

УДК 575.17

Ключевые слова: кошка, группа крови, порода, генотип

Key words: a cat, blood group, breed, genotype

Жигачев А.И., Голубева Н.А.

ГЕНЕТИКА ГРУПП КРОВИ У КОШЕК В СВЯЗИ С ГЕМОЛИТИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ НОВОРОЖДЕННЫХ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

GENETICS OF BLOOD GROUPS AT CATS IN CONNECTION WITH NEONATAL ERETHROLYSIS IN KITTENS (LITERATURE REVIEW)

Жигачев А.И., зав. каф. ветеринарной генетики и животноводства, докт. биол. наук, профессор, заслуж. деятель науки РФ, лауреат премии Совета Министров СССР; Голубева Н.А.¹, канд. биол. наук
Zhigachev A.I., Chairman of Veterinary Genetics and Cattle Breeding Dept., Doctor of Science, Professor, Honoured Worker of Science of the Russian Federation, Recipient of the Prize of the Council of Ministers of the USSR; Golubeva N.A.¹, Ph.D.

ФГОУ ВПО «Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины», Санкт-Петербург
Saint-Petersburg Academy of Veterinary Medicine, Saint-Petersburg
1 Контактная информация / Contact details: e-mail – feerya@mail.ru

Аннотация. В статье приведены современные данные по наследованию групп крови у кошек. У кошек установлена система крови А-В. Ген А полностью доминирует над В. Кошки с группой В несут высокие титры естественных «анти-А» аллоантител. В связи с чем реакция несовместимости выражена у кошек уже при первом переливании крови или при первой беременности. При анализе частоты гена В в различных породах показано, что данная мутация возникла на Британских островах. В статье дан анализ патогенеза, описаны клинические симптомы изоэритролизиса (гемолитической болезни новорожденных у котят). Рассматриваются клинические и генетические методы профилактики гемолитической болезни котят.

Summary. In the paper is given new data on the heredity of blood types for cats. For cats the system of blood of A-B is discovered. Gene A completely dominate above B. Group B,s cats have the high level natural «anti-A» alloantibodies. Because of that the reaction of incompatibility we see when the first blood transfusion takes place or when they have the first pregnancy. As results show the analysis of frequency of gene B in different breeds this mutation appeared on the British islands. In this article an analysis of pathogeny and the clinical symptoms of isoerethrolysis for new-born kittens are described. In this work the clinical and genetic methods of prophylaxis of hemolytic disease of kittens are examined.

Группы крови установлены у многих видов животных и человека. Различия в группах крови обуславливаются мутациями в генах, кодирующих рецепторы эритроцитов. У человека известно эмбриотоксическое действие антител, возникающих под влиянием резус-фактора [1]. У продуктивных животных: лошадей, свиней, цыплят – описана гемолитическая желтуха молодняка вследствие попадания в кровотока антител молозива или белков крови матери [2, 3, 4]. Случаи изоэритролизиса новорожденных отмечены у собак [5]. Но они гораздо более редки по сравнению с кошками из-за отсутствия естественных аллоантител в высоких титрах. Изоэритролизис новорожденных может возникать у щенков, рожденных от суки с группой DEA 1.2, которая до этого получила при трансфузии несовместимую кровь, содержащую DEA 1.1 антиген [6, 7, 8, 9].

У кошек выделяются две основные группы крови А и В, а также редко встречающаяся группа АВ. Механизмы действия групп крови и последствия несовместимости для новорожденных котят подробно описаны в зарубежной литературе [10, 11, 12]. К сожалению, в настоящее время в нашей стране как теоретическими исследователями, так и практикующими ветеринарными врачами уделяется недостаточно внимания проблемам групп крови и гемолитической болезни новорожденных котят. Хотя последствия этого заболевания способны приносить большой материальный и моральный ущерб владельцам кошек. Как правило, при несовместимости групп крови в течение первых 2-3 дней гибнет целый помет здоровых котят. Эта ситуация воспринимается владельцами негативно эмоционально. Часто изоэритролизисом страдают породистые кошки, от продажи высококачественного в

племенном отношении потомства которых ждут материальной прибыли. Кошка, каждый раз теряющая свой помёт, признается негодной к разведению. Безвозвратно теряется ее племенная потенциал. Между тем потери можно легко предотвратить, зная группу крови производителей и правильно планируя вязки. Настоящая публикация призвана осветить теоретические вопросы гемолитической болезни новорожденных у кошек.

Сущность групп крови у кошек. У людей существуют несколько различных факторов, вовлеченных в группы крови, включая «резус-фактор». Наиболее известные из них – это основные группы крови: А, В и О.

Упрощенно можно представить их действие таким образом: особи вида «А» вырабатывают антитела, которые реагируют, если они вступают в контакт с антигенами вида «В», и особи вида «В» вырабатывают подобные антитела против крови типа «А». Особи со сравнительно редким видом «АВ» «узнают» антитела к обоим факторам. Особи вида «О» реагируют против всех других видов крови, но их кровь может быть перелита любой другой группе, поскольку она не содержит никаких антител. Ни тип «А», ни тип «В» не доминирует друг над другом (особь, которая унаследовала «А» от одного родителя и «В» от другого будет иметь тип «АВ»), но оба доминируют над «О» [13].

Группы крови наследуются как антигены, расположенные на поверхности мембран красных клеток крови. Так же, как у человека, у кошек антигены групп крови определяются особыми углеводами на мембране эритроцитов. N-гликоль-нейраминавая кислота определяет А антиген и N-ацетил-нейраминавая кислота – В антиген. На АВ эритроцитах находится равное количество обеих кислот. Механизм действия гена В заключается в недостаточном синтезе фермента гидроксилазы, который преобразовывает N-ацетил-нейраминавую в N-гликоль-нейраминавую кислоту [14].

Группы крови у кошек работают по-другому, чем у человека. У кошек не существует группы О, и, в отличие от собак, имеющих DEA систему, у кошек существует А-В система крови. А-В группы крови наследуются как простой доминантный признак.

Группа А доминирует над В (в большинстве случаев), следовательно, тип А у котят может быть как гомозиготным АА, так и гетерозиготным АВ. Тип В у кошек всегда будет гомозиготой ВВ. Антигены группы крови наследуются как простой аутосомный признак.

Есть третий тип – АВ, встречающийся крайне редко (около 5% в Великобритании и меньше 1% в США и Австралии [14]), в связи с чем до недавнего времени он был плохо изучен. Тип АВ кошек наследуется как отдельный признак. Если кот получает от одного родителя А и от другого В, это будет не тип АВ, а гетерозигота А и В. Согласно недавнему исследованию, предполагают, что тип АВ работает как часть того же самого ряда, что и типы А и В. Скорее всего, А и В находятся в ко-доминантных взаимоотношениях. Тип АВ рецессивен по отношению к А, но доминантен к В.

У кошек обычны аллоантитела, которые у собак, как правило, слабо выражены. Аллоантитела – естественные направленные антитела против чужой группы крови или антигены. Титры аллоантител изменяются между и в пределах группы крови. Они имеют существенное значение при переливании крови и возможности реакции изоэритролиза новорожденных. Именно поэтому реакция несовместимости выражена у кошек уже при первом переливании крови или при первой беременности [15, 16].

Приблизительно 65% кошек типа А имеют низкие титры агглютинирующих «анти-В» аллоантител и совсем не обнаруживают «анти-А» аллоантитела.

Кошки типа В все несут агглютинирующие «анти-А» аллоантитела, и больше чем 90% имеют высокий или средний титр. Только 10% кошек с группой В имеют очень низкие титры «анти-В» аллоантител. Кошки с редкой группой АВ могут иметь очень низкие титры «анти-В» аллоантител и совсем не обнаруживать «анти-А» аллоантитела.

У кошек с группой крови В антитела против антигена А проявляют сильные агглютинирующие и гемолизирующие свойства. Напротив, «анти-В» аллоантитела у кошек с группой крови А обладают более слабой агглютинирующей и гемолизирующей актив-

ностью. Тип АВ имеет недостаток аллоантител и может получать кровь от типа А или В (универсальные реципиенты) [9].

Способы определения групп крови. Группа крови определяется по реакции агглютинации с антагонистической сывороткой. Агглютинация проявляется расслоением исследуемой крови на сгустки и сыворотку, появлением хлопьев. В данной реакции определяются антитела, имеющиеся на мембранах эритроцитов той или иной кошки. Таким образом можно различить группы А, В и АВ, но не гетерозиготу АВ [12, 14].

Этот метод является качественным. Для определения количества антител проводят титрование путем серийного разведения сыворотки крови исследуемой кошки и проведения агглютинации с антагонистической цельной кровью. Например, у кошки определена группа крови В. Требуется узнать, насколько высокий у нее титр аллоантител. От исследуемой кошки получают сыворотку крови. Делают разведения 1:2, 1:4, 1:8, 1:16 и т.д. Ставят реакцию гемагглютинации с цельной кровью группы А. Искомым титром считается последнее разведение, в котором определяется образование хлопьев.

Если в методах, основанных на гемагглютинации, определяется только наличие антител в крови исследуемых животных, то метод ПЦР предлагает принципиально новый подход к проблеме [18]. Теперь стало возможным обнаружить у кошки сами гены А и/или В. Этот метод незаменим для подтверждения гетерозиготного носительства и в случае низких титров агглютинирующих аллоантител. В качестве биологического материала для ПЦР можно использовать не только кровь, но и слюну кошки.

Целесообразно совмещать оба метода, поскольку у кошки, генетически несущей группу В, может оказаться низкий титр аллоантител и наоборот.

Распространенность групп крови в породах. Многие исследователи [8, 9, 15] сходятся во мнении, что мутация В возникла на Британских островах среди местных кошек, которые стали основой для создания британской короткошерстной породы. В пользу этой гипотезы говорит тот факт, что наибольшая

частота группы крови В наблюдается у пород британского происхождения (см. таблицу 1).

Вполне вероятно, что мутация возникла точно, буквально у одного животного. На первом этапе она, как любая рецессивная мутация, сохранилась и широко распространилась, передаваясь в скрытом гетерозиготном виде. Затем произошел лавинообразный процесс выщепления в гомозиготу. Стали появляться особи с группой крови В. Поскольку для гомозиготного носителя мутация была безразличной, ничто не мешало ее распространению. Большую роль могли сыграть коты с группой крови В, оставляя гетерозиготных и гомозиготных потомков. Частота мутации повышалась в небольших изолированных группах кошек, среди которых был высок процент инбридинга. Регулярная гибель котят у кошек с группой В сдерживала распространение мутации. В дальнейшем генный пул стабилизировался и отразился на генном профиле дочерних пород.

Показательно, что высокий процент группы В найден не только у кошек британской короткошерстной породы, но также у корниш- и девон-рекс, имеющих «британские» корни. Данные мутации были обнаружены у единичных кошек в разных графствах. Их носители не скрещивались с породными британцами. Однако они некоторое время разводились с использованием местных беспородных кошек. В дальнейшем, после того как рексы попали в Европу и Америку, к ним стали приливать крови других пород, что несколько снизило у них процент группы В.

Наличие группы В в других породах иллюстрирует экспансию британцев, которые широко использовались в разведении до запрещения межпородных кроссов в большинстве пород.

В зарубежной литературе имеются результаты исследований групп крови у кошек нескольких пород в разных странах [15]. В круглых скобках указан процент кошек с типом крови В, полученный при исследовании более чем 10 тыс. животных. Диапазон указывает на крайние результаты, приведенные в других работах [8, 9]. Процент может сильно изменяться в зависимости от величины выборки.

Таблица 1.

Распределение групп крови в породах кошек [15]

100% Тип крови А Породы без риска	1-10% Тип крови В Породы низкого риска	10-25% Тип крови В Породы среднего риска	25% и выше Тип крови В Породы высокого риска
Сиамская Ориентальная Американская короткошерстная Бурманская Тонкинез	Майн-кун (2%) Норвежская лесная (7%)	Японский бобтейл (16%) Бирма (17-18%) Скотиш-фолд (15-18%) Канадский сфинкс (19%) Абиссинская (20%) Сомали (17-22%) Гималайская (7-20%) Персидская (14-24%)	Корниш-рекс (34%) Девон-рекс (43%) Британская короткошерстная (40-59%)

Несколько неожиданным может показаться относительно небольшой процент группы крови В у скоттиш-фолдов, которые в Европе долгое время разводились только вместе с британскими кошками, используя их как страйтовую форму для снижения нежелательного проявления фолдовости в гомозиготе. Возможно, это связано с тем, что приведенные данные получены при исследовании скоттиш-фолдов американского разведения, полученных от кросса с американскими короткошерстными кошками.

Частота группы крови В в других породах не исследована. В России подобные исследования также не проводились. Можно предположить, что наши аборигенные породы должны быть свободны от группы крови В. Однако это еще предстоит доказать.

Механизмы формирования и клинические признаки гемолитической болезни новорожденных. Изоэритролизис (или гемолитическая болезнь) новорожденных – достаточно редкое явление. Тем не менее оно часто встречается при скрещиваниях в породах, где высок процент животных с группой крови В.

Гемолитическая болезнь новорожденных возникает после спаривания кошки с группой В и кота с группой А. Большинство полученных котят будут иметь группу крови А, поскольку ген А доминирует. Если родители гомозиготы, то генетически все котята будут гетерозиготами (АВ). Однако, если отец уже гетерозигота (АВ), часть котят будут нести группу В (ВВ).

Как упоминалось выше, кошки с группой А производят очень мало аллоантител, чтобы

дать реакцию на кровь группы В. Но кошки с группой В производят активные «анти-А» аллоантитела. Эти антитела присутствуют в высоких концентрациях в молозиве кошки группы В. Когда новорожденные котята кормятся грудью и глотают молозиво, антитела проходят через слизистую оболочку кишечника в кровоток котят. Механизм, позволяющий крупным белковым молекулам проходить через стенку кишечника новорожденных котят, присущ всем плотоядным. Плацента плотоядных практически не пропускает защитные антитела, находящиеся в крови матери. Поэтому приплод рождается незащищенным от инфекционных агентов, в отличие от молодняка жвачных. По этой причине молозиво кошек содержит высокие титры антител, в том числе «анти-А» аллоантител у кошки с группой крови В [12].

Если котята имеют кровь группы А, аллоантитела реагируют на поверхностные белки их эритроцитов и уничтожают их. Этот процесс называют изоэритролизис. Он может вызвать острую анемию и обычно приводит к значительной желтухе, поскольку незрелая печень котят с трудом очищает кровь от продуктов распада гемоглобина. Разрушение переносящих кислород красных клеток и развивающаяся анемия могут привести к некротическим повреждениям жизненно важных внутренних органов котят и/или некрозу конечных частей тела (например, пойнтов – ушей или кончика хвоста).

Как правило, у пораженных котят моча приобретает характерную темно-коричневую или красную окраску из-за выделения продуктов распада гемоглобина. В тех случаях,

когда подозревается изоэритролизис, можно стимулировать котенка помочиться на кусочек белой ваты или ткани, чтобы проверить окраску мочи.

По неясным до конца причинам степень выраженности заболевания может сильно варьироваться. Некоторые котята проявляют клинические признаки намного сильнее остальных. Как правило, у восприимчивых котят болезнь протекает в острой и сверхострой форме и заканчивается летально. Однако некоторые котята, находящиеся в группе риска, остаются незатронутыми. Это может быть связано с различным титром аллоантител, который колеблется у разных кошек. Также возможно присутствие в помете котят с группой крови В, полученной от гетерозиготного отца.

Клинические признаки могут включать желтуху и смерть в течение первых двух дней жизни. Котенок может выжить, но кончик хвоста и/или ушные раковины некротизируются и отпадают на 10-14 день жизни. Также возможно повреждение внутренних органов котенка, что приведет к задержке развития и гибели в возрасте нескольких недель. В редких случаях признаки болезни вообще не проявляются.

У некоторых британских короткошерстных кошек с группой крови В вообще не наступает беременность от котов с группой А. Другие кошки не в состоянии выносить помет до полного срока. Их беременность спонтанно прерывается на 6-8 неделе. В настоящее время проведено недостаточно научных исследований, объясняющих причины данных предродовых потерь. Возможно, что в некоторых случаях материнские антитела могут проходить сквозь плаценту и вызывать внутриутробную смерть котят несовместимой группы крови. Однако это очень редкое явление, и точные его причины остаются неизвестными [10].

Клинические методы профилактики гемолитической болезни новорожденных. Рискуют подвергаться те котята с группой крови А, которые питаются молозивом кошки с группой крови В в первые 16-24 часа жизни. Этот срок определяется так называемой «кишечной проницаемостью» – способностью ки-

шечной стенки новорожденных пропускать в кровотоки крупные белковые молекулы. Обычно она длится не более суток. У некоторых особей крупные белковые молекулы способны проходить в кровотоки в течение всей жизни, вызывая пищевую аллергию. Однако их количество недостаточно, чтобы спровоцировать массивный изоэритролизис. В более ранних публикациях [9] говорилось, что необходимо отлучить котят типа А от кошки типа В на первые 48 часов. Но недавние исследования [10] показывают, что критический период составляет не более 16 часов. Ради предосторожности лучше выждать по крайней мере 24 часа.

Если запланирована вязка кошки с группой крови В и кота с группой крови А, то от 100 до 50% котят имеют высокий шанс развития изоэритролизиса. Однако потери приплода можно избежать. Прежде всего, необходимо присутствовать на родах и принимать котят непосредственно в руки. Кошка может облизать котенка, но он не должен присасываться к соскам, чтобы не получить молозиво.

Дальше возможны следующие варианты действий. Всех новорожденных удаляют от кошки и переводят на искусственное вскармливание. Поскольку не существует заменителей молозива кошки, то новорожденные могут получать сухой заменитель кошачьего молока. Несколько зарубежных фирм поставляют этот продукт на российский рынок. Также с успехом можно использовать для вскармливания котят козье молоко или сливки коровьего молока, разведенные водой. Котята не должны получать цельное коровье молоко или сухие смеси на его основе, например детское питание. Содержание молочного сахара – лактозы в коровьем молоке намного выше, чем способны расщепить кишечные ферменты котенка. Возникающее брожение непереваренных сахаров вызывает метеоризм, нарушение микробного пейзажа кишечника и гастроэнтерит, приводящий нередко к смерти котят.

Помимо выбора питательной смеси, необходимо решить вопрос об иммунной защите котят. Пассивный колостральный иммунитет играет большую роль в предотвращении

заражения котят различными инфекциями. Собственная иммунная система не в состоянии обеспечить защиту котенка до 2-3 месячного возраста.

Некоторые авторы [19] предлагают выпаивать новорожденным котят молозиво от другой кошки с группой крови А. Также возможно введение цельной крови или сыворотки крови подкожно. Требования, предъявляемые к донорам молозива и крови одинаковы: клиническое здоровье, группа крови А, регулярная иммунизация против основных инфекций (калицивироз, вирус герпеса панлейкопении, хламидиоз и бешенство), отрицательные реакции на вирусы иммунодефицита (FIV), лейкемии кошек (FeLV), инфекционного перитонита (FIP).

Кошка, у которой забрали всех котят сразу после родов, испытывает сильный стресс. Если котята находятся в той же квартире, она слышит их писк и ощущает их запах, что усиливает беспокойство. После возвращения котят через сутки у кошки может проявиться ослабление тяги к котятам, агалактия, частое перетаскивание потомства, каннибализм и другие нарушения материнского поведения.

Желательно, чтобы молозиво у кошки было сцежено. Без этого нарушается нормальная замена молозива молоком, может возникнуть агалактия. Сцедить молозиво у кошки достаточно сложно. Как правило, кошки негативно реагируют на сцеживание и секрет не выделяется полностью. Наиболее простой способ – подпустить к родившей кошке взрослых котят: произойдет естественное освобождение молочных желез от молозива. Однако не каждая кошка способна принять чужих котят, а потом вернуться к своим без нарушения поведения.

Если была проведена вязка гетерозиготного кота АВ с кошкой ВВ, часть их котят могут нести группу крови В. Согласно закону Менделя, распределение будет 50 на 50%, но в каждом конкретном помете можно встретить самую разную пропорцию – от той, когда все котята будут нести группу крови А, до такой, когда все они будут с группой крови В. Чтобы удостовериться в этом, прибегают к анализу крови из пуповины с помощью специальных тестов. Анализ проводят непосредственно

после рождения котенка. Для того чтобы получить достаточно крови из пуповины, ее перерезают как можно дальше от брюшной стенки котенка у самой плаценты. Разрез делают острым инструментом, например стерильной бритвой. Собирают первую каплю крови на планшет набора-анализатора. Затем сдавливают пуповину по направлению от живота котенка к разрезу, чтобы собрать возможно большее количество крови. Пуповина кошек в норме очень молокровна. Также есть вероятность, что плацента оторвется во время родов, тогда собрать кровь из пуповины будет практически невозможно. Другой вариант получить кровь у новорожденного котенка – сделать прокол подушечки лапы или кончика хвоста. Все эти процедуры требуют навыков, т.к. возможно развитие осложнений. Крайне желательно, чтобы их выполнял специально подготовленный ветеринарный врач. Если в помете будут определены котята с группой крови В, то они могут быть спокойно возвращены матери. Это уменьшит ее беспокойство и позволит котятам получить оптимальный уход. Котята с группой крови А должны быть отделены от кошки на 24 часа.

В первые сутки для котят очень важно своевременное отхождение первородного кала (мекония), который скопился в кишечной трубке в период ее внутриутробного развития. Задержка мекония может серьезно повлиять на здоровье котят [16]. Молозиво содержит повышенное количество ионов магния (Mg^{2+}), обладающих послабляющим действием и способствующих освобождению кишечника котят. Если котята, отделенные от кошки, не получают донорского молозива, то владельцы должны внимательно следить за отхождением мекония. При необходимости котятам дают несколько капель 10% раствора магния сульфата.

Для того чтобы оставить котят с матерью, но воспрепятствовать им сосать молозиво, на кошку одевают защитную повязку. Хорошо подходит послеоперационная попона, которая плотно охватывает тело кошки от шеи до паха. В этом случае котят можно оставить в гнезде, где кошка обеспечивает им подходящую температуру и влажность, вылизывает

шерсть для очищения и массажа, осуществляет туалет для нормального отхождения мекония. Кошка будет меньше беспокоиться, а котята не потеряют связь с матерью, что немаловажно для их нормального развития. В течение первых суток котят нужно кормить каждые 2 часа заменителями кошачьего молока, а у кошки – сцеживать молозиво [10].

Молоко кошек содержит иммуноглобулины в высоких титрах на протяжении всего периода лактации [16]. Надо помнить, что даже через 24 часа кишечный тракт некоторых котят все еще способен пропускать иммуноглобулины. Это зависит от индивидуальной реакции. В таком случае разовьются признаки гемолитической болезни.

Когда есть возможность заранее спланировать вязки, их организуют так, чтобы кошка с группой крови А родила немного раньше, чем кошка с группой В от кота с группой А. Котят меняют местами как минимум на 24 часа. Кишечник старших котят будет не восприимчив к «анти-А» аллоантителам. Возможно оставить котят, чтобы кошки выкармливали чужие пометы до конца. Это снимает многие проблемы, связанные с изозитролизисом [12].

Поиск и устранение нежелательных генов. Как видно из предыдущего раздела, заводчики кошек могут столкнуться с больши-

ми трудностями при несовместимости групп крови кошки и потомства. Для предупреждения последствий изозитролизиса лучше заранее планировать вязки, исходя из знания групп крови производителей. А в масштабах породы – проводить селекцию для достижения единообразия по группам крови.

В табл. 2 приведена схема распределения потомства по генотипам при скрещивании родителей с разными группами крови. Зная группу крови производителей, нетрудно рассчитать группы крови у полученных котят.

Наиболее простой вариант селекции – устранение доминантного гена, в данном случае гена А. Теоретически это возможно в таких породах, как британская короткошерстная, где группа В во многих локальностях превышает 50%. В этом случае из разведения исключаются все производители с группой крови А, как коты, так и кошки. От производителей с группой В будут получены на 100% котята с группой В. Эффект может быть достигнут в первом поколении.

Однако на практике группа А может встречаться у высококлассных производителей, потеря которых для породы будет невозможна. К тому же многие владельцы не захотят кастрировать своих питомцев, во всем остальном пригодных для разведения.

Таблица 2.

Распределение генотипов по группам крови [10]

Последствия спаривания котов и кошек с разными группами крови		Кот		
		Гомозигота АА	Гетерозигота АВ	Гомозигота ВВ
Кошка	Гомозигота АА	А(АА) 100% Антигены А 100% Риска нет	А(АА) 50% А(АВ) 50% Антигены А 100% Риска нет	А(АВ) 100% Антигены А 100% Риска нет
	Гетерозигота АВ	А(АА) 50% А(АВ) 50% Антигены А 100% Риска нет	А(АА) 25% А(АВ) 50% В(ВВ) 25% Антигены А 75% В 25% Риска нет	А(АА) 50% А(АВ) 50% Антигены А 100% Риска нет
	Гомозигота ВВ	А(АВ) 100% Антигены А 100% Группа риска	А(АВ) 50% В(ВВ) 50% Антигены А 50% Группа риска Антигены В 50% Риска нет	В(ВВ) 100% Антигены В 100% Риска нет

Другое дело, когда преобладающая группа крови коррелирует с другим породно-значимым признаком. Можно привести в пример девон-рексов, у которых особи с группой крови В имеют лучшее качество шерсти и меньше склонны к облысению. Эту особенность заметили в некоторых питомниках. Происходящие от туда девон-рексы имеют в основном группу крови В и прекрасное качество шерсти.

В породах, где группа крови В встречается с достаточно высокой частотой (персидская, абиссинская, скотиш-фолд, канадский сфинкс), может возникнуть разделение по группам крови. Одни заводчики будут работать только с животными группы В, другие – только группы А. Это неизбежно приведет к разделению генного пула внутри и без того немногочисленных локальностей, усилит инбридинг и негативно скажется в целом на породе.

Коты с группой крови В могут служить как бы «курьерами» генов между двумя генными пулами. При вязке кота В с кошкой любой группы крови опасности для котят не возникает. Кот-производитель оставляет за свою жизнь значительно больше потомков, чем племенная кошка. Поэтому устранение из разведения всех котов с группой А и использование котов с группой В можно применять для плавного освобождения породы от гена А.

Намного труднее очистить породу или группу племенных животных от рецессивного гена. Но это особенно актуально в породах, где группа крови В встречается с низкой частотой, например у майн-кунов. Даже если удалять из разведения всех животных с рецессивным генотипом ВВ (группа крови В), то число гетерозиготных носителей АВ (группа крови А) остается достаточно высоким. Простой расчет показывает, что при наличии в породе 10% особей группы В гетерозигот будет около 43% (см. табл. 3). Такие производители, скрещиваясь между собой, могут дать до 25% котят с группой крови В.

Для определения гетерозиготного носительства гена В проводят реципрокное или

анализирующее скрещивание с рецессивной гомозиготой:

ВВ х А?

Получение хотя бы одного потомка с группой крови В доказывает, что анализируемое животное имеет генотип АВ. Если получено не менее 11 котят и все они имеют группу крови А, то остается 0,1% (один шанс на тысячу), что проверяемый кот или кошка являются носителем В.

При скрещивании с доказанным гетерозиготным носителем

АВ х А?

количество котят с группой А должно быть не меньше 19. И все равно остается тот же 0,1%, что проверяемое животное оказалось гетерозиготой. Такая «проверка» может продлиться всю племенную карьеру кота, а для кошки так и остаться незавершенной. К тому же должна быть определена группа крови не только самих производителей, но и всех их потомков [10]. А если группа В нежелательна для данной породы, то какой смысл производить такое количество гетерозиготных котят, проверяя одного производителя. Поэтому классические генетические методы малопригодны в практической фелинологии.

Обычно все происходит наоборот: выщепление от родителей с группой крови А котенка с группой В доказывает, что оба они гетерозиготные носители.

Метод ПЦР, активно внедряемый в лабораторную практику, дает широкие возможности для выявления гетерозиготного носительства гена В. Сведения о генотипе производителей позволяют заранее планировать вязки и решать вопрос об исключении того или иного животного из разведения [18].

Какой бы путь ни выбрали селекционеры, вначале им необходимо определить группы крови своих кошек. Даже владельцам кошки, от которой хотят получить единственный помет, будет полезно знать ее группу крови до вязки. Особенно если она относится к породе с высоким процентом группы В. Но даже в породах «низкого риска» надо задуматься о группе крови тех кошек, котят которых умирают в первые дни с признаками желтухи и гематурии.

Вероятное распределение генотипов исходя из известного процента кошек с группой крови В [10]

Тип В гомозиготный	Тип А гетерозиготный	Тип А гомозиготный	Тип В гомозиготный	Тип А гетерозиготный	Тип А гомозиготный
0%	0,0000%	100,0000%	51%	40,8286%	8,1714%
1%	18,0000%	81,0000%	52%	40,2221%	7,7779%
2%	24,2843%	73,7157%	53%	39,6022%	7,3978%
3%	28,6410%	68,3590%	54%	38,9694%	7,0306%
4%	32,0000%	64,0000%	55%	38,3240%	6,6760%
5%	34,7214%	60,2786%	56%	37,6663%	6,3337%
6%	36,9898%	57,0102%	57%	36,9967%	6,0033%
7%	38,9150%	54,0850%	58%	36,3155%	5,6845%
8%	40,5685%	51,4315%	59%	35,6229%	5,3771%
9%	42,0000%	49,0000%	60%	34,9193%	5,0807%
10%	43,2456%	46,7544%	61%	34,2050%	4,7950%
11%	44,3325%	44,6675%	62%	33,4802%	4,5198%
12%	45,2820%	42,7180%	63%	32,7451%	4,2549%
13%	46,1110%	40,8890%	64%	32,0000%	4,0000%
14%	46,8331%	39,1669%	65%	31,2452%	3,7548%
15%	47,4597%	37,5403%	66%	30,4808%	3,5192%
16%	48,0000%	36,0000%	67%	29,7071%	3,2929%
17%	48,4621%	34,5379%	68%	28,9242%	3,0758%
18%	48,8528%	33,1472%	69%	28,1325%	2,8675%
19%	49,1780%	31,8220%	70%	27,3320%	2,6680%
20%	49,4427%	30,5573%	71%	26,5230%	2,4770%
21%	49,6515%	29,3485%	72%	25,7056%	2,2944%
22%	49,8083%	28,1917%	73%	24,8801%	2,1199%
23%	49,9166%	27,0834%	74%	24,0465%	1,9535%
24%	49,9796%	26,0204%	75%	23,2051%	1,7949%
25%	50,0000%	25,0000%	76%	22,3560%	1,6440%
26%	49,9804%	24,0196%	77%	21,4993%	1,5007%
27%	49,9230%	23,0770%	78%	20,6352%	1,3648%
28%	49,8301%	22,1699%	79%	19,7639%	1,2361%
29%	49,7033%	21,2967%	80%	18,8854%	1,1146%
30%	49,5445%	20,4555%	81%	18,0000%	1,0000%
31%	49,3553%	19,6447%	82%	17,1077%	0,8923%
32%	49,1371%	18,8629%	83%	16,2087%	0,7913%
33%	48,8913%	18,1087%	84%	15,3030%	0,6970%
34%	48,6190%	17,3810%	85%	14,3909%	0,6091%
35%	48,3216%	16,6784%	86%	13,4724%	0,5276%
36%	48,0000%	16,0000%	87%	12,5476%	0,4524%
37%	47,6553%	15,3447%	88%	11,6166%	0,3834%
38%	47,2883%	14,7117%	89%	10,6796%	0,3204%
39%	46,9000%	14,1000%	90%	9,7367%	0,2633%
40%	46,4911%	13,5089%	91%	8,7878%	0,2122%

41%	46,0625%	12,9375%	92%	7,8333%	0,1667%
42%	45,6148%	12,3852%	93%	6,8730%	0,1270%
43%	45,1488%	11,8512%	94%	5,9072%	0,0928%
44%	44,6650%	11,3350%	95%	4,9359%	0,0641%
45%	44,1641%	10,8359%	96%	3,9592%	0,0408%
46%	43,6466%	10,3534%	97%	2,9772%	0,0228%
47%	43,1131%	9,8869%	98%	1,9899%	0,0101%
48%	42,5641%	9,4359%	99%	0,9975%	0,0025%
49%	42,0000%	9,0000%	100%	0,0000%	0,0000%
50%	41,4214%	8,5786%			

Коты-производители тоже не должны остаться без внимания. По законам популяционной генетики в идеальной популяции, внутри которой осуществляется свободное скрещивание, исходная комбинация генов будет поддерживаться сколь угодно долго в ряду поколений. Порода, созданная руками человека, живет по своим законам. Единственный кот способен оставить за свою жизнь множество потомков и передать им свои не всегда желательные гены. Поэтому так важно определить группу крови широко используемых производителей. Это дает возможность взять под контроль в селекционной работе такое жизненно важное для будущего потомства заболевание, как изозритролизис.

Список литературы

1. Иванова, О. А. Генетика / О. А. Иванова [и др.] – М.: Колос, 1974. – с. 366–367.
 2. Kaempffer, A. Die Blutgruppeneigenschaften der Pferde und ihre Vererbung / A. Kaempffer // Z. Züchtung, 1935. – Bd. 32. – S. 169–198.
 3. Buxton, J. C. Hemolytic disease of newborn pigs caused by isoimmunization of pregnancy / J. C. Buxton, N. H. Brooksbank // Nature. – 1953. – V. 172. – P. 355.
 4. Briles, W. E. Induced hemolytic disease in chicks / W. E. Briles // Genetics. – 1948. – V. 33. – P. 96.
 5. Swisher, S. N. The blood grouping systems of dogs / S. N. Swisher, L. E. Young // Physiology Reviews. – 1961. – V. 41. – P. 495–520.
 6. Chabanne, L. I gruppi sanguigni dei carnivori domestici: Trasfusioni e malattie emolitiche neonatali / L. Chabanne [et al.] // Summa. – 1994. – V. 11. – P. 5–17.
 7. Cotter, S. M. Comparative transfusion medicine: Advances in Veterinary Science and Comparative

Medicine/ S. M. Cotter – San Diego, Academic Press, 1991. – P. 343.

8. Hohenhaus, A. E. Transfusion medicine: Problems in Veterinary Medicine / A. E. Hohenhaus – Philadelphia, 1992. – P. 670.

9. Kristensen, A. T. Blood banking and transfusion medicine: Textbook of Veterinary Internal Medicine. Diseases of the Dog and Cat / A. T. Kristensen, B. F. Feldman – Philadelphia, 1955. – P. 347–360.

10. Picknell, J. Feline Blood Groups and their Implications for Breeders / J. Picknell, 2001.

11. Knottenbelt, C. M. Determination of the prevalence of feline blood types in the UK / C. M. Knottenbelt [et al.] // Journal of Small Animal Practice. – 1999. – V. 40. – P. 115–118.

12. Susan, F. Feline blood typing / F. Susan // The Newsletter of North Western Laboratories Ltd. – 2002. – Issue 68.

13. Bell, K. The blood groups of domestic mammals. (eds) Red Blood Cells of Domestic Mammals / K. Bell, N. S. Agar, P. G. Board – Elsevier Science Publishers: Amsterdam, 1983. – P. 163–164.

14. Campbell, B. Blood Type Testing Your Cat / B. Campbell // PandEcats.com. – 2001-2002.

15. Джордж, Л. Переливание крови у кошек и собак / Л. Джордж // Waltham Focus. – 1996. – V. 6. – N. 4.

16. Dodds, W.J. Update on animal blood banking services / W. J. Dodds // Veterinary Practice Staff. – 1993. – V. 5. – P. 2–7.

17. Lubas, G. Recenti acquisizioni sulle caratteristiche immunoematologiche del gatto e relative applicazioni nella clinica / G. Lubas, R. Continanza // Veterinaria. – 1993. – V. 7. – P. 5–1.

18. Глик, Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак – М.: Мир, 2002. – 589 с.

19. Маланден, Э. Практическое руководство по разведению кошек / Э. Маланден [и др.] – Royal Canin, 2006. – С. 154–163.