

## ГЛАВА 3.9.5.

### ЦИСТИЦИРКОЗ\*<sup>1</sup>

#### РЕЗЮМЕ

**Определение и описание заболевания:** Цистициркоз у сельскохозяйственных и диких животных вызывают личинки (плероцеркоиды) цистод, принадлежащих к семейству Taeniidae (ленточные черви), взрослые стадии которых обнаруживаются в кишечнике людей, собак или диких представителей семейства Canidae (собачьи). Цистициркоз крупного рогатого скота (главным образом в мышцах) и цистициркоз свиней (главным образом, в мышцах, центральной нервной системе [ЦНС] и печени) вызывают плероцеркоиды (цистицерки) поражающих человека цистод *Taenia saginata* и *T. solium*, соответственно. Цистицерки *T. solium* развиваются также в ЦНС и мускулатуре человека. *Taenia asiatica* является менее распространенной причиной цистициркоза свиней, цисты этого паразита обнаруживаются в печени и внутренних органов, и взрослый ленточный червь поражает человека. *T. ovis*, *T. multiceps* и *T. Hydatigena* вызывают цистициркоз и ценуроз овец и коз и в некоторых случаях крупного рогатого скота, цисты этих паразитов обнаруживают в мускулатуре, головном мозге, печени или брюшной полости, а взрослые черви – в кишечнике собак и диких представителей семейства собачьих.

Большинство инфекций, вызванных взрослыми особями и личинками ленточных червей, не сопровождаются проявлениями заболевания. Исключениями являются тяжелый, потенциально фатальный нейроцистициркоз (НЦЦ) человека, вызываемый *T. solium*, и в некоторых случаях нейроценуроз, вызываемый *T. multiceps* у человека. Эти паразиты также иногда становятся причиной признаков со стороны мускулатуры и глаз у человека. При «вертячке», вызванной *T. multiceps* у жвачных животных, может потребоваться хирургическое вмешательство или забой животного. Острый ценуроз, вызванный *T. multiceps*, и цистициркоз, вызванный *T. hydatigena* у овец и коз встречаются редко, но могут быть фатальными. Цистициркоз вызывает экономические потери, связанные с браковкой зараженного мяса и внутренностей.

**Идентификация возбудителя болезни:** Взрослые ленточные черви *Taenia* дорсовентрально уплощенные, сегментированные, крупные черви длиной от 20–50 см (виды, поражающие собак) до нескольких метров (виды, поражающие человека). На переднем конце тела имеется сколекс (головка) с четырьмя мышечными присосками и может присутствовать хоботок, часто снабженный крючочками, длина и количество которых является относительной характеристикой вида. За сколексом расположена шейка, после которой находятся незрелые и затем зрелые репродуктивные сегменты и в

---

<sup>1</sup> Хотя некоторые заболевания, вызываемые паразитами семейства Taeniidae, включены в разделы Перечня МЭБ, посвященного отдельным видам, в данной главе рассмотрены несколько видов, т.е. представлено более широкое описание.

конце тела сегменты, наполненные оплодотворенными яйцами. Структура сегмента может помочь при идентификации вида паразита, хотя такой подход и ненадежен. Принадлежность взрослых *Taenia* устанавливаются при вскрытии либо при выходе сегментов или яиц с калом. Различить виды *Taenia* по структуре яиц невозможно. Плероцеркоиды представляют собой заполненный жидкостью пузырчатый глист-финна с одним или несколькими инвагинированными протосколеками. Каждая такая финна находится внутри цисты, стенка которой является зоной взаимодействия между паразитом и хозяином. Эта структура является циститерком или ценуром. При вскрытии и при экспертизе мяса плероцеркоиды видны невооруженным глазом, но легкие инвазии часто остаются незамеченными. Для диагностики НЦЦ могут применяться методы визуализации.

**Иммунологические методы:** Инфекции у человека взрослым *Taenia* можно диагностировать при обнаружении в кале копроантигена *Taenia* методом твердофазного иммуноферментного анализа с антигенной ловушкой (твердофазный ИФА-АГ), но этот метод не позволяет различать виды. В продажу поступает коммерческий набор для обнаружения циркулирующего антигена паразита в сыворотке крупного рогатого скота, свиньи или человека с цистицирkozом, вызванным *T. saginata* или *T. solium* цистицирkoz. Видоспецифичные методики на основе ДНК по-прежнему имеют лишь экспериментальное применение.

**Серологические реакции:** В настоящее время методы обнаружения антител в сыворотке используются для диагностики цистицирkoза у животных лишь в эпидемиологических целях. Существуют методы серологической диагностики НЦЦ у человека.

**Требования к вакцинам:** Идентифицированы отличные вакцинные антигены для плероцеркоидов, но не для взрослых стадий *T. ovis*, *T. multiceps*, *T. saginata* и *T. solium*. В Новой Зеландии зарегистрирована вакцина против *T. ovis*, однако она не поступает в продажу. Проводится работа в направлении регистрации и коммерческой доступности вакцины против *T. solium*. В условиях естественного заражения свиней продемонстрирована высокая эффективность вакцинации в сочетании с лечением оксфендазолом (OFZ), применявшихся для экспериментального контроля в условиях естественного заражения свиней.

## А. ВВЕДЕНИЕ

Плероцеркоиды (или личинки цистод) ленточных червей *Taenia* вызывают цистицирkoz у разнообразных сельскохозяйственных и диких животных и человека. Взрослые лентецы обитают в тонком кишечнике плотоядных животных: человека, собак и диких представителей семейства собачьих. Поражающий человека *Taenia saginata* вызывает цистицирkoz у крупного рогатого скота практически во всех странах мира, но в особенности в странах Африки, Латинской Америки, Кавказа, Южной/Центральной Азии и странах Восточного Средиземноморья. Инфекция наблюдается во многих странах Европы и периодически в США, Канаде, Австралии и Новой Зеландии. Поражающий человека *Taenia solium* вызывает цистицирkoz у свиней и нейроцистицирkoz (НЦЦ) у человека. Этот паразит встречается, главным образом, в Мексике, Центральной и Южной Америке,

странах Африки южнее Сахары, неисламских странах Азии, включая Индию и Китай, в регионах с плохими санитарными условиями и находящимися на свободном выпасе и питающимися отбросами и падалью свиньями. В Юго-Восточной Азии, личинки вызывающей цистицирроз у человека *T. asiatica* обитают в печени свиней. Собаки и дикие представители семейства собачьих являются окончательными хозяевами плероцеркоид, развивающихся в мышцах овец, коз и других жвачных животных в большинстве стран мира, хотя вид *T. multiceps* исчез из США, Австралии и Новой Зеландии. Вид *Taenia ovis* встречается в мышцах овцы, *T. multiceps* – в головном мозге (иногда в мышцах) овец, коз и в некоторых случаях других жвачных животных и редко человека, и *T. hydatigena* обнаружен в брюшной полости и печени жвачных животных и свиней. Обычно диагностика заражения животных основана на идентификации плероцеркоида при экспертизе мяса или вскрытии. Окончательные хозяева взрослых особей заражаются при употреблении в пищу не прошедшего достаточную термическую обработку или замораживание мяса или внутренностей с жизнеспособными плероцеркоидами.

Взрослые ленточные черви выделяют сегменты тела с оплодотворенными яйцами. Приблизительно половина содержащихся в этих сегментах яиц через место разрыва сегменте попадали в фекальные массы. Приблизительно 50% сегментов *T. saginata* и тениид, поражающих животных семейства собачьих, затем спонтанно мигрируют из ануса и выпадают на почву, остальные сегменты выходят с калом. Сегменты мигрируют, распространяя большую часть оставшихся в них яиц на почву и растительность или экскременты, соответственно. Яйца могут распространяться из экскрементов физическими способами или через промежуточных хозяев. В частности, мухи поедают и переносят эти яйца, поэтому яйца находятся с высокой плотностью в радиусе 150 м от экскрементов и с низкой плотностью на расстоянии 10 км от экскрементов (Lawson & Gemmell, 1990). Однако сегменты *Taenia solium* часто выходят цепочками, и для их распространения мухи не важны. Яйца являются заразными сразу после выхода из хозяина. Животные заражаются, употребляя пищу или воду, загрязненные клейкими яйцами, или в результате попадания внутрь сегментов тела гельминтов или экскрементов, содержащих яйца. Возможно, свиньи могут приобретать *T. solium* в результате копрофагии экскрементов свиней, проглотивших сегменты гельминта. Люди могут заразиться *T. solium* в результате попадания внутрь яиц, находившихся на овощах, в воде и т.д., загрязненных экскрементами, либо в результате употребления продуктов, загрязненных в результате контакта с грязными руками, в результате фекально-оральной передачи или ретроперистальтики и выведения паразитов из яиц внутри организма. В некоторых кластерах заболевания переносчиком является человек. Рутинная диагностика тениоза по-прежнему основана, главным образом, на морфологии взрослого ленточного червя и присутствии яиц или сегментов в фекалиях инфицированных окончательных хозяев.

Применительно к заражению человека виды *Taenia* отнесены ко 2 группе риска, и при обращении с ними необходимо соблюдать надлежащие меры безопасности, описанные в главе 1.1.4 *Биобезопасность и биосохранность: Стандарты управления биологическим риском в ветеринарной лаборатории и помещениях для содержания животных.*

Необходим анализ рисков для определения мер биоизоляции, в соответствии с описанием в главе 1.1.4.

## В. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

### 1. Идентификация возбудителя болезни

#### 1.1. *Taenia saginata* (бычий цепень)

Продолжительность жизни крупной взрослой особи длиной 4–8 метров в тонком кишечнике человека, где обычно находится один гельминт, может составлять несколько лет. На сколексе (или головке) бычьего цепня отсутствуют хоботок, или крючки. Используемые для идентификации морфологические признаки перечислены в Таблице 1 (Khalil *et al.*, 1994; Loos-Frank, 2000; Soulsby, 1982; Verster, 1969). В сегментах с яйцами находится >14 ветвей матки. Обычно эти сегменты выводятся из хозяина по одному, и многие спонтанно мигрируют из ануса.

Яйца представляют собой типичные яйца тениид, которые невозможно отличить по морфологическим признакам от яиц других представителей семейства *Taenia* или *Echinococcus*. Диаметр яиц тениид составляет приблизительно 25–45 мкм, и в них находится онкосфера (или шестикрючный зародыш) с тремя парами крючков; имеется толстый, радиально-полосатый эмбриофор коричневого цвета, или состоящий из блоков «панцирь»; имеется наружная, овальная пленочная оболочка, истинная оболочка яйца, утрачиваемая яйцами в экскрементах.

Плероцеркоиды (*Cysticercus bovis*) *T. saginata* обычно встречаются в поперечной мускулатуре крупного рогатого скота (цистицирхоз КРС), но также буйволов и разнообразных представителей семейства оленьих (*Cervidae*). Жизнеспособные цисты имеют овальную форму, размер 0,5-1 × 0,5 см, заполнены жидкостью, полупрозрачные и с единственным сколексом, имеющим морфологическое сходство со сколексом взрослого ленточного червя. Цисты находятся в тонкой волокнистой капсуле, образуемой организмом-хозяином. Цисты обнаруживаются в печени, легких, почках, жировой клетчатке и других органах.

#### 1.2. *Taenia solium* (свиной цепень)

*Taenia solium*, как правило, меньше *T. saginata*; длина этого гельминта составляет от 1 до 5 метров; продолжительность жизни тоже короче: от нескольких месяцев до 1 года. На сколексе имеется вооруженный хоботок с двумя рядами крючков. В сегментах с яйцами находится <14 ветвей матки. Сегменты с оплодотворенными яйцами обычно не выходят из хозяина спонтанно, а лишь пассивно цепочками вместе с калом.

Плероцеркоиды (*C. cellulosae*) развиваются в мышцах и центральной нервной системе (ЦНС) свиней (цистицирхоз свиней), медведей и собак и в мышцах, подкожных тканях, ЦНС и в редких случаях в глазах человека. Цисты при визуальном осмотре сходны с цистами *T. saginata*. Личинки, как и взрослые особи, снабжены сколексом с хоботком и

крючками. В некоторых случаях цисты способны развиваться в имеющемся пространстве в цистернах головного мозга человека с образованием рацемозных цист поперечным размером 10 см и более, не имеющих сколекса.

**Таблица 1. Признаки, используемые для идентификации сколексов и сегментов гельминтов *Taenia*.**

Вид паразита	Количество крючков	Длина крючков (мкм)		Количество семенных крючков	Слои семенных крючков	Мешок цирруса продолжатся до продольных сосудов	Количество ветвей матки	
		Длинные крючки	Короткие крючки					
<i>T. hydatigena</i>	28-36 (26-44)	191-218 (170-235)	118-143 (110-168)	600-700	1	Да	6-10, подвергающихся делению	Доли яичника неравного размера. Отсутствие вагинального сфинктера. Семенники продолжают до желточника, но не сливаются за ним.
<i>T. ovis</i>	30-34 (24-38)	170-191 (131-202)	111-127 (89-157)	350-750	1	Нет	11-20, подвергающихся делению	Доли яичника неравного размера. Хорошо развитый вагинальный сфинктер. Семенники продолжают до заднего края яичника.
<i>T. multiceps</i>	22-30 (20-34)	157-177 (120-190)	98-136 (73-160)	284-388	2	Да	14-20, подвергающихся делению	Доли яичника одинакового размера. Мышечный валик на передней вагинальной стенке. Семенники продолжают до желточника, но не сливаются за ним.
<i>T. saginata</i>	- Хоботок отсутствует	-	-	765-1200	1	Нет	14-32, подвергающихся делению  Отношение маточных крыльев к ветвям 2:3	Доли яичника неравного размера. Небольшой, хорошо развитый вагинальный сфинктер. Семенники продолжают до желточника, но не сливаются

								за ним.
<i>T. solium</i>	22-36	139-200	93-159	375-575	1	Да	7-14, подвергающихся делению	Доли яичника неравного размера с небольшой дополнительной долей. Отсутствие вагинального сфинктера. Семенники сливаются позади желточника.
<i>T. asiatica</i>	Редуцированные крючки с небольшой м хоботком	-	-	868-904		Нет	16-32, подвергающихся делению	Яичник, вагинальный сфинктер и протяженность семенников, как у <i>T. saginata</i> . Задний бугорок на некоторых сегментах с оплодотворенными яйцами.

### 1.3. *Taenia asiatica* (азиатский цепень)

Вид близкородственный, но генетически отличный от *T. saginata*, у взрослых гельминтов, развивающихся в организме человека, имеются яичник, мышечный вагинальный сфинктер и мешок цирруса, сходные с *T. saginata*, но у *T. asiatica* имеется небольшой хоботок и задние бугорки на некоторых сегментах по 16–32 маточных почки с 57–99 маточными крыльями с одной стороны. Сегменты выходят из хозяина по одному и часто спонтанно.

Плероцеркоиды (*C. viscerotropica*) небольшие, размером приблизительно 2 мм, с хоботком и двумя рядами примитивных крючков; крючки в наружном ряду многочисленные и мелкие. Эти гельминты обнаруживаются главным образом в паренхиме и на поверхности печени домашних и диких свиней; могут присутствовать на брыжейке; в редких случаях встречаются у крупного рогатого скота, коз и обезьян.

### 1.4. *Taenia ovis* (овечий лентец)

Взрослые особи развиваются в кишечнике собак и диких представителей семейства собачьих, достигают 1–2 метров в длину и имеют вооруженный хоботок; количество и размер крючков могут облегчить отличить этот вид от *Taenia*. (Таблица 1). Плероцеркоиды (*C. ovis*), обнаруживаемые в мускулатуре (скелетной и сердечной) овец и реже коз достигают размера 0,5–1,0 × 0,5 см. Похожий паразит (*T. ovis krabbei*) развивается у диких и домашних представителей семейства собачьих и в мышцах оленей и северных оленей в северных регионах.

### 1.5. *Taenia hydatigena*

Взрослые особи длиной до 1 м и более обнаружены в кишечнике собаки и диких представителей семейства собачьих; имеют вооруженный хоботок (Таблица 1).

Плерицеркоиды (*C. tenuicollis*) могут быть крупными, от 1 см до 6–7 см, сколекс с длинной шейкой. Плерицеркоиды закрепляются на сальнике, брыжейке, в некоторых случаях выступают из-под поверхности печени, чаще всего, овец, но также других домашних и диких видов жвачных животных и свиней. В северных широтах встречается цикл, включающий волка и северного оленя/оленья; в этом случае плерицеркоиды обнаруживаются в печени промежуточного хозяина; окончательными хозяевами являются виды семейства собачьих.

### **1.6. *Taenia multiceps* (мозговик овечий)**

Взрослые особи длиной до 1 метра развиваются в кишечнике животных семейства собачьих, имеют вооруженный хоботок (Таблица 1). Плерицеркоиды (*Coenurus cerebralis*) представляют собой крупные, заполненные белой жидкостью цисты, которые могут иметь до нескольких сотен сколексов, инвагинированных на стенке кластерами. Ценуры вырастают до 5 и более сантиметров в головном мозге овец, головном мозге и межмышечных тканях коз, и головном мозге крупного рогатого скота, диких жвачных животных и в некоторых случаях человека. Цисты вызывают у овец неврологические симптомы, называемые также «вертячкой».

### **1.7. Диагностика взрослых паразитов у людей или плотоядных животных семейства собачьих**

Со всеми полученными у человека паразитами или фекальным материалом с подозрением на инфекцию *T. solium* необходимо обращаться с соблюдением необходимых мер безопасности, чтобы не допустить случайного инфицирования яйцами. *Taenia multiceps* и *Echinococcus* тоже могут заразить человека, и в связи с невозможностью дифференцировать яйца таенид на уровне вида или рода, в эндемичных районах следует соблюдать такие же меры безопасности. Помимо *Taenia*, человек и плотоядные представители семейства собачьих могут быть инфицированы также *Diphyllobothrium* и *Hymenolepis*, тогда как представители шести других родов цистод у человека встречаются лишь изредка. Эти роды описаны в публикации Lloyd (2011), и их можно отличить от *Taenia* по морфологии яиц/проглоттидов. Однако недавно у ребенка был обнаружен *T. taeniaeformis*, яйца которого морфологически неотличимы от яиц таенид. У животных семейства собачьих яйца *Echinococcus* невозможно отличить от яиц *Taenia*, но присутствие первых можно определить по размеру ленточного червя и методом эхинококк-специфичного иммуноферментного твердофазного анализа с антигенной ловушкой (твердофазный ИФА-АГ). У других червей-возбудителей инфекции у собачьих, *Dipylidium*, *Diplopylidium*, *Mesocestoides* и *Diphyllobothrium*, яйца и проглоттиды имеют морфологические отличия (Lloyd, 2011; Soulsby, 1982).

Взрослых цистод можно изгнать из организма человека с помощью антигельминтного средства с последующим введением солевого слабительного средства, и их идентификация основана на морфологии сколекса и проглоттидов. В Мексике использование средства для самостоятельного обнаружения паразитов (Flisser *et al.*, 2011); персоналу медицинских центров выдавали бутылки с законсервированными сегментами ленточных червей и

перечень вопросов, которые следовало задать пациентам для идентификации носителей. У животных использовали ареколиновое слабительное средство с последующей морфологической идентификацией вышедших ленточных червей. Ареколин более не употребляется в качестве противогельминтного средства, но может быть приобретен у поставщиков химикатов. Поскольку ареколин вызывает побочные эффекты, старым, ослабленным и беременным животным ареколин не назначают. Слабительный эффект ареколина в дозе 4 мг/кг достигается через 30 минут при условии воздержания от пищи в течение нескольких часов (т.е. при назначении животным натоцак). В трудно поддающихся лечению случаях прогулка и массаж живота или клизма в случае запора у собак могут позволить избежать назначения второй дозы (2 мг/кг), которую приходится назначать лишь относительно редко. К счастью, применительно к идентификации *Echinococcus* ареколиновое слабительно быстро уступает место твердофазному ИФА копроантигена и, возможно, такое же будущее ожидает и *Taenia*, выходящих наружу после антигельминтного лечения ленточных червей необходимо надлежащим образом утилизировать.

Существует описание диагностики всех видов *Taenia*, являющихся возбудителями инфекции у человека и животных, с указанием их хозяев и географического распределения (Verster, 1969; Loos-Frank, 2000). Существует также описание ключей для идентификации описаны в публикации (Khalil *et al.*, 1994). В наличии также есть описание предлагаемых методов фиксации, заливки в парафин, приготовления срезов и окрашивания проглоттид (Loos-Frank, 2000). После релаксации в воде можно переходить к непосредственной окраске червей, хотя небольших червей следует на несколько минут зафиксировать в этаноле. Другим вариантом является фиксация и хранение червей в 70% этаноле, содержащем 10% молочной кислоты, при этом сколекс и червя хранят отдельно. Хоботок, крючки и присоски сколексов или протосколексов следует срезать и зафиксировать *en face* в растворе Берлезе (приготовленном посредством растворения 15 г аравийской камеди в 20 смл дистиллированной воды с добавлением 10 мл глюкозного сиропа и 5 мл уксусной кислоты; с последующим насыщением полученного раствора хлоральгидрата, добавленного до 100 г). Для окрашивания используют молочнокислый кармин: 0,3 г кармина растворяют в смеси из 42 мл молочной кислоты и 58 мл дистиллированной воды при температуре кипения, после охлаждения добавляют 5 мл 5% раствора хлорида железа ( $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ); этот раствор может быть использован неоднократно для обновления более старых растворов. Образцы погружают в залитый во флакон краситель и оставляют в красителе на несколько минут для проникновения красителя в ткани. Затем образцы промывают 1-дневной водопроводной водой до голубой окраски. После этого образцы фиксируют 50–70% этанолом и подвергают обезвоживанию при слабом давлении пластиковой пленки, обеспечивающей сохранение плоской формы сегментов. В качестве осветлителя используют метиловый эфир салициловой кислоты.

При отделении сегментов от заднего отдела тела червя часть яиц выходят в просвет кишечника и могут быть обнаружены в кале. Приблизительно 50% сегментов *T. saginata*, *T. asiatica* и вызывающих инфекции у собак *Taenia* способны спонтанно мигрировать из ануса и могут быть при этом с высокой вероятностью замечены (>95% в случае *T. saginata*).



При миграции сегментов клейкие яйца откладываются в перианальной области и могут быть обнаружены при обследовании с использованием липкой ленты. Эти признаки значительно менее вероятны для *T. solium*. Сегменты всех трех видов паразитов могут быть обнаружены в кале, но они выходят прерывисто. Яйца выделяются в фекальную массу, но из мигрирующих сегментов после выпадения из ануса приблизительно половина яиц выделяется и откладывается цепочкой (или поедается мухами) на поверхности фекалий и окружающей поверхности и на земле. Даже если из сегмента выпали все яйца, такой сегмент можно идентифицировать, потому что в тканях цистод имеются многочисленные концентрические известковые гранулы. После перемешивания, необходимого для того, чтобы снизить слипание, фекалии могут быть исследованы на присутствие яиц. В разных странах мира применяются разные методы, включающие экстракцию этилацетатом и флотационный метод. В отношении второго из них: в качестве среды для флотации яиц тениид предпочтительно использовать раствор  $\text{NaNO}_3$  или сахарный раствор Шизера (500 г сахара, 6,6 мл фенола, 360 мл воды), имеющие более высокую плотность по сравнению с насыщенным раствором  $\text{NaCl}$ . Флотация может быть выполнена в коммерческих камерах для качественной или количественной флотации, или посредством центробежной флотации, включающей модифицированную методику Висконсин (разбавленные водой фекалии просеивают и центрифугируют, осадок ресуспендируют в сахарном растворе или растворе Шизера и центрифугируют при 300 g в течение 4 минут). После этого можно обнаружить яйца, прилипшие к покровному стеклу. В отношении *T. solium* метод исследования яиц в фекалиях менее чувствителен, чем в отношении других видов. Определить виды по морфологии яиц невозможно. Окрашивание по Цилю-Нильсену, используемое для кислотоупорных бактерий, позволяет отличить яйца *T. saginata* от яиц *T. solium*, поскольку обладающий исчерченностью эмбриофор *T. saginata* является кислотоупорным (окрашивается в красный цвет), тогда как эмбриофор *T. solium* не является кислотоупорным (Cheesbrough (2005; 2006). Для различения видовой принадлежности показана хорошо зарекомендовали себя методы ДНК-зондов, полимеразной цепной реакции (ПЦР) и ПЦР-ПДРФ (полиморфизма длин рестрикционных фрагментов), хотя эти методы наиболее широко применяются для различения яиц *T. solium*, *T. saginata* и *T. asiatica* в фекальных образцах (Gasser & Chilton, 1995; Gonzalez *et al.*, 2004). Хотя эти методы в равной степени могут применяться для различения яиц гельминтов у собак, подобные исследования *Taenia* не проводились.

Компания Cestode Diagnostics при Салфордском университете<sup>2</sup> выпускает диагностические наборы для обнаружения копроантигена *Taenia* методом твердофазного ИФА-АГ; этот метод может быть освоен самостоятельно при наличии оборудованной лаборатории (Allan *et al.*, 1992). Этот метод твердофазного ИФА-АГ был разработан в экспериментальных условиях для обнаружения копроантигена у собак, и при наличии надлежащих

---

<sup>2</sup> Информацию о наличии диагностических наборов для обнаружения копроантигена *Taenia* методом твердофазного ИФА-АГ в эпидемиологических исследованиях или потенциального использования можно получить у профессора P.S.Craig, референтного эксперта МЭБ по эхинококкозу (см. Таблицу, приведенную в части 4 настоящего Руководства по диагностическим тестам и вакцинам для наземных животных).

контрольных образцов может применяться для обнаружения инфекции гельминтами *Taenia* у этого вида животных (Allan *et al.*, 1992). Однако данная методика обладает специфичностью только в отношении рода *Taenia*. Этот твердофазный анализ проводится в лунках микропланшета, покрытых поликлональными антителами кролика, специфичными к *Taenia* (TSA). Базовая методика описана ниже.

### 1.7.1. Методика

i) Получают надосадочную жидкость от свежих, замороженных или обработанных формалином (5% формалином при 4°C) фекальных образцов. Образец энергично встряхивают в 0,15 М с фосфатно-солевым буферным растворе (ФСБ), содержащем 0,3% Твина 30, чтобы получить взвесь с однородным распределением массы в объеме. Надосадочную жидкость получают в результате центрифугирования взвеси при 2000 g в течение 30 минут.

ii) После эмульгирования в растворе ФСБ и центрифугирования получают растворимый водный экстракт проглоттидов *Taenia*, не содержащих оплодотворенных яиц.

iii) Получают гипериммунную кроличью антисыворотку против растворимого экстракта проглоттидов, выделяют фракцию иммуноглобулина G посредством переноса и элюции антисыворотки на колонке с сорбентом Protein A-Sepharose CL 4B. Часть фракции иммуноглобулина G используют для получения конъюгата с пероксидазой типа VI. После этого сыворотку разливают на аликвоты малого объема и хранят в замороженном состоянии при -20°C. Может потребоваться абсорбировать сыворотку на концентрате фекалий здоровой собаки в соотношении 2/1 посредством перемешивания в течение 1 часа и извлечения методом центрифугирования.

iv) Лунки плоскодонных микропланшетов для титрования покрывают кроличьими антителами иммуноглобулина G против иммуноглобулина G *Taenia* (содержание белка 5–25 мкг/мл определяют методом УФ-спектрофотометрии), внося в каждую лунку по 100 мкл антител; антисыворотку разбавляют буферным раствором 0,05 М NaHCO<sub>3</sub>/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, pH 9,6. Планшеты инкубируют в течение ночи при 4°C, лунки трехкратно промывают раствором ФСБ, содержащим 0,1% Твина, блокируют на 1 час раствором ФСБ, содержащим 0,1% Твина, и повторно промывают. В лунки добавляют по 100 мкл надосадочной жидкости с фекалий, содержащей 50% фетальной телячьей сыворотки, планшеты инкубируют в течение 1 часа и затем трижды промывают. В лунки вносят по 100 мкл пероксидазы, конъюгированной с иммуноглобулином G против иммуноглобулина G *Taenia* (разбавленной 1/100 или 1/200), планшеты инкубируют в течение 1 часа и затем трижды промывают. Добавляют раствор субстрата (100 мкл 5-аминосалициловой кислоты и 0,005% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> в 0,1 М фосфатном буферном растворе, содержащем 1 мМ Na<sub>2</sub>EDTA [этилендиаминтетрауксусной кислоты] при pH 6,0), выдерживают в течение 25 минут и регистрируют результаты при длине волны спектрофотометра 450 нм. Пороговыми значениями являются средние значения, полученные для фекального образца здоровой собаки плюс 3 среднеквадратичных отклонения.

### 1.8. Диагностика плероцеркоидов

Плерицеркоиды *Taenia solium* или *T. saginata* могут быть обнаружены при пальпации языка, но как в случае живого животного, так и при вскрытии или экспертизе мяса пальпация языка имеет диагностическую ценность только при большом количестве плерицеркоидов в организме свиньи или коровы; кроме того, плерицеркоиды сложно отличить от крупных саркоцист.

### 1.8.1. Экспертиза мяса – основная диагностическая процедура

При визуальном осмотре плерицеркоиды представляют собой очень мелкие цисты размером около 1 мм, но для обнаружения этих цист требуется получить тонкие срезы ткани в лаборатории. Многие молодые цисты окружены слоем или капсулой из клеток воспаления (одноядерными клетками и эозинофилами, хорошо различимыми при гистологическом исследовании). Способность паразитов ускользать от иммунологического надзора означает, что на более поздних стадиях инфекции, при созревании цисты, рядом с ней присутствуют лишь немногочисленные клетки воспаления, и цистицерка в межмышечном пространстве окружена капсулой из тонкой волокнистой ткани.

Теоретически цисты можно увидеть или нащупать в тканях, например, в языке животных с высоким уровнем заражения, уже через 2 недели после заражения. На 6-й неделе после заражения цисты становятся хорошо заметными, зрелые цисты обычно овальные, размером приблизительно  $10 \times 5$  мм или крупнее, с тонкой полупрозрачной мембраной и капсулой из тканей хозяина. Бледная жидкость внутри цисты и сколекса, которая выглядит как белая точка внутри цисты, обычно подвергается инвагинации на половине пути вдоль длинной оси цисты.

При экспертизе мяса многие обнаруженные цисты, часто 85–100%, оказываются мертвыми. Скорость старения и гибели цист, и тем самым скорость дегенерации цист, варьирует в зависимости от вида паразита и ткани, в которую погружена циста и также, возможно от возраста хозяина при заражении. В целом, цисты быстрее погибают в предпочитаемой паразитом мышечной ткани, например, сердце. Преимущественное распределение паразитов на этих участках может объясняться более интенсивным кровотоком в этих тканях. И наоборот, более высокая активность в этих мышцах может приводить к повреждению паразита, сопровождающемуся истечением жидкости и, возможно, нарушением способности гельминтов к ускользанию из-под иммунологического надзора хозяина. У одного хозяина можно обнаружить цисты, находящиеся на разных стадиях жизнеспособности и дегенерации. Гибель в скелетных мышцах может произойти через 2 месяца после заражения *T. saginata* взрослого крупного рогатого скота, но цисты могут также оставаться жизнеспособными в течение нескольких лет. Описано также длительное сохранение жизнеспособности цист *T. hydatigena* в брюшной полости овец и цист *T. solium* в организме свиньи. Цисты *Taenia solium* остаются живыми в головном мозге в течение многих лет, и симптомы инфекции часто возникают только в начале дегенерации цисты.

Внешний вид дегенерирующих цист варьирует. Выраженная инфильтрация эозинофилами, макрофагами, лимфоцитами и отложение коллагена приводит к утолщению капсулы, которая становится матовой, но первоначально циста по-прежнему выглядит нормально. Постепенно жидкость становится коллоидной, и происходит инфильтрация клетками

воспаления. Полость цисты заполняется зеленоватым (эозинофильным) и затем желтым казеозным материалом и выглядит очень неэстетично; обычно такая циста крупнее и заметнее в мясе, чем жизнеспособная циста. Позднее возможно обызвествление цисты. В тех случаях, когда необходимо отличить очень молодые (без сколекса) или дегенеративные кисты от других поражений, выполняют сжатие цисты, получение мазков казеозного содержимого и гистологическое исследование с окрашиванием срезов гематоксилином и эозином. При микроскопическом исследовании могут быть обнаружены известковые гранулы (концентрические включения солей размером около 5–10 мкм). Эти включения указывают на поражение ткани цистодами. Идентификации вида цистод может способствовать присутствие крючков и их длина наряду с информацией о хозяине и ткани. При проведении эксперимента иммуногистохимическое окрашивание позволяет отличить цисты *T. saginata* от структур, не имеющих отношения к паразитам *Taenia*. Для обнаружения нового вида цистод у определенного вида-хозяина или в определенном географическом регионе, где паразит исторически отсутствовал, было бы полезным использовать метод ПЦР, но этот метод пока находится на стадии экспериментальной разработки. В одном исследовании методом ПЦР обнаружено лишь 50% дегенеративных цист, предположительно, *T. saginata* (Abuseir *et al.*, 2006), тогда как с использованием разных праймеров было идентифицировано 80% обызвествленных поражений (Eichenberger *et al.*, 2011).

После лечения крупного рогатого скота и свиней, инфицированного *T. saginata* и *T. Solium*, лекарственными препаратами, например, альбендазолом и оксфендазолом, возможна утрата цистами жидкости и спадение цист. В результате циста становится меньше, чем поражения, наблюдаемые после естественной гибели цисты, но для их разрешения может потребоваться 3–6 месяцев. Однако цисты, погибшие до лечения животного, будут оставаться крупными и видимыми.

Процедуры экспертизы мяса варьируют в зависимости от паразита, т.е. в зависимости от того, является ли заболевание зоонозным, и также от хозяина, зараженной ткани и действующих в стране предписаний. При зоонозных инфекциях, вызванных *T. saginata* и *T. solium*, проводят более экстенсивное исследование.

В целом, процедуры экспертизы мяса включают:

- i) Осмотр туши, поверхностей срезов туши и органов внутри туши. При осмотре можно обнаружить цисты *T. saginata*, *T. solium* и *T. ovis* в мышцах, *T. hydatigena* на печени или сальнике, или *T. multiceps* в головном мозге.
- ii) После этого изучают все жевательные и крыловидные мышцы, делают 1–2 разреза в каждой мышце, таким образом, чтобы срезы были параллельны кости и проходили перпендикулярно мышце.
- iii) Отделенный язык изучают визуально и пальпаторно, в особенности, при подозрении на заражение *T. solium*.
- iv) Осматривают перикард и сердце. Обычно делают один разрез сердца по длине через левый желудочек и межжелудочковую перегородку, для того чтобы иметь возможность

осмотра сердца и поверхности срезов изнутри. Разрезы могут продолжаться от основания до верхушки сердца, и действующие предписания могут потребовать дополнительного выполнения, возможно, четырех глубоких разрезов левого желудочка. Альтернативно, возможно изучение сердца снаружи и затем изнутри после разреза по межжелудочковой перегородке и выворота.

v) После удаления брюшины осматривают мышцы диафрагмы и, возможно, выполняют разрезы диафрагмы.

vi) Осматривают пищевод.

vii) В некоторых странах выполняют разрез трехглавой мышцы плеча у крупного рогатого скота приблизительно на 5 см выше локтя. Могут быть выполнены дополнительные разрезы локтя. Может быть выполнен разрез тонкой мышцы параллельно лобковому симфизу. Эти разрезы обычно выполняют свиньям при подозрении на заражение *T. solium*. Такие разрезы голени выполняют, в частности, в африканских странах, поскольку предполагается, что у рабочих или находящихся на удаленном выпасе животных, проходящих большие расстояния, на этих участках может находиться больше паразитов из-за повышенной физической нагрузки и, следовательно, повышенного притока крови к этим мышцам. В других странах может тоже потребоваться выполнение разрезов голени. Однако, поскольку такие разрезы приводят к снижению стоимости мяса, их выполняют чаще всего после обнаружения одной или нескольких цист в предпочитаемых паразитом участках тела, для того чтобы определить уровень заражения.

В целом, первый разрез любой ткани является наиболее важным, но в случае обнаружения цист при первом разрезе или в соответствии с действующими предписаниями могут потребоваться дополнительные разрезы. Существует описание повышения чувствительности экспертизы при выполнении многочисленных разрезов (Eichenberger *et al.*, 2013). В наличии есть подробная информация об экспертизе мяса (Herenda, 2000).

Для выявления определенных паразитов могут потребоваться дополнительные процедуры, либо сокращенный перечень процедур, и оценки туши, внутренних органов, потрохов и крови будут варьировать в зависимости от вида *Taenia* и действующих в стране предписаний. Оценка инфицированных туш будет относиться к одной из трех основных категорий: i) одобрить для употребления в пищу людьми; ii) частично забраковать и пропустить оставшуюся часть туши, но в случае зоонозов, вызванных *T. saginata* и *T. solium*, тушу, мясо и внутренние органы следует обработать; и iii) полностью забраковать туши с высоким уровнем заражения или туши болезненно истощенных животных.

### **1.8.2. Экспертиза мяса – дифференциация видов**

i) *Taenia saginata*

a) Предпочитаемые паразитом органы

Обычно исследования телят моложе 5 недель или с массой тела <32 кг не проводятся. Предпочитаемыми паразитом участки тела включают сердце, язык, жевательные мышцы и диафрагма, предположительно, поскольку эти органы характеризуются наиболее интенсивным кровотоком. Тем не менее, цисты могут быть обнаружены в любой мышце тела. Если обнаружено заражение одной туши в партии, следует задержать все туши из этой

партии до получения лабораторного подтверждения. В случае подтверждения инфекции, вызванной *T. saginata*, обычно делают дополнительные разрезы туш из этой партии, все подозрительные поражения в остальных тушах из этой партии считают вызванными *T. saginata* без лабораторного подтверждения. Может потребоваться различить поражения, вызванные *T. saginata*, от саркоцист *Sarcocystis* и поражений, имеющих другое происхождение. В проведенных в Германии, Швейцарии и Новой Зеландии исследованиях с использованием ПЦР было невозможно идентифицировать до 20% жизнеспособных цист, предположительно, *T. saginata*, это указывает возможное существование неидентифицированных цистод, инфицирующих крупный рогатый скот (Abuseir *et al.*, 2006).

b) Оценка

Если сделано заключение о высоком уровне заражения туши, то бракуют и мясо, и внутренние органы, и кровь. Описание высокого уровня заражения варьирует, но, в целом, это означает обнаружение цист в двух предпочитаемых паразитом органах, плюс в двух местах в ногах. В случае менее высокого уровня заражения удаляют и бракуют инфицированные части и окружающие их ткани. Обнаружение даже единственной мертвой цисты требует обработки туши и употребляемых в пищу внутренних органов, что вполне оправданно, поскольку при обвалке туш животных обнаруживается приблизительно 10% туш с высоким уровнем заражения мертвыми и жизнеспособными паразитами. Обработка варьирует в зависимости от страны и имеющихся технических средств и включает: i) замораживание при температуре ниже  $-10^{\circ}\text{C}$  на период от  $>10$  или 14 дней, или при температуре ниже  $-7^{\circ}\text{C}$  на 21 день; ii) замораживание ящиков с обваленным мясом при температуре ниже  $-10^{\circ}\text{C}$  на период  $>20$  дней; iii) термическую обработку всего объема туши при температуре выше  $60^{\circ}\text{C}$ ; iv) обработку паром при умеренном давлении ( $0,49 \text{ кг/см}^2$ ); v) прогревание при температуре  $95-100^{\circ}\text{C}$  в течение 30 минут; или vi) посол в солевом растворе в течение 21 дня при температуре  $8-12^{\circ}\text{C}$ . Как правило, сообщается о том, что для замораживания в интенсивном потоке холодного воздуха коробки с мясом массой 30 кг требуется 2 24-часовых цикла при температуре  $-30,9^{\circ}\text{C}$  последующим хранением при температуре  $-23,3^{\circ}\text{C}$  в течение 72 часов для гибели сколексов. Часто экспорт обработанного мяса не допускается, хотя в некоторых странах допускается экспорт обработанного мяса в форме консервов.

ii) *Taenia solium*

a) Предпочитаемые паразитом органы

Предпочитаемые паразитом органы совпадают с перечисленными для *T. saginata*, хотя имеются сообщения о более высокой зараженности лопаточной и бедренной части туши. Обычно требуется сделать один или несколько разрезов на 2,5 см выше локтевого сустава. Это позволяет обнаружить около 13% зараженных туш, которые иначе были бы пропущены.

b) Оценка

В некоторых странах бракууют всех инфицированных свиней, включая внутренние органы и кровь, как при высоком, так и при низком уровне заражения. В областях, где данная инфекция широко распространена, туши с низким уровнем заражения могут быть пропущены для термообработки или засолки и в некоторых случаях замораживания.

iii) *Taenia asiatica*

a) Предпочитаемые паразитом органы

Обнаружение осложняется малым размером цист, кроме туш с высоким уровнем заражения.

b) Оценка: Браковка печени.

iv) *Taenia hydatigena*

a) Предпочитаемые паразитом органы

Мигрирующий в печень паразит оставляет за собой видимую геморрагическую траекторию перемещения, которая затем в результате воспаления становится зеленой/коричневой и позднее белой вследствие фиброза. Изучая такие следы необходимо отличать их от следов, оставленных печеночным сосальщиком, по возможности, посредством идентификации цистицеркоза или взрослых печеночных сосальщиков. Следы *Taenia hydatigena* отличимы от белых пятен, наблюдаемых при заражении паразитами *Ascaris*, которые имеют вид небольших изолированных очагов от бледного до белого цвета. Некоторые цисты задерживаются под капсулой печени. Такие цисты обычно отличаются малым размером и ранней дегенерацией с последующим обызвествлением с образованием поражений, похожих на цветную капусту. Цисты, удержавшиеся на поверхности печени, обычно занимают поверхностное и субсерозное положение, тогда как большинство гидатидных цист *Echinococcus granulosus* находятся в более глубоких слоях паренхимы. В тканях сальника или брыжеечном жире обычно находятся зрелые цисты *Taenia hydatigena*. Жизнеспособная циста *T. hydatigena* обычно имеет один сколекс с длинной шейкой, который находится в практически прозрачной жидкости цисты. У фертильных гидатидных цист *Echinococcus* обычно более толстые стенки, и могут присутствовать многочисленные кровяные капсулы, содержащие протосколексы; они похожи на отложения беловато-песочного цвета внутри цист. Различение этих паразитов может быть важной задачей для мониторинга и осуществления мер по борьбе с эхинококкозом, в связи с чем может потребоваться гистологическое исследование. На срезах, окрашенным гематоксилином и эозином, будет заметна слоистая мембрана очень молодых гидатидных цист (Lloyd *et al.*, 1991). Присутствие или отсутствие этих циста может быть подтверждено окрашиванием реактивом Шиффа, в результате которого высоко гликозилированные белки слоистой мембраны окрашиваются в красный цвет. Вызванные *Taenia hydatigena* поражения у крупного рогатого скота и свиней могут быть сходными с проявлениями туберкулеза. Однако воротные и брыжеечные лимфатические узлы не поражаются; содержимое цист паразита легче вылущить, и могут быть видны оставшиеся крючки и известковые гранулы, либо при окрашивании по Цилю-Нильсену могут быть обнаружены бактерии.

b) Оценка

Обычно обнаруживается небольшое количество цист или следов, которые следует вырезать. Печень и сальник с высоким уровнем заражения бракуют. В редких случаях наблюдаются острые инфекции, при которых многочисленные мигрирующие паразиты вызывают травматический гепатит, асцит, одышку и т.д., что должно привести к вторичной браковке туши.

v) *Taenia multiceps*

a) Предпочитаемые паразитом органы

Предпочитаемыми этими паразитами органами являются головной и спинной мозг. Мигрирующие на ранних стадиях паразиты могут оставить после себя геморрагическую и позднее серую гнойную траекторию перемещения в головном мозге, и при тяжелых инфекциях у овцы может развиваться менингоэнцефалит. Вызываемые зрелыми цистами клинические признаки могут быть связаны с компрессионной атрофией соседних нервных тканей и варьируют в зависимости от положения в головном мозге. Если цисты проникнут в полушария головного мозга, может произойти нарушение зрения или движения, и овца может постепенно утратить способность к питанию, что постепенно приведет к истощению животного. Проникновение цист в мозжечок может сопровождаться более острыми и тяжелыми признаками атаксии или опистотонуса. При тяжелых инфекциях паразиты мигрируют и начинают развиваться в других тканях, но быстро погибают. Этот вид вызывает появление небольших поражений размером около 1 мм, в которых сначала находится инкапсулированная циста, а затем эозинофильный казеозный материал, который позднее может обызвествиться.

b) Оценка

Вначале бракуют только голову или вырезают редкие цисты в межмышечной или подкожной тканях. При хронической инфекции животное может утратить способность питанию, в результате чего такое животное будет забраковано из-за истощения и т.д.

vi) *Taenia ovis*

a) Предпочитаемые паразитом органы

Предпочитаемые паразитом органы совпадают с перечисленными для *T. saginata*. Цисты можно спутать с крупными саркоцистами *Sarcocystis gigantea*.

b) Оценка

Как правило, при обнаружении до 2–5 цист пораженные участки зачищают, и тушу одобряют. Это не исключает присутствие неэстетичных живых или дегенеративных паразитов в других тканях. Изучается применение ультразвуковых и рентгеновских методов для обнаружения паразитов. Некоторые контролирующие органы могут потребовать выполнить обвалку, зачистку и заморозку или термообработку мяса. При тяжелом заражении тушу бракуют.



В целом, при процедурах экспертизы мяса обнаруживают лишь приблизительно 15–50% от числа фактически зараженных животных. Легкие инфекции можно легко пропустить при пальпаторном исследовании и экспертизе мяса – в одном исследовании инфекции, вызванной *T. saginata*, туши с обнаруженными >20 цистами составили 78% от количества туш, в которых было выявлено заражение после обвалки и нарезки стейков, и был обнаружен лишь 31% туш с меньшим количеством цист (Walther & Koske, 1980). Эффективность экспертизы мяса будет варьировать в зависимости от количества и расположения разрезов (и также опыта и навыков эксперта). Например, в Зимбабве у 58% голов крупного рогатого скота цисты присутствовали только в голове, у 20% – только в плече, и у 8% – только в сердце, хотя, в целом, при включении в статистику всех трех органов уровень заражения составил 81%. В Кении было обнаружено также, что у 57% голов крупного рогатого скота, заражение которых обнаружилось при обвалке, не всегда были поражены наиболее предпочитаемые органы (Walther & Koske, 1980). Эти авторы подтвердили также важность разрезов плеча для обнаружения инфекции в африканских странах, поскольку у 20% зараженного скота положительные результаты были получены только в области плеча. У телят, зараженных в очень молодом возрасте, цисты в языке и жевательных мышцах могли отсутствовать или присутствовать в очень небольшом количестве. Также в Кении была описана нечувствительность экспертизы мяса к обнаружению цистицеркоза: были идентифицированы лишь 50% голов крупного рогатого скота, зараженных в естественных условиях или искусственно (Wanzala *et al.*, 2003). Эти наблюдения указывают на количество потенциально пропущенных жизнеспособных цистицерков.

У человека наиболее распространенным признаком вызванного *T. solium* НЦЦ являются судороги с последующим развитием головной боли, но наблюдается также целый спектр признаков, включая рвоту, психозы и т.д. в зависимости от количества, локализации и жизнеспособности или уровня дегенерации цистицерков (жизнеспособные, переходная стадия к гибели, обызвествление) (Carpio *et al.*, 1994; Flisser *et al.* 2011). У человека для точного обнаружения локализации и жизнеспособности плероцеркоидов *T. solium* и *T. multiceps* в паренхиме или вне паренхимы применяются клиническая оценка и компьютерная томография (КТ) или магнитно-резонансная томография (МРТ) и позволяют следить за прогрессированием поражения. Эти методы остаются наиболее эффективными способами диагностики, но в эндемичных областях оборудование для визуализации не всегда доступно. Обызвествленные цисты в тканях обнаруживаются при рентгеновском исследовании. Локализацию цист *T. multiceps* в головном мозге овцы можно установить по наблюдаемым клиническим признакам и, возможно, размягчению черепа над ценуром.

### **1.9. Обнаружение циркулирующего антигена**

Разработка автоматизированного чувствительного и специфичного диагностического метода приведет к существенному снижению ущерба от забракованной туши и трудозатрат на экспертизу мяса. Чувствительность применяемых у животных серологических методов анализа еще не достигла уровня, когда возможна коммерциализация диагностики отдельных животных или крупномасштабная идентификация зараженных туш на бойнях. Все изученные методы анализа – твердофазный ИФА-АГ, твердофазный ИФА антитела,

иммуноферментный иммуноэлектроблоттинг с ферментативным усилением и осмотр языка – характеризуются низкой чувствительностью при исследовании сельских свиней с низким уровнем природной инфекции *T. solium* (Dorny *et al.*, 2005; Sciutto *et al.*, 1998). Это заключение справедливо также для инфекций *T. saginata* у крупного рогатого скота (Van Kerckhoven *et al.*, 1998). Например, метод твердофазного ИФА-АГ позволяет обнаружить лишь небольшой процент (13–22%) коров-носителей 30–50 жизнеспособных цистицерков. Тем не менее, метод твердофазного ИФА-АГ находит применение в эпидемиологических исследованиях, которые проводятся в полевых условиях для изучения передачи инфекции. Обнаружение жизнеспособных паразитов у крупного рогатого скота или свиней может указать на точечные источники инфекции, сезон передачи инфекции и возраст подверженных риску животных. Разработка более чувствительных и специфичных методов анализа, основанных на использовании рекомбинантных антигенов для диагностики НЦЦ, должно привести к совершенствованию иммунодиагностики инфекции *T. solium* у свиней.

## **2. Серологические реакции для обнаружения антител**

Методы обнаружения циркулирующих антител почти не имеют значения для животных, за исключением эпидемиологических исследований. В настоящее время широко доступны метод иммуноэлектроблоттинга с ферментативным усилением и метод твердофазного ИФА для определения антител к *T. solium* у человека. Существует публикация, в которой рассмотрены эти методы, включая сравнение чувствительности и специфичности (Rodriguez *et al.*, 2012).

## **С. ТРЕБОВАНИЯ К ВАКЦИНАМ**

Международно признанные стандарты производства вакцины отсутствуют. Тем не менее, в научной литературе имеется много информации об иммуногенных соединениях, соответствующих генно-инженерных методах и экстракции, а эффективность этих соединений изучена экспериментально в немногочисленных полевых исследованиях. Такие подход открывают в будущем перспективы создания технически эффективных вакцин, при условии благоприятных результатов анализа рентабельности этих вакцин.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

ABUSEIR S., EPE C., SCHNIEDER T, KLEIN G. & KÜHNE M. (2006). Visual diagnosis of *Taenia saginata* cysticercosis during meat inspection: is it unequivocal? *Parasitol. Res.*, **99**, 405–409.

ALLAN J.C., CRAIG P.S., GARCIA NOVAL J., MENCOS F., LIU D., WANG Y., WEN H., ZHOU P., STRINGER R., ROGAN M. & ZEYHLE E. (1992). Coproantigen detection for immunodiagnosis of echinococcosis and taeniasis in dogs and humans. *Parasitology*, **104**, 347–355.

CARPIO A., PLACENCIA M., SANTILLAN F. & ESCOBAR A. (1994). A proposal for classification of neurocysticercosis. *Can. J. Neurol. Sci.*, **21**, 43–47.

CHEESBROUGH M. (2005). District Laboratory Practice in Tropical Countries, Part 1, Second Edition. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 454 p.

CHEESBROUGH M. (2006). District Laboratory Practice in Tropical Countries, Part 2, Second Edition. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 434 p.

DORNY P., BRANDT J. & GEERTS S. (2005). Detection and diagnosis. *In: WHO/FAO/OIE Guidelines for the Surveillance, Prevention and Control of Taeniosis/Cysticercosis*, Murrell K.D. ed. OIE, Paris, 45–55.

EICHENBERGER R.M., LEWIS F., GABRIËL S., DORNY P., TORGERSON P.R. & DEPLAZES P. (2013). Multi-test analysis and model-based estimation of the prevalence of *Taenia saginata* cysticercus infection in naturally infected dairy cows in the absence of a ‘gold standard’ reference test. *Int. J. Parasitol.*, **43** (10), 853–859.

EICHENBERGER R.M., STEPHAN R. & DEPLAZES P. (2011). Increased sensitivity for the diagnosis of *Taenia saginata* cysticercus infection by additional heart examination compared to the EU-approved routine meat inspection. *Food Control*, **22**, 989–992.

FLISSER A., CRAIG P.S. & ITO A. (2011). Cysticercosis and taeniosis *Taenia saginata*, *Taenia solium* and *Taenia saginata*. *In: Zoonoses. Biology, Clinical Practice, and Public Health Control*, Palmer S.R., Lord Soulsby E.J.L., Torgerson P.R. & Simpson D.I.H., eds. Oxford University Press, Oxford, UK, 625–642.

GASSER R. & CHILTON N.B. (1995). Characterisation of taeniid cestode species by PCR-RFLP of ITS2 ribosomal DNA. *Acta Trop.*, **59**, 31–40.

GONZALEZ L.M., MONTERO E., MORAKOTE N., PUENTE S., DIAZ DE TUESTA J.L., SERRA T. LOPEZ-VELEZ R., MCMANUS D.P., HARRISON L.J., PARKHOUSE R.M. & GARATE T. (2004). Differential diagnosis of *Taenia saginata* and *Taenia saginata asiatica* taeniasis through PCR. *Diagn. Microbial. Infect. Dis.*, **49**, 183–188.

HERENDA D., CHAMBERS P.G., ETTRIQUI A., SENEVIRATNA P. & DA SILVA T.J.P. (2000). Manual on meat inspection for developing countries. *FAO Animal Health and Production paper 119*.  
<http://www.fao.org/docrep/003/t0756e/T0756E00.htm>

KHALIL L.F., JONES A. & BRAY R.A. (1994). Keys to the Cestode Parasites of Vertebrates. Wallingford, Oxon, UK: CAB International.

LAWSON, J.R. & GEMMELL, M.A. (1990) Transmission of taeniid tapeworm eggs via blowflies to intermediate hosts. *Parasitology*, **100**: 143-146.

LLOYD S. (2011). Other cestode infections. Hymenolepisis, diphyllbothriosis, coenurosis, and other adult and larval cestodes. *In: Zoonoses. Biology, Clinical Practice, and Public Health Control*, Palmer S.R., Lord Soulsby E.J.L., Torgerson P.R. & Simpson D.I.H., eds. Oxford University Press, Oxford, UK, 644–649.

LLOYD S., MARTIN S.C., WALTERS T.M.H. & SOULSBY E.J.L. (1991). Use of sentinel lambs for early monitoring of the South Powys Hydatidosis Control Scheme: prevalence of *Echinococcus granulosus* and some other helminths. *Vet. Rec.*, **129**, 73–76.

- LOOS-FRANK B. (2000). An up-date of Verster's (1969) 'Taxonomic revision of the genus *Taenia*' (Cestoda) in table format. *Syst. Parasitol.*, **45**, 155–183.
- RODRIGUEZ S., WILKINS P. & DORNY P. (2012). Immunological and molecular diagnosis of cysticercosis. *Pathog. Glob. Health*, **106**, 286–298.
- SCIUTTO E., MARTINEZ J.J., VILLALOBOS N.M., HERNANDEZ M., JOSE M.V., BELTRAN C., RODARTE F., FLORES I., BOBADILLA J.R., FRAGOSO G., PARKHOUSE M.E., HARRISON L.J. & DE ALUJA A.S. (1998). Limitations of current diagnostic procedures for the diagnosis of *Taenia solium* cysticercosis in rural pigs. *Vet. Parasitol.*, **79**, 299–313.
- SOULSBY E.J.L. (1982). Helminths, Arthropods and Protozoa of Domesticated Animals, Seventh Edition. Balliere Tindall, London, UK, 809 p.
- VAN KERCKHOVEN I., VANSTEENKISTE W., CLAES M., GEERTS S. & BRANDT J. (1998). Improved detection of circulating antigen in cattle infected with *Taenia saginata* metacestodes. *Vet. Parasitol.*, **76**, 269–274.
- VERSTER A. (1969). A taxonomic revision of the genus *Taenia* Linnaeus 1758 s. str. *Onderstepoort J. Vet. Res.*, **37**, 3–58.
- WALTHER M. & KOSKE J.K. (1980). *Taenia saginata* cysticercosis: a comparison of routine meat inspection and carcass dissection results in calves. *Vet. Rec.*, **106**, 401–402.
- WANZALA W., ONYANGO-ABUJE J.A., KANG'ETHE E.K., ZESSIN K.H., KYULE N.M., BAUMANN M.P., OCHANDA H. & HARRISON L.J. (2003). Control of *Taenia saginata* by post-mortem examination of carcasses. *Afr. Health Sci.*, **3** (2), 68–76.