводили измерения не менее 100 штук, наименее деформированных или поврежденных в процессе фиксации и окраски. Измерения ооцист проводились с микроскопом фирмы Цейс, окуляр 12 \times , объектив 100 \times . Полученные результаты были обработаны статистически (Майр и др., 1956; Урбах, 1964). При оценке достоверности различий между ооцистами разных изолятов использовался 5%-ный уровень значимости по критерию Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Полученные данные суммированы в табл. 2. Результаты измерений свидетельствуют о значительном постоянстве индекса формы ооцист *C. parvum* в разных изолятах, с незначительными колебаниями в рамках 1.05—1.11. В то же время отмечается большой разброс в средних размерах ооцист в изолятах как от телят, так и от крысят. Так, в изолятах от телят наблюдались колебания длины ооцист от 4.4 до 4.8 мкм, а ширины — от 4.15 до 4.5 мкм. При этом различия между крайними изолятами (№ 2—5 и 6—8) оказались статистически достоверными.

Аналогичная картина наблюдается и в отношении размерных характеристик ооцист *C. parvum* от крысят, где колебания между крайними значениями были еще более значительными: от 4.7 до 5.5 мкм (№ 9—15). Максимальные средние размеры ооцист, выделенных крысятами (6.17 \times 5.89 мкм), были зарегистрированы нами лишь однажды и могут быть адекватно оценены только при обсуждении всего полученного материала.

Специальный интерес имеет сравнение ооцист от доноров (телят) и реципиентов (крысят), поскольку последние (ооцисты) являются прямыми потомками первых. Различия в размерах ооцист сравниваемых изолятов (№ 6—8 и № 9—11) оказались статистически достоверными. При этом независимо от способа окрашивания было показано, что «дочерние» ооцисты (от крысят) были крупнее «материнских» (от телят). Различия в размерах ооцист *C. parvum* от доноров и реципиентов представлены в виде гистограммы (рис. 1).

Кроме количественных изменений в популяциях ооцист *C. parvum* от реципиентов наблюдались существенные качественные изменения. Наряду с ооцистами без видимых оболочек (как и в изолятах от доноров) в фекалиях крысят-реципиентов были выявлены ооцисты, покрытые отчетливыми прозрач-

Т а б л и ц а 2

Сравнительные результаты измерений ооцист *Cryptosporidium parvum* из разных хозяев и разных изолятов одного и того же хозяина. Окраска по Цилю—Нильсену, $n=100$

Data on oocysts of *Cryptosporidium parvum* taken from different hosts and different isolates of one host, $n=100$

Номер	Хозяин	Размеры ооцист (в мкм)	Индекс формы	Примечание
1	Человек	4.8×4.45	1.07	Препарат предоставлен Л. Jokipii
2	Телята, зараженные спонтанно	4.8×4.5	1.06	
3	Тот же	4.85×4.5	1.07	
4	»	4.8×4.5	1.06	
5	»	4.8×4.5	1.06	
6	»	4.5×4.2	1.07 *	Окраска генциановым фиолетовым
7	»	4.4×4.15	1.06 *	
8	»	4.45×4.2	1.06 *	
9	Лабораторные крысы, зараженные экспериментально ооцистами, выделенными телятами	4.7×4.4	1.06 **	То же
10	Тот же	4.85×4.45	1.08 **	
11	»	4.8×4.45	1.07 **	
12	»	5.3×4.9	1.08 **	
13	»	5.4×5	1.08 **	
14	»	5.45×5	1.09 **	
15	»	5.5×4.9	1.11 **	
16	»	6.17×5.89	1.05	

Примечание. * Изоляты ооцист доноров. ** Изоляты ооцист реципиентов.

ными оболочками (рис. 2, б). В обследуемых изолятах такие ооцисты составляли не более 30—40 % от общего числа ооцист. В то же время в заражающем материале такие ооцисты не наблюдались совсем (рис. 2, а).

Ооцисты с видимыми оболочками (№ 12—15) оказались крупнее, чем ооцисты без оболочек (№ 9—11), причем эти различия были статистически достоверны.

Средние размеры более крупных ооцист из изолятов от телят (№ 2—5) достоверно не отличаются от таковых ооцист из человеческого изолята (№ 1); а также от величин ооцист без видимых оболочек, выделенных в фекалиях крыс (№ 9—11) в первые дни препатентного периода.

ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования по систематике кокцидий допускают возможность определения видов по структуре ооцист и по принадлежности к определенному хозяину (Joуner, 1982). Это положение во многом справедливо для большинства видов классических кокцидий родов *Eimeria* и *Isospora*, хотя и здесь имеются свои сложности (Gardner, Duszynski, 1990).

У других, эволюционно более продвинутых родов кокцидий (*Cystoisospora*, *Toxoplasma*, *Besnoitia*, *Sarcocystis*), структура ооцисты уже не всегда оказывается достаточно информативной для определения вида. У этих кокцидий первостепенное значение приобретает более сложная картина жизненного цикла, с включением промежуточного и окончательного хозяина, т. е. переход к гетероксенности.

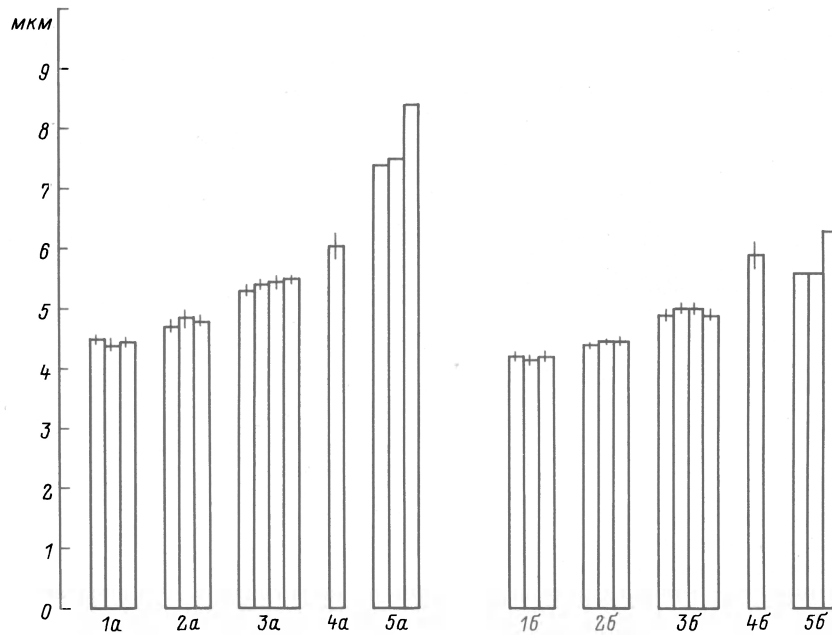


Рис. 1. Гистограмма распределения размеров ооцист *Cryptosporidium parvum* и *C. muris* в разных изолятах.

По оси ординат: размеры ооцист в мкм; по оси абсцисс: 1а—5а — размеры ооцист по длине, 1б—5б — размеры ооцист по ширине; 1а, 1б — изоляты *C. parvum*, соответствующие № 6—8 в табл. 2, 2а, 2б — № 9—11, 3а, 3б — № 12—15, 4а, 4б — № 16, 5а, 5б — изоляты *C. muris* в табл. 2.

Fig. 1. Histogramme of oocysts size of *Cryptosporidium parvum* and *C. muris* in different isolates.

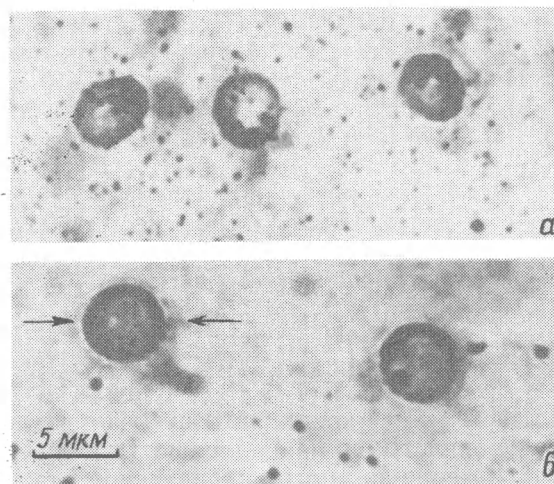


Рис. 2. Ооцисты *C. parvum* из изолятов от телят-доноров (а) и крысят-реципиентов (б).

Стрелки — прозрачная оболочка вокруг ооцисты.

Fig. 2. Oocysts of *C. parvum* from isolates of calf-donors (a) and rat-reipients (b).

Криптоспоридии относятся к редчайшей категории гомоксенных, но поликсенных кокцидий. Это означает, что все их развитие (от ооцисты до ооцисты) совершается, как и у эймерий и изоспор, в организме одного хозяина, однако число таких хозяев в пределах классов позвоночных может быть достаточно велико (табл. 1; см. также Fayer, Ungar, 1986). По последнему признаку криптоспоридии принципиально отличаются от классических кокцидий. Указанные особенности жизненного цикла наряду с уникальной картиной паразито-хозяйинных отношений на клеточном и ультраструктурном уровнях (Vetterling e. a., 1971; Göbel, Brändler, 1982; Uni e. a., 1987; Lumb e. a., 1988; Бейер и др., 1990; Бейер, Сидоренко, 1990) отличают *Cryptosporidium* spp. и среди кокцидий больше не встречаются.

Форма ооцист кокцидий относится к числу весьма постоянных признаков, что справедливо также и для криптоспоридий, если судить по индексу формы (табл. 1, 2). В многочисленных публикациях по *C. parvum* редко приводятся размерные характеристики ооцист, чаще бывает указание на величину «около 5 мкм». Размеры ооцист могут весьма значительно варьировать (до 40 % и более) и у классических кокцидий (Joynes, 1982), нередко создавая трудности при определении видов у спонтанно зараженных диких хозяев (Gardner, Duszynski, 1990). Но, несмотря на это, именно ооцисты оказываются наиболее широко используемым и очень часто весьма надежным видовым признаком у кокцидий.

Наиболее полная информация о средних размерах ооцист и других стадий развития *C. parvum* приводится Каррентом и Ризе (Current, Reese, 1986; см. также табл. 1). Однако ни в этой, ни в других публикациях по криптоспоридиям не упоминается о статистической обработке данных по измерению ооцист, что позволило бы нам провести сравнение с нашими результатами. Вот почему выявленные нами достоверные различия между изолятами ооцист *C. parvum*, изолированных как от разных хозяев, так и внутри одного и того же хозяина (табл. 2), оказались для нас неожиданными.

Если бы изоляты от разных хозяев сравнивались нами как случайные выборки (табл. 2, № 6—8 и 9—11), то можно было бы предположить, что у телят и крысят паразитируют разные виды *Cryptosporidium*. Однако именно на этих изолятах мы последовательно проследили судьбу ооцист, выделенных телятами, в организме другого хозяина (крысят) при экспериментальном заражении последних материалом от первых. Вот почему в наших исследованиях не могло быть и речи о разных видах *Cryptosporidium*. Можно предположить, что при переходе паразита в нового хозяина произошла морфологическая трансформация эндогенных стадий развития, что и сказалось в конечном итоге в изменении размеров ооцист. При этом следует учитывать, что развитие *C. parvum* в организме крысят идет в тех же отделах тонкого кишечника, что и в телятах (Бейер и др., 1990; Бейер, Сидоренко, 1990).

В связи с полученными результатами возникает вопрос: как можно трактовать статистически достоверные различия между ооцистами в разных изученных нами изолятах?

Можно предположить, что все эндогенные стадии развития, включая ооцисты, увеличиваются в размерах при попадании в организм ранее не зараженного хозяина, т. е. когда для развития паразита имеется неограниченное число эпителиальных клеток. Это предположение подтверждается тем, что более крупные ооцисты *C. parvum* (табл. 2, № 9—13) были выделены действительно в первые дни препатентного периода развития. Возможно, что в последующие дни этого периода, когда кишечник крысенка будет достаточно сильно колонизирован эндогенными стадиями паразита, конкурентные отношения между ними могут привести к постепенному сокращению их средних размеров.

Подобная зависимость между интенсивностью заражения и средними раз-

мерами эндогенных стадий, включая ооцисты, была отмечена для разных видов рода *Eimeria* из кур и кроликов (Fish, 1931; Becker e. a., 1955, 1956; Хейсин, 1947, 1957). На этом основании резонно предположить, что достоверные различия между размерами ооцист в разных исследованных изолятах *C. parvum* от одного и того же хозяина (теленка) могут объясняться тем, что ооцисты выделяются в разные дни препатентного периода (табл. 2, № 2—5 и 6—8).

Принимая во внимание все отмеченное выше, можно объяснить и столь удивившее нас увеличение размеров ооцист *C. parvum* от телят (табл. 2, № 6—8) после совершения ими нового раунда развития в кишечнике крысят (№ 9—11). В контексте данного обсуждения представляет интерес обнаружение (также в фекалиях крыс) более крупных ооцист *C. muris* со средними размерами 8.4×6.3 мкм (Iseki, 1986) по сравнению с ооцистами этого вида, выделенными лабораторными мышами и телятами и достигавшими соответственно 7.4×5.6 и 7.5×5.6 мкм (табл. 1; Tyzzer, 1910; Upton, Current, 1985).

Не располагая более подробными данными для проведения статистической обработки этих данных, мы можем почти безошибочно заключить, что различия между сравниваемыми изолятами ооцист (8.4×6.3 и $7.4—7.5 \times 5.6$) окажутся достоверными. Однако японский исследователь (Iseki, 1986) справедливо не счел для себя возможным рассматривать свой изолят ооцист в качестве самостоятельного вида, но обозначил его как «крупную форму *C. muris* штамма RN 66».

И все же не следует абсолютизировать вывод о непременном увеличении размеров ооцист *Cryptosporidium* spp. при развитии в новом или ранее не зараженном хозяине. Об этом свидетельствуют данные измерений ооцист *C. parvum* в изолятах от мышей, экспериментально зараженных ооцистами, выделенными соответственно от телят, от людей с нормальной иммунной системой, от пациента со СПИДом, а также ооцистами, развившимися в хорион-аллантаической оболочке куриного эмбриона (табл. 1; Current, Reese, 1986; Current, Long, 1983). Размеры ооцист *C. parvum* во всех сравниваемых изолятах оказались практически идентичными.

Это позволяет заключить, что не всякие «новые условия» могут стимулировать морфофункциональные изменения при развитии паразита; многое зависит от специфики этих условий. Так, специфика организма новорожденных крысят сказалась определенным образом и в том, что в популяции дочерних ооцист 30—40 % оказались покрытыми четкими прозрачными оболочками (рис. 2, б).

Природа оболочек, покрывающих часть ооцист в популяции, выделяемой зараженными крысятами, пока неизвестна. Такие ооцисты оказываются достоверно крупнее ооцист без оболочек, причем это обнаруживается в пределах одного и того же изолята, т. е. на одном и том же предметном стекле (табл. 2, № 12—16 по сравнению с № 9—11). Вряд ли правомочно квалифицировать эти две категории ооцист как соответственно толсто- и тонкостенные. В одной из работ (Current, Reese, 1986) приводятся размеры тех и других ооцист *C. parvum*, выделенных лабораторными мышами. Оказалось, что между толсто- и тонкостенными ооцистами не было различий в размерах (табл. 1).

Таким образом, на примере *C. parvum* удалось установить ранее не известное для кокцидий явление — значительное колебание размеров ооцист, которые даже в пределах одного и того же хозяина могут приобретать разную морфологию и достоверно различаться по размерам. Такие различия, по-видимому, лежат в пределах нормы реакции для каждого вида *Cryptosporidium* и должны учитываться при идентификации видов по ооцистам.

Микроскопическая диагностика возбудителей криптоспориоза является одним из самых надежных методов выявления зараженности хозяина. Особый интерес к криптоспоридам в ветеринарии и особенно медицине начался с середины 70-х годов XX века, когда стала известной зоонозная и оппортуни-

стическая природа криптоспориоза (Nime e. a., 1976; Angus, 1983; Tzipori, 1988). Это стимулировало разработку быстрых и надежных методов диагностики возбудителя, в том числе на окрашенных мазках фекальных проб (Сидоренко, 1988; Чайка, Бейер, 1990). Детальные исследования эндогенного развития паразитов и размеров их ооцист позволили четко разграничить два самостоятельных вида *Cryptosporidium* у млекопитающих и два у птиц (Upton, Current, 1985; Current e. a., 1986). Так размерная характеристика стала важным ключом к распознаванию видов криптоспориций в испытуемой пробе фекалий.

Несмотря на отмеченные выше достоверные колебания размеров ооцист в пределах каждого из двух видов *Cryptosporidium* из млекопитающих, размерные характеристики ооцист *C. parvum* и *C. muris* достаточно отстоят друг от друга и не пересекаются (по длине) даже в популяции *C. parvum*, достигающей величины 6.17×5.89 мкм (табл. 2). Кроме того, сравниваемые виды различаются также и по индексу формы (табл. 2).

На основании анализа собственных и литературных данных мы приходим к заключению, что достоверные колебания размеров ооцист *C. parvum* (и, возможно, других видов *Cryptosporidium* из разных изолятов одного и того же хозяина) следует считать нормой реакции эндогенных стадий этих поликсенных паразитов и объясняются их способностью развиваться не у одного, а у многих видов хозяев. Отмеченная способность является одной из биологических особенностей криптоспориций — этих необычных гомоксенных и в то же время поликсенных кокцидий позвоночных.

Список литературы

- Бейер Т. В., Пашкин П. И., Рахманова А. Г., Сафонова Н. В., Хазенсон Л. Б., Чайка Н. А. Диагностика, клиника, лечение и профилактика криптоспориоза. Методические рекомендации. Л., 1987. 19 с.
- Бейер Т. В., Сидоренко Н. В. Электронно-микроскопическое исследование криптоспориций. II. Стадии гаметогонии и спорогонии *Cryptosporidium parvum* // Цитология. 1990. Т. 32. С. 592—598.
- Бейер Т. В., Сидоренко Н. В., Лаковникова Е. В. Электронно-микроскопическое исследование криптоспориций. I. Бесполое развитие *Cryptosporidium parvum* // Цитология. 1990. Т. 32. С. 462—468.
- Майр Э., Линсли Э., Юзингер Р. Методы и принципы зоологической систематики. М., 1956. 352 с.
- Сидоренко Н. В. Методы диагностики криптоспориоза (Микроскопическое выявление ооцист *Cryptosporidium*) // Ветеринария. 1988. № 2. С. 48—50.
- Урбах В. Ю. Биометрические методы. М., 1964. 416 с.
- Хейсин Е. М. Изменчивость ооцист *Eimeria magna* // Зоол. журн. 1947. Т. 26. С. 17—29.
- Хейсин Е. М. Изменчивость ооцист *Eimeria intestinalis*, паразита домашнего кролика // Вест. ЛГУ. Сер. биол. 1957. Т. 2. С. 43—52.
- Чайка Н. А., Бейер Т. В. Криптоспориоз и СПИД. Л., 1990. 70 с.
- Angus K. W. Cryptosporidiosis in man, domestic animals and birds // J. Roy. Soc. Med. 1983. Vol. 76. P. 62—70.
- Becker E. R., Zimmermann W. J., Pattillo W. H. A biometrical study of the oocysts of *Eimeria brunetti*, a parasite of the common fowl // J. Protozool. 1955. Vol. 2. P. 145—150.
- Becker E. R., Zimmermann W. J., Pattillo W., Farmer J. N. Measurements of the unsporulated oocysts of *Eimeria acervulina*, *E. maxima*, *E. tenella* and *E. mitis*, coccidian parasites of the common fowl // Iowa Sta. Coll. J. Sci. 1956. Vol. 31. P. 79—84.
- Current W. L., Long P. L. Development of human and calf *Cryptosporidium* in chicken embryos // J. Infect. Dis. 1983. Vol. 148. P. 1108—1113.
- Current W. L., Reese N. C. A comparison of endogenous development of three isolates of *Cryptosporidium* in suckling mice // J. Protozool. 1986. Vol. 33. P. 98—108.
- Current W. L., Upton S. J., Haynes T. B. The life cycle of *Cryptosporidium baileyi* n. sp. (Apicomplexa, Cryptosporidiidae) infecting chickens // J. Protozool. 1986. Vol. 33. P. 289—296.
- Fayer R., Ungar B. L. R. *Cryptosporidium* spp. and cryptosporidiosis // Microbiol. Revs. 1986. Vol. 50. P. 458—483.
- Fish F. F. Quantitative and statistical analysis of infections with *Eimeria tenella* // Science (N. Y.). 1931. Vol. 73. P. 292—293.
- Gardner S. L., Duszynski D. W. Polymorphism of eimerian oocysts can be a problem in

- naturally infected host: an example from subterranean rodents in Bolivia // *J. Parasitol.* 1990. Vol. 76. P. 805—811.
- Göbel E., Brändler U. Ultrastructure of microgametogenesis, microgametes and gametogony of *Cryptosporidium* sp. in the small intestine of mice // *Protistologica*. 1982. Vol. 18. P. 331—344.
- Heine J. Eine einfache Nachweismethode für Kryptosporidien im Kot // *Zentralblatt für Veterinärmedizin*. 1982. Bd 29. S. 324—327.
- Jokipii L., Pohjola S., Jokipii A. M. M. *Cryptosporidium*: A frequent finding in patients with gastrointestinal symptom // *Lancet*. 1983. N 8346. P. 358—361.
- Joyner L. P. Host and site specificity // *The Biology of the Coccidia*. Baltimore: Ed. P. L. Long, 1982. P. 35—62.
- Jungmann R., Hiepe T. Vorkommen und Intravitaldiagnostik der Kryptosporidiose bei neugeborenen Kälbern // *Monatsh. Veterinärmed.* 1983. Bd 38. S. 299—300.
- Iseki M. *Cryptosporidium felis* sp. n. (Protozoa: Eimeriorina) from the domestic cat // *Jap. J. Parasitol.* 1979. Vol. 28. P. 285—307.
- Iseki M. Two species of *Cryptosporidium* naturally infecting house rats, *Rattus norvegicus* // *Jap. J. Parasitol.* 1986. Vol. 35. P. 521—526.
- Latimer K. S., Goodwin M. A., Davis M. K. Rapid cytologic diagnosis of respiratory cryptosporidiosis in chickens // *Avian Dis.* 1988. Vol. 32. P. 826—830.
- Levine N. D. Taxonomy and review of the coccidian genus *Cryptosporidium* (Protozoa: Apicomplexa) // *J. Protozool.* 1984. Vol. 31. P. 94—98.
- Lindsay D. S., Blagburn B. L., Sundermann C. A. Host specificity of *Cryptosporidium* sp. isolated from chickens // *J. Parasitol.* 1986. Vol. 72. P. 565—568.
- Lumb R., Smith K., O'Donoghue P. J., Lanser J. A. Ultrastructure of the attachment of *Cryptosporidium* sporozoites to tissue culture cells // *Parasitol. Res.* 1988. Vol. 74. P. 531—536.
- Nime F. A., Burek J. D., Page D. L., Holscher M. A., Yardley J. H. Acute enterocolitis in a human being infected with the protozoan *Cryptosporidium* // *Gastroenterology*. 1976. Vol. 70. P. 592—598.
- Palkovič L., Mazoušek V. The pathogenity of *Cryptosporidium parvum* Tyzzer, 1912 and *C. baileyi* Current, Upton et Haynes, 1986 for chickens // *Folia Parasitol.* 1989. Vol. 36. P. 209—217.
- Pavlašek I., Nikitin V. F. Finding of *Cryptosporidium* sp. in calves in the USSR // *Folia Parasitol. (Prague)*. 1983. Vol. 30. P. 4.
- Pellérdy L. P. *Coccidia and coccidiosis*. Budapest, 1974. 959 p.
- Reese N. C., Current W. L., Ernst J. V., Bailey W. S. Cryptosporidiosis of man and calf: A case report and results of experimental infections in mice and rats // *Amer. J. Trop. Med. Hyg.* 1982. Vol. 31. P. 226—229.
- Slavin D. *Cryptosporidium meleagridis* (sp. nov.) // *J. Comp. Pathol.* 1955. Vol. 65. P. 262—266.
- Stein E., Boch J., Heine J., Henkel G. Der Verlauf natürlicher *Cryptosporidium*-Infektionen in vier Rinderzuchtbetrieben // *Berl. Münch. tierärztl. Wochenschr.* 1983. Bd 96. S. 222—225.
- Tyzzer E. E. A sporozoan found in the peptic glands of the common mouse // *Proc. Soc. Exper. Biol. Med.* 1907. Vol. 5. P. 12—13.
- Tyzzer E. E. An extracellular coccidium, *Cryptosporidium muris* (Gen. et sp. nov.), of the gastric glands of the common mouse // *J. Med. Res.* 1910. Vol. 23. P. 487—509.
- Tyzzer E. E. *Cryptosporidium parvum* (sp. nov.), a coccidium found in the small intestine of the common mouse // *Arch. Protistenk.* 1912. Bd 26. S. 394—412.
- Tzipori S. Cryptosporidiosis in perspective // *Adv. Parasitol.* 1988. Vol. 27. P. 63—129.
- Tzipori S., Angus K. W., Campbell I., Sherwood D. Diarrhea in young red deer associated with infection with *Cryptosporidium* // *J. Inf. Dis.* 1981. Vol. 144. P. 170—175.
- Uni S., Iseki M., Maekawa T., Moriya K., Takada S. Ultrastructure of *Cryptosporidium muris* (strain RN 66) parasitizing the murine stomach // *Parasitol. Res.* 1987. Vol. 74. P. 123—132.
- Upton S. J. *Cryptosporidium* spp. in lower vertebrates // *Cryptosporidiosis of Man and Animals*. Boston: Eds. J. P. Dubey et al. CRC Press Boca Raton, Ann Arbor, 1990. P. 149—156.
- Upton S. J., Barnard S. M. Two new species of coccidia (Apicomplexa: Eimeriidae) from Madagascar gekkonids // *J. Protozool.* 1987. Vol. 34. P. 452—455.
- Upton S. J., Current W. L. The species of *Cryptosporidium* (Apicomplexa: Cryptosporidiidae) infecting mammals // *J. Parasitol.* 1985. Vol. 71. P. 625—629.
- Upton S. L., McAllister C. T., Freed P. S., Barnard S. M. *Cryptosporidium* spp. in wild and captive reptiles // *J. Wildl. Dis.* 1990. Vol. 25. P. 20—22.
- Vetterling J. M., Takeuchi A., Madden P. A. Ultrastructure of *Cryptosporidium wairi* from the guinea pig // *J. Protozool.* 1971. Vol. 18. P. 248—260.
- Weitz J. C., Tassara R. V. Diagnostico de la cryptosporidiosis: estudio comparativo de las tinciones Ziehl-Neelsen y safranina // *Rev. Med. Chile.* 1989. Vol. 117. P. 899.

ANOTHER BIOLOGICAL PECULIARITY OF THE COCCIDIAN GENUS *CRYPTOSPORIDIUM*
(SPOROZOA: APICOMPLEXA)

T. V. Beyer, N. V. Sidorenko

Key words: *Cryptosporidium*, *Cryptosporidium parvum*, oocyst, different hosts

S U M M A R Y

Suckling rats were used as a model host for our previous EM studies of the endogenous development of *Cryptosporidium parvum* isolated from spontaneously infected calves (Beyer e. a., 1990; Beyer, Sidorenko, 1990). In the course of repeated infections it was noticed that the oocysts discharged by the recipient host (rat) were obviously larger than those in the donor's (calf's) isolates. Keeping in mind the presumable taxonomic significance of coccidian oocysts as a constant and rather reliable tool for species discrimination we made a comparative quantitative and statistical analysis of the mean values of oocysts of *C. parvum*, originating from several sources (table 2): a random human isolate (N 1), several random isolates from spontaneously infected calves (N 2—5), isolates from calves (N 6—8) used as the infecting material for suckling rats, and fecal samples from the experimentally infected rats (N 9—15).

The results obtained have shown that the oocysts discharged by rats (N 9—15) were larger than those of calf origin (N 6—8), with the differences being statistically significant with 95 % confidence. Besides, within the same host (rat) at least two oocyst groups were distinguished (N 9—11 and 12—15, resp.) whose differences in mean values also appeared statistically significant. The larger oocysts displayed differences in morphology bearing distinct walls which were never observed either in the donor isolates or in the smaller population of the recipient oocysts.

The established differences in oocyst dimensions lay presumably within the frames of the normal reaction of *C. parvum* and other *Cryptosporidium* species, due to biological peculiarities of unusual life cycles of these unique coccidia: their homoxenous (i. e. confined to one host body only) development is combined with polyxeny (i. e. a wide host specificity that involves the number of host species representing different environmental conditions). The parasite's ability to change its functional morphology and size may appear some kind of preadaptation to the number of varying conditions met by these polyxenous coccidia. This and other relevant assumptions are discussed in the paper.