

T. 7-8. ESPOROZOARIOS. GENERALIDADES Y CLASIFICACIÓN. COCCIDIOS NO FORMADORES DE QUISTES.

1. GENERALIDADES

Los esporozoarios, englobados dentro del Phylum Apicomplexa o Sporozoa, incluyen a un gran número de géneros (alrededor de 300) de los que se han descrito más de 5.000 especies. Sus características generales se pueden resumir en los siguientes puntos:

A) Presentan un complejo apical que consta de una serie de elementos, algunos de los cuales con funciones no conocidas completamente. Entre estos elementos destacan los siguientes (Fig. 1):

- CONOIDE (C): Probablemente asociado con la penetración del taquizoíto en la membrana de la célula hospedadora.
- ANILLO POLAR: Sistema de fijación que rodea la conoide.
- ROPTRIAS (RO): Tienen una función secretora asociada a la penetración en la célula hospedadora mediante la secreción de su contenido a través del conoide.
- MICROTUBULOS SUBPELICULARES.

- MICRONEMAS (MC) o TOXONEMAS: estructuras a modo de túbulo que se localizan por encima del núcleo y que están ordenadas al azar.
- También están provistos de Aparato de Golgi y una mitocondria.

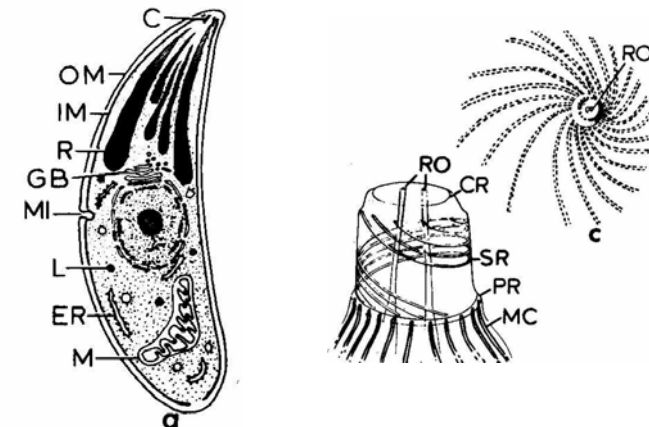


Fig. 1. Representación esquemática de un zoíto.

B) Carecen de cilios o flagelos de forma general, aunque pueden aparecer en algunas fases sexuales (microgametocitos)

C) Cuentan con fases de reproducción asexual y sexual. Tras esta última tiene lugar la formación de un cigoto que inicia una fase de esporogonia o de formación de esporas.

La invasión celular de los Apicomplexa consta de tres fases separadas: a) la fijación del parásito a la célula hospedadora; b) la invaginación del plasmalema celular y formación de una vacuola parasitófora; c) penetración del parásito dentro de la vacuola. No obstante, este mecanismo de entrada no se conoce completamente.

2. CLASIFICACIÓN

Este grupo engloba seis familias de interés englobadas en dos subclases, ambas pertenecientes a la CLASE SPOROZOEIA:

A.- SUBCLASE COCCIDIA:

ORDEN EUCCOCCIDIA, SUBORDEN EIMERIINA

- Familia EIMERIIDAE
- Familia CRYPTOSPORIDAE
- Familia SARCOCYSTIDAE
- Familia PLASMODIIDAE

B.- SUBCLASE PIROPLASMEA:

ORDEN PIROPLASMA

- Familia BABESIIDAE
- Familia THEILERIIDAE

Clase Sporozoea

El conoide, si está presente, forma un cono completo truncado. La reproducción es generalmente sexual y asexual. Los ooquistes, por norma, contienen esporozoítos infectantes que resultan de una esporogonia. La endodiogonia es el tipo de multiplicación predominante, un proceso de división en el cual dos células hijas se forman en el interior de la célula madre, cuya pared celular termina desapareciendo. La locomoción es por flexión corporal mediante ondulaciones longitudinales.

Los ciclos biológicos incluyen una gametogonia (formación de gametos) y una esporogonia (formación de esporozoítos infectantes para otros hospedadores).

Orden Eucoccidia

Este orden contiene los COCCIDIOS, un grupo que protozoos con más de 55 géneros y unas 1.500 especies. La mayoría de ellos son parásitos intracelulares de vertebrados. Su ciclo biológico conlleva una fase de multiplicación sexual y otra asexual. El cigoto es diploide, mientras que todos los demás estadios son haploides. Muchos de ellos son altamente patógenos. En la mayoría de las especies se producen ooquistes mononucleados que son los transmitidos de un hospedador a otro y cuya fase de esporulación tiene lugar en el medio, fuera del hospedador.

Suborden Eimeriina

Se caracterizan porque: a) los macrogametos y los microgametos se desarrollan independientemente; b) un microgamete puede producir numerosos microgametos; c) los esporozoítos están típicamente englobados dentro de un esporoquiste o esporocisto.

3. FAMILIA EIMERIDAE

3.1. CARACTERISTICAS GENERALES

Con escasas excepciones, todos son parásitos intracelulares de las células epiteliales del intestino. Estas excepciones se corresponden con algunas especies que pueden llegar a localizarse en el epitelio de conductos que drenan en el intestino: por ejemplo, *Eimeria stiedae* se localiza en el epitelio de los conductos biliares de hígado.

Los dos géneros de mayor interés veterinario son *Eimeria* e *Isospora*.

3.2. MORFOLOGÍA Y CICLO BIOLÓGICO

Desde el punto de vista teórico, el ciclo de los coccidios Eimeridae puede estudiarse a partir del desarrollo de los ooquistes. Éstos salen al medio con las heces sin esporular. En este momento no son infectantes. Requieren de una fase denominada ESPORULACION de la que surgirán ESPOROZOITOS infectantes.

Esta fase de esporulación se encuentra influenciada por factores ambientales entre los que destacan la temperatura y la humedad.

La temperatura óptima para la esporulación oscila entre los 15 y 36°C. En este tiempo el ooquiste esporula en un periodo que varía entre unas pocas horas y varios días. El tiempo de esporulación es una característica de la especie que puede ayudar a la identificación. Los Eimeridae no se desarrollan en ambientes carentes de humedad.

Una vez que los ooquistes esporulan, la envuelta de naturaleza quitinosa que los rodea les confiere gran resistencia y pueden soportar bien las condiciones extremas.

Además de esta cubierta quística, presentan otra serie de características morfológicas (Fig. 2):

- Pueden poseer un poro en uno de los extremos denominado MICROPILO, que puede estar cubierto por un CASQUETE POLAR a veces prominente.
- En la fase de esporulación el cigoto se divide formando 4 ESPOROCISTOS, cada uno de los cuales contiene 2 ESPOROZOITOS (género *Eimeria*) o bien dos esporocistos con cuatro esporozoítos (género *Isospora*). Todo el material del cigoto no se diferencia, pudiendo quedar los denominados CUERPOS RESIDUALES DEL OOQUISTE y del ESPOROCISTO. Estos últimos cuerpos residuales parecen contener una elevada concentración de lípidos y suponen una fuente de energía de los esporozoítos para su supervivencia en el medio.

- Los esporocistos pueden contar con estructuras similares al casquete polar del ooquiste, denominado CUERPO DE STIEDA, así como una serie de gránulos similares a los GRANULOS POLARES que a veces se observan en el ooquiste.

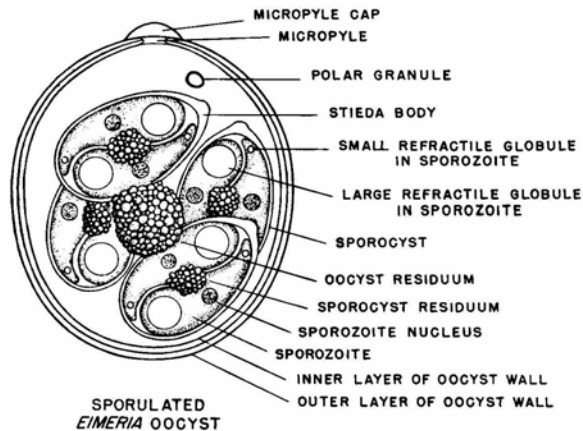


Fig. 2. Representación esquemática de un ooquiste de *Eimeria* spp.

El ingreso en el hospedador se establece por vía oral, por la ingestión de ooquistes esporulados. La salida de los esporozoítos se encuentra estimulada por el aumento de los niveles de CO₂ que aparece en el aparato digestivo. Esto determina la producción de enzimas que aumentan la permeabilidad del micropilo. Más tarde intervendrían factores producidos por el hospedador (Tripsina, Bilis, pH, etc.). La bilis, por ejemplo, facilita la entrada de tripsina a través del micropilo alterado.

Una vez liberados los esporozoítos, éstos penetrarán en el epitelio intestinal (mecanismo en el que intervendrían las estructuras localizadas en el complejo apical) y se formaría una VACUOLA PARASITOFORA, donde tiene lugar una fase de REPRODUCCION ASEXUAL denominada ESQUIZOGONIA o MEROGONIA que dará lugar a la aparición de ESQUIZOITOS o MEROZOITOS.

Esta fase de penetración y multiplicación se caracteriza por ser muy específica, especificidad que viene dada porque:

- Tiene lugar en determinados tramos intestinales.
- Dentro de un tramo intestinal, cada especie tiene un especial tropismo por determinadas localizaciones, como las puntas de las vellosidades, las criptas intestinales, etc.
- Cada hospedador es susceptible sólo a determinadas especies, de modo que no se producen transmisiones cruzadas.

En algunas especies, los merozoítos que se producen en esta primera fase son capaces de invadir nuevas células del hospedador y desarrollar una nueva merogonia, de ahí que se hable de MEROZOITOS DE PRIMERA, SEGUNDA GENERACIÓN, etc. La mayor o menor capacidad de una especie para desarrollar más de una merogonia va a determinar un mayor o menor potencial patógeno de esa especie.

Una vez que se desarrollan las correspondientes merogonias, tiene lugar una fase de multiplicación sexual o GAMETOGONIA, que dará lugar a la formación de MACROGAMETOCITOS y MICROGAMETOCITOS: Los microgametocitos, una vez maduros,

dejan la célula hospedadora y fecundan al macrogametocito, dando lugar a un CIGOTO, alrededor del cual se formará una cubierta quística, resultando un OOQUISTE SIN ESPORULAR, que sale al exterior con las heces, iniciándose de nuevo el ciclo.

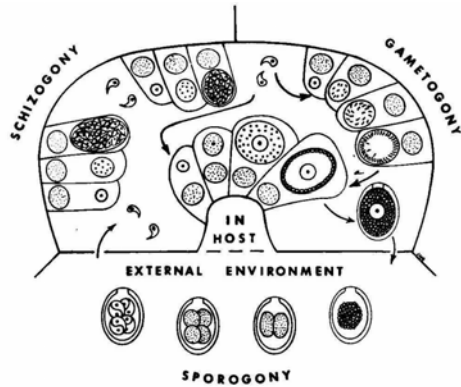


Fig. 3. Ciclo Biológico de Eimeridae

3. ESPECIES

Las principales especies de Eimeridae que afectan a los animales domésticos son las siguientes:

Aves: *Eimeria tenella*, *E. necatrix*, *E. maxima*, *E. acervulina*, *E. brunetti*

Rumiantes: *E. zuernii*, *E. boris* (bovino)
E. ovinoidalis, *E. crandallis* (ovino)
E. arloingi (caprino)

Conejos: *E. stiedae* (hígado)
E. flavescens, *E. intestinalis* (intestino)

Perro y gato:

Isospora canis, *I. ohioensis* (perro)
Isospora felis, *I. rivolta* (gato)

Cerdo: *Isospora suis*

Caballo: *E. leuckarti*

4. FAMILIA CRIPTOSPORIDAE

4.1. GENERALIDADES

Esta familia contiene dos géneros: *Epieimeria*, un parásito de peces, y *Cryptosporidium* que es parásito de numerosos vertebrados. Ambos se localizan en la superficie de las células epiteliales, principalmente del intestino.

Las últimas revisiones (Fayer y col., 1990) del género incluyen *Cryptosporidium* seis especies válidas: dos afectan a mamíferos (*Cryptosporidium parvum* y *C. muris*), dos a aves (*C. meleagridis* y *C. baileyi*), una a reptiles (*C. serpentis*) y otra a peces (*C. nasorum*).

4.2. MORFOLOGÍA Y LOCALIZACIÓN

El parásito se localiza en el interior de células epiteliales, en una vacuola parasitófora de situación extracitoplasmática. En mamíferos es habitualmente en el epitelio del aparato digestivo, en las porciones distales de intestino delgado, de yeyuno e ileon, aunque se han descrito otras localizaciones: intestino grueso, estómago, conductos biliares e hígado (hombre y équidos), conductos pancreáticos (hombre), etc. En aves se encuentra en aparato respiratorio, bolsa de Fabricio, aparato digestivo, riñón y vías urinarias, cavidad nasal, saco conjuntival y senos infraorbitarios.

Desde el punto de vista diagnóstico, lo más destacable de la morfología de *Cryptosporidium* son sus formas de resistencia. Los ooquistes que se eliminan con heces son de muy pequeño tamaño (4-8 μm) y contienen cuatro esporozoítos libres.

4.3. CICLO BIOLÓGICO

El ciclo biológico es directo y sigue el esquema general del resto de los coccidios, con las fases clásicas de merogonia, gametogonia y esporogonia en el interior del hospedador. Puede sintetizarse en seis etapas:

1.- **Exquistación de los esporozoítos:** Cuando el ooquiste esporulado es ingerido o inhalado por un hospedador adecuado.

2.- **Penetración y establecimiento en enterocitos:** Los esporozoítos liberados se sitúan entre las vellosidades de los enterocitos,

uniéndose a la célula por su extremo anterior y acaban siendo englobados por el enterocito en el interior de una vacuola parasitófora prominente en el borde apical de la célula. Dentro de la vacuola parasitófora, el esporozoíto se transforma en trofozoíto, esférico, con un núcleo prominente y un nucleolo bien diferenciado.

3.- **Merogonia:** El trofozoíto inicia una fase de reproducción asexual, la merogonia, que da lugar a merontes que al madurar originan merozoítos, los cuales una vez liberados invaden nuevos enterocitos donde pueden repetir el proceso.

4.- **Gametogonia:** Cuando los merozoítos liberados de su célula hospedadora penetran en nuevos enterocitos puede iniciarse una fase de diferenciación sexual con la formación de macro y microgametocitos.

5.- **Fecundación:** El microgameto, tras abandonar su célula hospedadora, se dirige a la que contiene el macrogameto, penetra en ella y se fusiona con el macrogameto, dando lugar al cigoto.

6.- **Esporogonia:** La formación de la pared del ooquiste y la esporulación tienen lugar en la misma célula hospedadora y conlleva a la formación de 4 esporozoítos desnudos y un cuerpo residual. Se distinguen 2 tipos de ooquistes: de pared gruesa (80% del total) con una cubierta de doble capa; salen al exterior con las heces y son los responsables de la continuación del ciclo en otros hospedadores y de la transmisión de la enfermedad. Por el contrario, los de pared fina (20%) sin cubierta protectora, sólo con la membrana propia del ooquiste, liberan muy rápidamente los esporozoítos que reinician un ciclo endógeno dando lugar a una autoinfección.

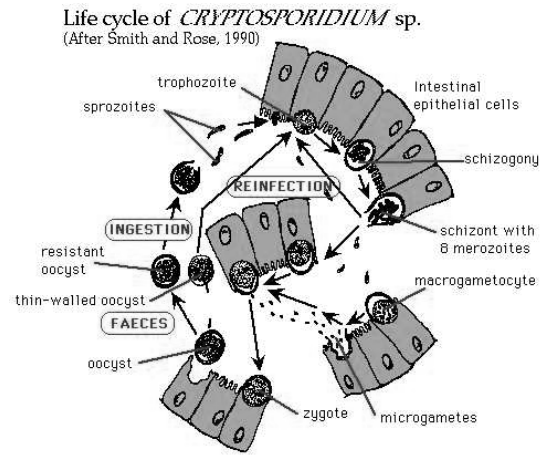


Fig. 4. Esquema del ciclo biológico de *Cryptosporidium* spp.