**Биохимическое исследование крови. Материалы, методика, интерпретация результатов биохимии**

***Биохимическое исследование крови. Материалы, методика, интерпретация результатов биохимии***

***Исследуемый материал:*** сыворотка, реже плазма.

***Взятие:*** Натощак, обязательно *перед проведением диагностических или лечебных процедур.* Кровь берется в сухую, чистую пробирку (одноразовую) **(пробирка с белой или красной крышкой)**. Используют иглу с большим просветом (без шприца, исключения только при трудных венах). Кровь должна стекать по стенке пробирки. Плавно перемешать, плотно закрыть. НЕ ТРЯСТИ! НЕ ВСПЕНИВАТЬ!

Сдавливание сосуда во время взятия крови должно быть минимальным.

Несколько слов о ***пункции яремной вены***. Часто, в практике, случается, что, повозившись пятнадцать минут с венами полумертвого животного, врачи отчаиваются. СДАВАТЬСЯ ВСЕГДА РАНО!!! Один из чудеснейших способов взять кровь, даже при коллапсе, - *венепункция ярёмной вены*. Особенно прекрасно работает у «никаких» котов с уремией, когда они уже не могут сопротивляться. Важное условие – шерсть в месте пункции лучше сбрить лезвием (лучше видно). Положение животного на боку. Откидываем назад голову (ассистент). Нажимаем указательным пальцем в яремный желоб, небольшой массаж, и … видим *прекрасную, очаровательную венку*. Продолжая прижимать вену, берем кровь шприцом 2-5 мл с иглой 0,7-0,8. Особенно не любят подобные процедуры владельцы животных и упертые безграмотные врачи. Не устаю повторять: сотни раз брал кровь (и вводил лекарства) через ярёмную вену. ОСЛОЖНЕНИЙ НЕ БЫЛО!!!

Главное, касаемо, в том числе, и пункции мочевого пузыря: *стоит ли пренебрегать лёгким и удобным для всех методом, если никогда не делал его, или боишься?* Каждый выбирает для себя.

***Хранение:*** Сыворотка или плазма должны быть отделены как можно быстрее. Если есть возможность, отцентрифугируйте на месте. Хранится материал в зависимости от требуемых для исследования показателей от 30 минут (при комн. температуре) до нескольких недель в замороженном виде (сыворотка или плазма, размораживать пробу можно только один раз).

***Доставка:*** Пробирки должны быть подписаны. Доставить кровь следует в кротчайшие сроки по возможности в сумке-холодильнике. НЕ ТРЯСТИ!

НЕЛЬЗЯ доставлять кровь в шприце.

***Факторы, влияющие на результаты:***

- при долгом сдавливании сосуда повышаются при исследовании концентрации белков, липидов, билирубина, кальция, калия, активности ферментов,

- плазму ***нельзя*** использовать для определения калия, натрия, кальция, фосфора и т.д.,

- следует учитывать, что концентрация некоторых показателей в сыворотке и плазме различна

*Концентрация в сыворотке больше чем в плазме:* альбумин, ЩФ, глюкоза, мочевая кислота, натрий, ОБ, ТГ, амилаза

*Концентрация в сыворотке равна плазме*: АЛТ, билирубин, кальций, КФК, мочевина

*Концентрация в сыворотке меньше чем в плазме*: АСТ, калий, ЛДГ, фосфор

- гемолизированная сыворотка и плазма не пригодна для определения ЛДГ, Железа, АСТ, АЛТ, калия, магния, креатинина, билирубина и др.

- при комнатной температуре через 10 минут отмечается тенденция к снижению концентрации глюкозы,

- высокие концентрации билирубина, липемия и мутность проб завышают значения холестерина,

- билирубин всех фракций снижается на 30-50%, если сыворотка или плазма подвергаются воздействию прямого дневного света 1-2 часа,

- физические нагрузки, голодание, ожирение, прием пищи, травмы, операции, внутримышечные инъекции вызывают повышение ряд ферментов (АСТ, АЛТ, ЛДГ, КФК),

следует учитывать, что у молодых животных активность ЛДГ, ЩФ, амилазы выше, чем у взрослых.

**Ферменты.**

Ферменты – основные *биологические катализаторы*, т.е. вещества природного происхождения, ускоряющие химические реакции. Также, ферменты принимают участие в регуляции многих метаболических процессов, обеспечивая тем самым соответствие обмена веществ изменённым условиям. Почти все ферменты являются *белками.* В зависимости от реакционной и субстратной специфичности, различают шесть основных классов ферментов (оксиредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы и лигазы). Всего, на настоящий момент, известно более 2000 ферментов.

Каталитическое действие фермента, т.е. его *активность*, определяют в стандартных условиях по увеличению скорости каталитической реакции по сравнению с некаталитической. Скорость реакции обычно указывают как *изменение концентрации субстрата или продукта за единицу времени* (ммоль/л в секунду). Другой единицей активности является Международная единица (Ед.) – количество фермента, превращающего 1 мкмоль субстрата в 1 минуту.

Для клиники основное значение имеют следующие ферменты:

**Аспартатаминотрасфераза (АСТ, АсАТ)**

Внутриклеточный фермент, участвующий в обмене аминокислот. В больших концентрациях содержится в печени, сердце, скелетной мускулатуре, мозге, эритроцитах. Высвобождается при повреждении ткани.

**Референтные интервалы:**

для собак – 11 – 42 Ед.;

для кошек – 9 – 29 Ед.

для лошадей – 130 – 300 Ед.

***Повышено:*** Некроз клеток печени любой этиологии, острые и хронические гепатиты, некроз сердечной мышцы, некроз или травма скелетных мышц, жировая дистрофия печени, поражение тканей мозга, почек; применение антикоагулянтов, витамина С

***Понижено:*** Диагностического значения не имеет (редко при недостатке пиридоксина (Витамина В6).

**АЛАНИНАМИНОТРАНСФЕРАЗА (АЛТ, АлАТ)**

Внутриклеточный фермент, участвующий в обмене аминокислот. В больших концентрациях содержится в печени, почках, В мышцах – в сердце и скелетной мускулатуре. Высвобождается при повреждении ткани, особенно при поражении печени.

**Референтные интервалы:**

для собак – 9 – 52 Ед.;

для кошек – 19 – 79 Ед.

для лошадей – 2,7 – 20,0 ЕД;

***Повышено:*** Некроз клеток, острые и хронические гепатиты, холангит, жировая дистрофия печени, опухоли печени, применение антикоагулянтов

***Понижено:***Диагностического значения не имеет

**креатинфосфокиназа (КФК, КК)**

КФК состоит из трёх изоферментов, состоящих из двух субъединиц, М и В. Скелетная мускулатура представлена изоферментом ММ (КФК-ММ), мозг – изоферментом ВВ (КФК-ВВ), миокард содержит около 40% изофермента МВ (КФК-МВ).

**Референтные интервалы:**

для собак – 32 – 157 Ед;

для кошек – 150 – 798 Ед.

для лошадей – 50 – 300 Ед.

у молодняка в период роста активность ЛДГ увеличивается в 2 – 3 раза.

***Повышено:***Инфаркт миокарда (2-24 ч; высокоспецифична КФК-МВ). Травмы, операции, миокардит, мышечные дистрофии, полимиозит, судороги, инфекции, эмболии, тяжелая физическая нагрузка, повреждение тканей мозга, кровоизлияние в мозг, наркоз, отравление (в т.ч. снотворными), кома, синдром Рейе. Незначительное увеличение при застойной сердечной недостаточности, тахикардии, артритах.

***Понижено:***Диагностического значения не имеет.

**гамма-глутамилтрансфераза (ГГТ)**

ГГТ присутствует в печени, почках, поджелудочной железе. Тест крайне чувствителен в отношении заболеваний печени. Установление высокого значения ГГТ используется для подтверждения печеночного происхождения активности сывороточной щелочной фосфатазы.

**Референтные интервалы:**

для собак – 1 – 10 Ед.;

для кошек – 1 – 10 Ед.

для лошадей – 1 – 20 Ед.

***Повышено:*** Гепатит, холестаз, опухоли и цирроз печени, поджелудочной железы, постинфарктный период;

***Понижено:***Диагностического значения не имеет.

**лактатдегидрогеназа (ЛДГ)**

ЛДГ – фермент, катализирующий внутреннюю конверсию лактата и пирувата в присутствии НАД/НАДН. Широко распространен в клетках и жидких средах организма. Повышается при разрушении тканей (искусственно завышается при гемолизе эритроцитов при неправильном взятии и хранении крови). Представлен пятью изоферментами (ЛДГ1 – ЛДГ5)

**Референтные интервалы:**

для взрослых собак – 23 – 164 Ед.;

для взрослых кошек – 55 – 155 Ед.

для взрослых лошадей – 100 – 400 Ед.

у молодняка в период роста активность ЛДГ увеличивается в 2 – 3 раза.

***Повышено:*** Повреждение ткани миокарда (2 – 7 сутки после развития инфаркта миокарда), лейкозы, некротические процессы, опухоли, гепатиты, панкреатиты, нефриты, мышечные дистрофии, повреждения скелетной мускулатуры, гемолитическая анемия, недостаточность кровообращения, лептоспироз, инфекционный перитонит кошек.

***Понижено:***Диагностического значения не имеет

**Холинэстераза (ХЭ)**

ХЭ содержится преимущественно в сыворотке крови, печени, поджелудочной железе. ХЭ плазмы крови - внеклеточный фермент гликопротеиновой природы, образующийся в клетках паренхимы печени.

**Референтные интервалы:**

собаки - от 2200 Е/л

кошки – от 2000 Е/л

***Повышено:*** Диагностического значения не имеет.

***Понижено:*** Подострые и хронические заболевания и поражения печени (в связи с нарушением синтеза ХЭ гепатоцитами), отравления фосфорорганическими соединениями.

**АМИЛАЗА (ДИАСТАЗА)**

Амилаза гидролизирует сложные углеводы. Альфа-амилаза сыворотки происходит первично из поджелудочной железы (панкреатическая) и слюнных желез, активность фермента возрастает при воспалении или обструкции. Некоторую амилазную активность имеют и другие органы – тонкий и толстый кишечник, скелетная мускулатура, яичники. У лошадей амилаза представлена, в основном, бета – фракцией.

**Референтные интервалы:**

для собак (альфа-амилаза) – 685 - 2155 Ед;

для кошек (альфа-амилаза) – 580 - 1720 Ед.

для лошадей (бета-амилаза) – 4,9 - 16,5 Ед.

***Повышено:***Панкреатит, паротит, почечная недостаточность (острая и хроническая), отравления, сахарный диабет, острый гепатит, первичный биллиарный цирроз печени, заворот желудка и кишечника, перитонит, нарушение электролитного обмена.

***Понижено:***Некроз поджелудочной железы, тиреотоксикоз, отравление мышьяком, барбитуратами, тетрахлорметаном; применение антикоагулянтов.

**фосфатаза щелочная (ЩФ)**

Щелочная фосфатаза содержится в печени, костях, кишечнике и плаценте. Для дифференциации активности ЩФ (печень или кости) используется определение ГГТ (увеличено при заболеваниях печени, и без изменений при заболеваниях костей).

**Референтные интервалы:**

для взрослых собак – 18 – 70 Ед;

для взрослых кошек – 39 – 55 Ед.

для взрослых лошадей – 70 – 250 Ед

у молодняка в период роста активность щелочной фосфатазы увеличивается в несколько раз и не является информативным показателем.

***Повышено:*** Заживление переломов, остеомаляция, опухоли костей, холангит, синдром Кушинга, обтурация желчных протоков, опухоли желчного пузыря; абсцесс, цирроз, рак печени, гепатит, бактериальные инфекции ЖКТ, жирный корм, беременность.

***Понижено:*** Гипотиреоз, анемия, гиповитаминоз С, применение кортикостероидов.

**фосфатаза Кислая (кф)**

У самцов 50% содержащейся в сыворотке КФ поступает из предстательной железы, а остальная часть – из печени и разрушающихся тромбоцитов и эритроцитов.

У самок КФ вырабатывается печенью, эритроцитами и тромбоцитами.

**Референтные интервалы:**

собаки- 1-6 Е/л

кошки – 1-6 Е/л

***Повышено:*** Карцинома предстательной железы (в начальной стадии рака простаты активность КФ может быть в пределах нормы).

При метастазах карциномы предстательной железы в костную ткань нарастает и ЩФ.

Массаж предстательной железы, катетеризация, цистоскопия, ректальные исследования приводят к повышению КФ, поэтому кровь для анализа рекомендуется брать не ранее, чем через 48 часов после указанных процедур.

***Понижено:*** Диагностического значения не имеет.

**Липаза**

Липаза – фермент, катализирующий расщепление глицеридов высших жирных кислот. В организме вырабатывается рядом органов и тканей, что позволяет различать липазу желудочного происхождения, поджелудочной железы, липазу легких, кишечного сока, лейкоцитов и др. Сывороточная липаза представляет собой сумму органных липаз, а повышение ее активности является следствием патологического процесса в каком-либо органе. Колебания активности сывороточной липазы у здорового животного незначительны.

**Референтные интервалы:**

собаки- 30-250 Е/л

кошки – 30-400 Е/л

***Повышено:*** Острый панкреатит (может быть увеличение в 200 раз по сравнению с нормой) – активность липазы в крови быстро увеличивается в течение нескольких часов после приступа панкреатита, достигая максимума через 12-24 часов, и остается повышенной в течение 10-12 дней, т.е. более продолжительное время, чем активность α-амилазы. При злокачественном новообразовании поджелудочной железы в ранней стадии заболевания.

***Понижено:*** Рак желудка (при отсутствии метастазов в печень и поджелудочную железу), при злокачественном новообразовании поджелудочной железы в более поздний период заболевания (по мере разрешения ткани железы).

**Субстраты и жиры**

**Билирубин общий**

Билирубин является продуктом метаболизма гемоглобина, конъюгируется в печени с глюкуроновой кислотой с образованием моно- и диглюкуронидов, выделяемых с желчью (прямой билирубин). Уровень билирубина в сыворотке увеличивается при заболеваниях печени, обструкции желчных путей или гемолизе. При гемолизе образуется неконъюгированный (непрямой) билирубин, следовательно, будет наблюдаться высокий общий билирубин при нормальном прямом.

**Референтные интервалы:**

для собак – 3,0 – 13,5 ммоль/л;

для кошек – 3,0 – 12,0 ммоль/л.

для лошадей – 5,4 – 51,4 ммоль/л.

***Повышено:*** Повреждение клеток печени различного характера, обтурация желчных протоков, гемолиз

***Понижено:***Заболевания костного мозга, анемия, гипоплазия, фиброз

**Билирубин прямой**

**Референтные интервалы:**

для собак – 0,0 – 5,5 ммоль/л;

для кошек – 0,0 – 5,5 ммоль/л.

для лошадей – 0,0 – 10,0 ммоль/л.

***Повышено:*** обтурация желчных протоков, холестаз, абсцесс печени, лептоспироз, хронический гепатит

***Понижено:***диагностического значения не имеет.

**Мочевина**

Мочевина образуется в печени в результате обезвреживания высокотоксичного аммиака, образуемого в результате бактериального брожения в желудочно-кишечном тракте, дезаминирования аминокислот, пуриновых и пиримидиновых оснований, биогенных аминов и проч. Выделяется почками.

**Референтные интервалы:**

для собак – 3,5 – 9,2 ммоль/л;

для кошек – 5,4 – 12,1 ммоль/л.

для лошадей – 3,5 – 8,8 ммоль/л;

***Повышено:*** Нарушение функции почек (почечная недостаточность), богатое белком питание, острая гемолитическая анемия, шок, стресс, рвота, понос, острый инфаркт миокарда

***Понижено:***Низкое поступление белка в организм, тяжелые заболевания печени

**Креатинин**

Креатинин представляет собой конечный продукт метаболизма креатина, синтезируемого в почках и печени из трех аминокислот (аргинина, глицина, метионина). Креатинин полностью выделяется из организма почками путём клубочковой фильтрации, не реабсорбируясь в почечных канальцах. Это свойство креатинина используется для исследования уровня клубочковой фильтрации по клиренсу креатинина в моче и сыворотке крови.

**Референтные интервалы:**

для собак – 26,0 – 120,0 мкмоль/л;

для кошек – 70,0 – 165,0 мкмоль/л.

для лошадей – 80,0 – 180,0 мкмоль/л.

***Повышено:*** Нарушение функции почек (почечная недостаточность), гипертиреоз, применение фуросемида, витамина С., глюкозы, индометацина, маннита. Пациенты с диабетическим кетоацидозом могут иметь ложно завышенный уровень креатинина.

***Понижено:*** Беременность, возрастные уменьшения мышечной массы

**Мочевая кислота**

Мочевая кислота является конечным продуктом пуринового обмена. Она образуется в печени в результате распада нуклеотидов, дезаминирования аминопуринов и последующего окисления оксипуринов. Выводится из организма почками.

**Референтные интервалы:**

собаки- 9-100 мкмоль/л

кошки- до 150 мкмоль/л

***Повышено:***Значительно - при нарушении выведения мочевой кислоты из организма (заболевания почек, мочекаменная болезнь, ацидоз, токсикоз), подагра – обусловлена увеличением синтеза мочевой кислоты. Незначительно – при приеме корма богатого пуринами (мясо, печень, почки), некоторых гематологических заболеваниях (лейкозы, В12-дефицит. анемия), клеточном цитолизе, сахарном диабете.

***Понижено:*** Диагностического значения не имеет.

**Общий белок**

Общий белок сыворотки состоит, главным образом, из альбуминов и глобулинов. Уровень глобулинов рассчитывается путём вычитания из общего уровня белка уровня альбумина. Гипопротеинемия указывает на гипоальбуминемию, т.к. альбумин является основным сывороточным белком. Концентрация белка сыворотки / плазмы определяется состоянием питания, функцией печени, почек, гидратацией и различными патологическими процессами. Концентрация белка определяет коллоидное осмотическое (онкотическое) давление.

**Референтные интервалы:**

для собак – 40,0 – 73,0 г/л;

для кошек – 54,0 – 77,0 г/л.

для лошадей – 47,0 – 75,0 г/л;

***Повышено:*** Дегидратация, венозный стаз. Опухоли, воспалительные процессы, инфекции, гипериммуноглобулинемия

***Понижено:***Потери белка при гастроэнтеропатиях, нефротический синдром, снижение синтеза белка, хронические гепатиты, гепатозы, нарушение всасывания белка

**Альбумин**

Альбумины – наиболее гомогенная фракция простых белков, почти исключительно синтезирующихся в печени. Около 40% альбуминов находятся в плазме, остальные – в межклеточной жидкости. Основные функции альбуминов – поддержание онкотического давления, а также участие в транспорте мелких эндо- и экзогенных веществ (свободных жирных кислот, билирубина, стероидных гормонов, магния, кальция, лекарственных веществ, и проч.).

**Референтные интервалы:**

для собак – 22,0 – 39,0 г/л;

для кошек – 25,0 – 37,0 г/л.

для лошадей – 27,0 – 37,0 г/л.

***Повышено:*** Состояние дегидратации;

***Понижено:***Дистрофия алиментарная, острые и хронические гепатиты, цирроз печени, заболевания ЖКТ, нефротический синдром, хронический пиелонефрит, синдром Кушинга, кахексия, тяжелые инфекции, панкреатит, экземы, экссудативные дерматопатии.

**Глюкоза**

Уровень глюкозы крови – основной показатель углеводного обмена. Поскольку глюкоза равномерно распределяется между плазмой и форменными элементами, её количество можно определять как в цельной крови, так и в сыворотке и плазме.

**Референтные интервалы:**

для собак – 4,3 – 7,3 ммоль/л;

для кошек – 3,3 – 6,3 ммоль/л.

для лошадей – 3,0 – 7,0 ммоль/л.

***Повышено:*** сахарный диабет, синдром Кушинга, стресс, шок, инсульт, инфаркт миокарда, физическая нагрузка, хронические заболевания печени и почек, феохромацитома, глюкангиома, панкреатит, применение кортикостероидов, никотиновой кислоты, витамина С, диуретиков.

***Понижено:***Заболевания поджелудочной железы, рак желудка, фибросаркома, поражение паренхимы печени, инсулиновый шок

**Холестерин**

Уровень холестерина определяется метаболизмом жиров, который, в свою очередь зависит от наследственности, диеты, функции печени, почек, щитовидной железы и других эндокринных органов. Общий холестерин состоит из липопротеинов низкой и высокой плотности (ЛПНП и ЛПВП) и, приблизительно, пятой части триглицеридов.

**Референтные интервалы:**

для собак – 2,9 – 6,5 ммоль/л;

для кошек – 1.6 – 3,7 ммоль/л.

для лошадей – 2,3 – 3,6 ммоль/л.

***Повышено:*** Гиперлипопротеинемия, заболевания печени, холестаз, хроническая почечная недостаточность, нефротический синдром, опухоли поджелудочной железы, ишемическая болезнь сердца, инфаркт миокарда, гипертоническая болезнь, сахарный диабет, применение кортикостероидов, сульфаниламидов, тиазидных диуретиков

***Понижено:*** Дефицит ЛПВП, гипопротеинемия, опухоли и цирроз печени, гипертиреоз, острая и хроническая почечная недостаточность, печеночная недостаточность (терминальные стадии), ревматоидный артрит, недостаточность питания и всасывания, острые инфекции

**триглицериды**

Жиры корма гидролизуются в тонком кишечнике, абсорбируются и ресинтезируются клетками слизистой, после чего секретируются в лимфатические сосуды в виде хиломикронов. Триглицериды хиломикронов выводятся из крови тканевой липопротеинлипазой. В печени происходит эндогенная продукция триглицеридов. Эти триглицериды транспортируются в ассоциации с -липопротеинами в составе липопротеинов очень низкой плотности (ЛПОНП).

**Референтные интервалы:**

для собак – 0,24 – 0,98 ммоль/л;

для кошек – 0,38 – 1,10 ммоль/л.

для лошадей – 0,1 – 0,4 ммоль/л.

***Повышено:***Гиперлипопротеинемия, сахарный диабет, гепатит, цирроз, обтурационная желтуха, острый и хронический панкреатит, нефротический синдром, хроническая почечная недостаточность, острый инфаркт миокарда, ишемическая болезнь сердца, беременность, стресс; прием кортикостероидов, эстрогенов, бета-блокаторов, диуретиков, диета с высоким содержанием жира, углеводов;

***Понижено:***Голодание, гипертиреоз, острые инфекции, хронические обструктивные заболевания легких, гипертиреоз; прием аскорбиновой кислоты, гепарина;

**Электролиты**

**Калий (К)**

Калий является основным внутриклеточным катионом, концентрация которого в сыворотке регулируется его выделением с мочой, и другими механизмами. Концентрация калия в сыворотке определяет нервно-мышечную возбудимость. Сниженный или повышенный уровень калия в крови влияет на мышечную сократимость

**Референтные интервалы:**

для собак – 4,3 – 6,2 ммоль/л;

для кошек – 4,1 – 5,4 ммоль/л

для лошадей – 2,2 – 4,5 ммоль/л

***Повышено:*** Гемолиз, повреждение тканей, голодание, диабетический кетоацидоз, почечная недостаточность с анурией, олигурией, ацидозом, прием калий сберегающих диуретиков (спиронолактон, триамтерен), бета-блокаторов, ингибиторов АПФ, высоких доз сульфадиметоксина (Ко-тримоксазола).

***Понижено:*** Голодание, рвота, понос, почечный канальцевый ацидоз, альдостеронизм, мышечная атрофия, применение фуросемида, стероидов, инсулина, глюкозы.

**Натрий (Na)**

Натрий – преобладающий внеклеточный катион. Уровень натрия, в первую очередь, определяется волемическим статусом организма.

**Референтные интервалы:**

для собак – 138 – 164 ммоль/л;

для кошек – 143 – 165 ммоль/л.

для лошадей – 130 – 143 ммоль/л.

***Повышено:*** дегидратация, полиурия, сахарный и несахарный диабет, хронический гломерулонефрит, гипопаратиреоз, хроническая почечная недостаточность, опухоли костей, остеолиз, остеодистрофия, гипервитаминоз Д, прием фуросемида, тетрациклина, стероидных гормонов.

***Понижено:***Дефицит витамина Д, остеомаляция, мальадсорбция, гиперинсулинизм, прием анальгетиков, противосудорожных, инсулина. Ложная гипонатриемия может иметь место при тяжелой липемии или гиперпротеинемии, если анализ делается с разведением пробы.

**Кальций общий (Са)**

Кальций сыворотки является суммой ионов кальция, в т.ч. связанного с белками (в основном, с альбумином). Уровень ионов кальция регулируется паратиреоидным гормоном и витамином Д.

**Референтные интервалы:**

для собак – 2,3 – 3,3 ммоль/л;

для кошек – 2,0 – 2,7 ммоль/л.

для лошадей – 2,6 – 4,0 ммоль/л.

***Повышено:*** Гиперпаратиреоз, опухоли костей, лимфома, лейкоз, саркоидоз, передозировка витамина Д

***Понижено:***Гипопаратиреоз, гиповитаминоз Д, хроническая почечная недостаточность, цирроз печени, панкреатит, остеомаляция, применение противосудорожных препаратов.

**ФОСФОР (Р)**

.Концентрация неорганических фосфатов в плазме крови определяется функцией паращитовидных желез, активностью витамина Д, процессом всасывания в ЖКТ, функцией почек, костным метаболизмом и питанием.

Оценивать показатель необходимо в комплексе с кальцием и щелочной фосфатазой.

**Референтные интервалы:**

для собак – 1,13 – 3,0 ммоль/л;

для кошек – 1,1 – 2,3 ммоль/л.

для лошадей – 0,7 – 1,9 ммоль/л.

***Повышено:*** Почечная недостаточность, массивные гемотрансфузии, гипопаратиреоидизм, Гипервитаминоз Д, опухоли костей, лимфома, лейкоз, кетоз при сахарном диабете, заживающие переломы костей, применение диуретиков, анаболических стероидов.

***Понижено:***Гиперпаратиреоз, гиповитаминоз Д (рахит, остеомаляция), заболевания ЖКТ, нарушение питания, сильная диарея, рвота, струйное внутривенное введение глюкозы, инсулинотерапия, применение противосудорожных препаратов.

**Железо (Fe)**

Концентрация железа в сыворотке определяется его всасыванием в кишечнике; депонированием в кишечнике, печени, костном мозге; степенью распада или потерей гемоглобина; объемом биосинтеза гемоглобина.

**Референтные интервалы:**

для собак – 20,0 – 30,0 мкмоль/л;

для кошек – 20,0 – 30,0 мкмоль/л.

для лошадей – 13,0 – 23,0 мкмоль/л.

***Повышено:*** гемосидероз, апластическая и гемолитическая анемия, острый (вирусный) гепатит, цирроз, жировая дистрофия печени, нефрит, отравление свинцом; приём эстрогенов.

***Понижено:***Железодефицитная анемия, нефротический синдром, злокачественные опухоли, инфекции, послеоперационный период.

**Магний (Mg)**

Магний, в первую очередь, является внутриклеточным катионом (60% содержится в костях); он является необходимым кофактором многочисленных ферментных систем, особенно АТФаз. Магний влияет на нервно-мышечный ответ и возбудимость. Концентрация магния во внеклеточной жидкости определяется его всасыванием из кишечника, выделением почками, и обменом с костями и внутриклеточной жидкостью.

**Референтные интервалы:**

для собак – 0,8 – 1,4 ммоль/л;

для кошек – 0,9 – 1,6 ммоль/л.

для лошадей – 0,6 – 1,5 ммоль/л.

***Повышено:*** Дегидратация, почечная недостаточность, травма тканей, гипокортицизм; прием ацетилсалицилата (длительное), триамтерена, солей магния, прогестерона.

***Понижено:***Недостаток магния, тетания, острый панкреатит, беременность, понос, рвота, применение диуретиков, солей кальция, цитратов (при гемотрансфузии).

**Хлор (Cl)**

Хлор – важнейший неорганический анион внеклеточной жидкости, важен в поддержании нормального кислотно-щелочного равновесия и нормальной осмоляльности. При потере хлоридов (в виде HCl или NH4Cl) наступает алкалоз, при приёме внутрь или инъекции хлоридов возникает ацидоз.

**Референтные интервалы:**

для собак – 96,0 – 118,0 ммоль/л;

для кошек – 107,0 – 122,0 ммоль/л.

для лошадей – 94,0 – 106,0 ммоль/л.

***Повышено:*** Гипогидратация, острая почечная недостаточность, несахарный диабет, почечный канальцевый ацидоз, метаболический ацидоз, респираторный алкалоз, гипофункция надпочечников, черепно-мозговые травмы, приём кортикостероидов, салицилатов (интоксикации).

***Понижено:***Алкалоз гипохлоремический, после пункций при асците, длительная рвота, понос, респираторный ацидоз, нефриты, прием слабительных, диуретиков, кортикостероидов (длительно).

**Кислотность (pH)**

**Референтные интервалы:**

для собак – 7,35 – 7,45 ;

для кошек – 7,35 – 7,45;

для лошадей – 7,35 – 7,45.

***Повышено:*** Алкалоз (респираторный, нереспираторный)

***Понижено:***Ацидоз (респираторный, метаболический