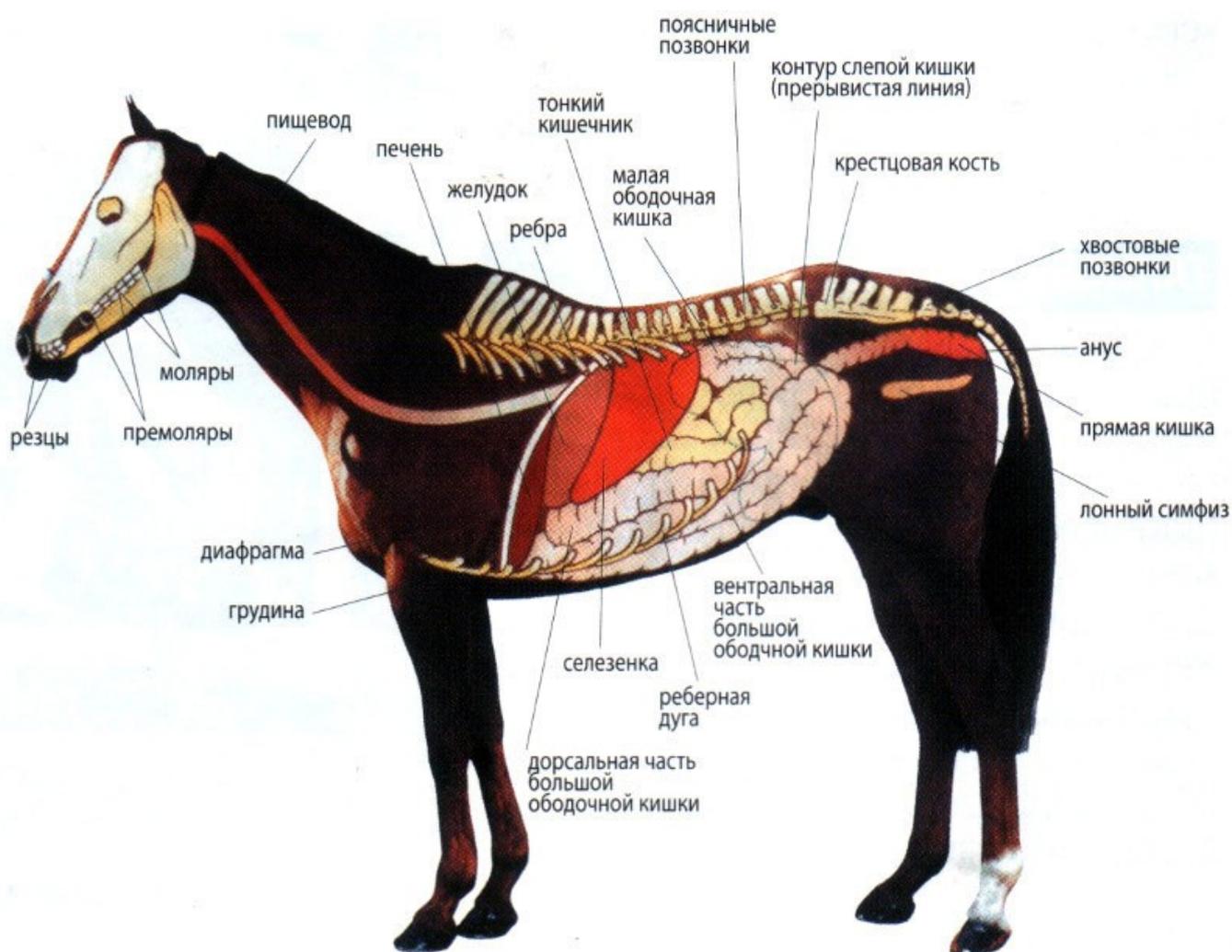


ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ЛОШАДИ

Система пищеварения включает в себя ротовую полость, глотку, пищевод, желудок, тонкий и толстый отделы кишечника, печень, поджелудочную железу и механизмы регуляции их функций. Лошадь, приспособленная к подвижному образу жизни, по сравнению с другими копытными травоядными имеет менее объемистые органы пищеварения и хорошо развитые челюсти, жевательные мышцы, зубы, губы и язык.



- Одной из важнейших биологических особенностей лошади, во многом обуславливающей правила ее содержания, является строение пищеварительного аппарата, состоящего из небольшого однокамерного желудка и объемного толстого кишечника.
- В отличие от КРС лошади не обладают способностью отрыгивать пищу для ее пережевывания, из-за чего количество корма, выдаваемого за 1 раз, должно быть ограниченным, в противном случае возможна закупорка пищевода. Именно поэтому кормят лошадей часто, но маленькими порциями.
- Благодаря строению жевательной системы лошади могут прекрасно разрабатывать твердые зерновые корма. У них крепкие мощные зубы, среди которых особенно развиты резцы и коренные, и сильные жевательные мускулы. Это позволяет хорошо подготовить твердый корм к усвоению его желудком.

С точки зрения адаптационных способностей пищеварительной системы лошадь относится к травоядным животным.

Пищеварение в полости рта состоит из трех этапов: приема корма, собственно ротового пищеварения и глотания.

Прежде чем принять корм, лошадь оценивает его с помощью органов зрения, обоняния, осязания. В приеме корма участвуют губы, резцы и частично язык. Лошадь захватывает траву подвижными губами, фиксирует резцами и отрывает ее резким движением головы. Зерно и измельченные корма она ощупывает губами и захватывает маленькими порциями. Сено отправляется в ротовую полость с помощью губ и языка и отчасти откусывается резцами, свекла и картофель захватываются преимущественно резцами и частично измельчаются. Воду и жидкий корм лошади пьют, насасывая через узкую щель между губами. При этом нижняя челюсть опускается, а язык отодвигается в глубь ротовой полости и жидкость проходит к глотке.

У лошади имеется 12 резцов, 24 коренных зуба и 4 клыка (у жеребцов). Резцы служат для отрезания и захватывания растительного корма, коренные зубы обеспечивают его перетирание. Клыки у жеребцов являются орудием нападения и защиты. Все зубы у лошади длиннокоронковые, коренные зубы складчатые.

Захваченная порция корма языком направляется на поверхность коренных зубов и движениями нижней челюсти тщательно пережевывается.

ся. Лошадь жует попеременно то на одной, то на другой стороне при закрытой ротовой щели. Одностороннее жевание может продолжаться до 40 мин. Интенсивность жевания зависит от характера корма. Для пережевывания 1 кг овса требуется 9 мин, 1 кг сена — 8 мин. На одну порцию сухого корма (массой 15—22 г) лошадь совершает 30—50 жевательных движений, т. е. в среднем 70—80 движений в минуту.

В ротовом пищеварении у лошади участвуют все слюнные железы: околоушные, подъязычные, подчелюстные. Кроме того, у нее хорошо развиты губные, щечные, язычные, верхние и нижние челюстные слюнные железы. Количество отделяемой слюны зависит от характера корма, жевания. Большое количество слюны выделяется на грубые корма, значительно меньше — на зеленую траву и увлажненные кор-

ма. Если на 1 кг сена выделяется 2,5—3 л слюны, то на 1 кг овса — 1,5 л, а на 1 кг травы — 1 л. Суточное количество слюны при скармливании сочных кормов колеблется от 5 до 8 л, сухих кормов — от 40 до 50 л. Ротовое пищеварение заканчивается формированием пищевого кома и глотанием. Масса пищевого кома у одних пород лошадей составляет 10—20 г, у других пород — 32—42 г, объем глотка воды 11 мл. Перед входом в желудок малые порции корма и воды задерживаются на короткое время для объединения со следующей порцией, а затем сокращением пищевода продавливаются в желудок. Большие порции корма быстро проходят по пищеводу и поступают в желудок. Большие объемы жидкости втекают в желудок непрерывной струей. Длина пищевода у лошади 1,5 м. Пищевой ком проходит по пищеводу за 7—8 с, а вода — за 1—3 с. Глотательные движения у лошади сопровождаются синхронными движениями ушей.

Секреторная функция слюнных желез. В смачивании слюной корма у лошади участвуют все слюнные железы, но особую роль играют околоушные.

Слюноотделение у лошади прерывистое (периодическое), т. е. вне приема корма оно отсутствует и наступает только при кормлении. При этом отмечена функциональная асимметрия в работе слюнных желез. Больше слюны выделяется на стороне жевания. Период одностороннего жевания может продолжаться до 40 мин. Ведущим раздражителем является механическое раздражение рецепторов ротовой полости, но отмечена их реакция на химические вещества. Возможно и условно-рефлекторное возбуждение. У лошади за сутки в среднем выделяется 40-50 л слюны (у пони — 5—7 л). Наибольшее количество слюны выделяется на сухие корма. В слюне обнаружены амилалитические ферменты, но их мало. При кормлении концентратами количество ферментов увеличивается.

Пищеварение в желудке. Желудок лошади относительно небольшой, однокамерный, сложный, вместимость составляет 7-25 л. В желудке различают кардиальную, фундальную и пилорическую части. Кардиальная часть сообщается с пищеводом, представлена слепым мешком, слизистая которого образована плоским эпителием и не имеет желез. Слепой мешок является функциональным аналогом преджелудков жвачных. Щелочная реакция в слепом мешке обусловлена поступающей сюда из ротовой полости слюной. Здесь протекают амилолитические процессы при участии ферментов слюны, корма и бактериальных ферментов, которые адсорбируются на микроворсинках слизистой, что значительно увеличивает их активность.

У лошади невозможен акт рвоты в силу наличия мощного кардиального сфинктера пищевода при входе в желудок, слабого развития рвотного центра, наличия слепого мешка и глубокого расположения желудка в брюшной полости. Корм, поступающий в желудок, располагается полойно, наслаиваясь на остаточное содержимое и заполняя фундальную часть и слепой мешок. В таком положении он сохраняется в течение нескольких часов. При регулярном кормлении желудок у лошади всегда бывает заполнен. Даже после 36—48-часового голодания в нем остается жидкое содержимое. Процесс желудочного пищеварения у лошади является протеолитически-амилолитическим. Поэтому в течение первых 2 ч после приема корма в желудке происходит расщепление углеводов за счет ферментов слюны и растительного корма. Попавшие в слепой мешок порции корма перемешиваются с микроорганизмами (более 24 видов) и подвергаются интенсивному брожению. Брожение сопровождается интенсивным образованием газов — угле-

кислоты, водорода; отрыжка газов из желудка лошади исключена. Во всех частях желудка идет одновременное переваривание крахмала, белков и жиров. Вследствие отсутствия в желудке целлюлозолитических бактерий клетчатка здесь не переваривается и проходит транзитом в слепую кишку.

Из кормовой массы слепого мешка выделено 24 вида микроорганизмов, в основном это лактобациллы, стрептококки, дрожжи, некоторые из них сбраживают углеводы с образованием ЛЖК, а также метана и углекислого газа. Газы скапливаются под куполом слепого мешка. Важно отметить, что целлюлоза в желудке лошади не расщепляется, и, следовательно, проходит через желудок без изменений.

К кардиальной части желудка относится также узкая зона, расположенная на границе между слепым мешком и фундальной частью. В этой зоне имеются железы, вырабатывающие щелочной секрет, функции которого в связи с методическими трудностями изучены недостаточно.

Фундальная (донная) часть желудка выделяет основную массу желудочного сока. Желудочный сок лошади имеет кислую реакцию. Общая кислотность — 0,24%, содержание свободной кислоты 0,14% (колебания 0,05-0,25%), рН колеблется от 1,13 до 6,78. Низкая концентрация соляной кислоты является важным условием для развития бродильных процессов. В состав желудочного сока входят соли натрия, калия, фосфаты, сульфаты, белки (нуклеопротеиды, глобулины), а также пищеварительные ферменты — пепсин, химозин, липаза (главным образом у молодых животных). Желудочный сок лошадей обладает бактерицидным действием в отношении стафилококков и стрептококков. В фундальной части желудка протекают главным образом протеолитические процессы.

Пилорический отдел желудка выделяет сок щелочной реакции, в составе сока содержится слизь, пепсин, химозин и липаза. Для изучения закономерностей желудочного сокоотделения используется павловская методика, широко применяется также метод зондирования. Желудочные железы у лошади секретируют непрерывно, их деятельность не прекращается даже при длительном голодании (до 3 и более суток), хотя уровень секреции, ферментативная активность и кислотность снижаются. Даже «пустой» желудок выделяет до 30 л сока в сутки, что позволяет использовать лошадей в качестве продуцентов желудочного сока.

Кормление усиливает фоновую секрецию. При этом динамика и количество выделенного сока зависят от вида корма. Сильными возбудителями желудочного сокоотделения являются зеленая трава, клеверное сено, морковь, отруби, овес, комбикорма. Добавки к кормам поваренной соли, горечей и технологическая обработка корма усиливают желудочную секрецию. Слабыми возбудителями желудочной секреции оказались луговое сено, свекла и картофель. При пастбищном содержании и регулярном кормлении в стойле в желудке лошадей всегда остается остаток корма, расположенный главным образом в области большой кривизны фундальной части. Корм располагается в желудке послойно. Среди особенностей желудочного пищеварения у лошади следует отметить быструю эвакуацию воды (2—4 минут). Из-за особенностей анатомического строения (пищеводное и пилорическое отверстия сближены) вода по малой кривизне переходит прямо в кишечник. Поэтому лошадь может выпить воды в несколько раз больше, чем вмещает ее желудок, что может вызвать особое токсико-аллергическое состояние — «обпой».

Так же, как и у собак, у лошадей выделены две фазы желудочного сокоотделения: **сложнорефлекторная и нейрогуморальная**. Доказана возможность образования условных рефлексов на процедуру кормления.

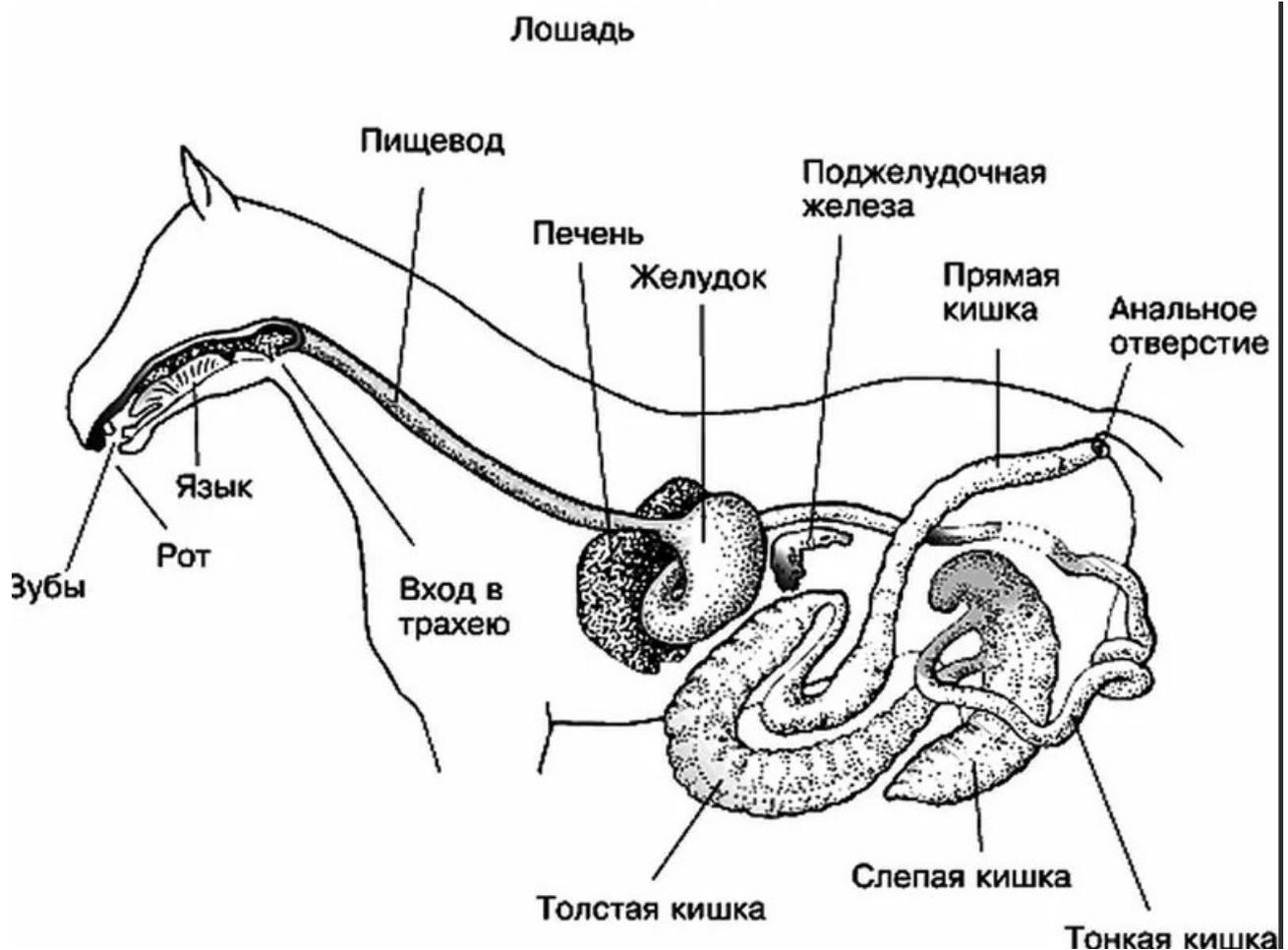
Пищеварение в кишечнике. Тонкий кишечник у лошади по сравнению с другими животными средних размеров. Секреция поджелудочного сока и желчи непрерывная. Напомним, что **у лошадей отсутствует желчный пузырь**.

Исследования секреторной деятельности поджелудочной железы у лошади установили, что соляная кислота является возбудителем секреции поджелудочного сока. Кроме того, они показали, что переваривающая сила его на белок, углеводы и жиры у лошади слабее, чем у собаки. С помощью дуоденального зонда извлекали содержимое двенадцатиперстной кишки у лошади и определяли в нем переваривающую способность панкреатического фермента. Обнаружено, что концентрация ферментов поджелудочного сока в обычных условиях гораздо выше, чем натошак. Известно, что основные ферменты поджелудочного сока (трипсин и липаза) малодейтельны и активируются лишь после соприкосновения с кишечным соком и желчью. Имеются сведения о влиянии желчи на переваривание белков поджелудочным соком — желчь предохраняет активный трипсин от саморазрушения, поэтому время действия протеолитического фермента удлиняется, а количество переваренного белка увеличивается. Следовательно, между секреторной деятельностью поджелудочной железы и желчеотделительной функцией печени существует взаимосвязь. При прекращении тока желчи в двенадцатиперстную кишку наблюдается значительное снижение липолитической активности поджелудочного сока. Вода и крахмал не являются возбудителями выделения желчи. Введение соляной кислоты, раствора глицерина, мыла, желчи и пептона в желудок усиливало желчеотделение.

Установлено, что отделение желчи, как и секреция панкреатического сока, происходит непрерывно: кормление усиливает, а голодание снижает ее. Введение животным пилокарпина усиливает желчеотделение, атропин снижает его — очевидно, что желчеотделение при еде усиливается рефлекторно, с участием симпатических и парасимпатических нервов. В результате столкновения в эксперименте пищевого и оборонительного рефлексов у животных возникало нарушение желчеотделительной реакции печени. Причем это нарушение держалось в течение двух месяцев со дня сшибки, затем желчеотделение восстанавливалось до исходной величины. В состав кишечного сока входят слизь, протео-, липо — и амилалитические ферменты.

Пищеварение в толстом кишечнике

В толстый отдел кишечника входят слепая, ободочная и прямая кишки. Слепая кишка у лошади сильно развита, длина ее около 1 м, вместимость 30—35 л. Она имеет своеобразную форму гигантской запятой. На ее теле имеется два отверстия: более крупное является началом ободочной кишки, второе служит входом подвздошной кишки в слепую. У лошади сильно развита и ободочная кишка, которая делится на большую, вместимостью от 80 до 215 л, и малую — вместимостью 15 л. Продолжением малой ободочной кишки является прямая кишка, заканчивающаяся анусом, который у лошади втулкообразно выпячивается до 3—4 см.



Толстый кишечник хорошо сформирован, имеет длину 6—9 м, вместимость 90-100 л, включает три отдела: слепую, ободочную и прямую кишки. Слепая кишка у лошадей (длина около 1 м, объем 30-35 л) считается «вторым желудком», так как здесь перевариваются 40-50% всей клетчатки и до 40% белка. В слепой кишке обитают бактерии, инфузории, дрожжи. Первые сведения о нахождении инфузорий в кишечнике лошади появились в середине XIX в. О происхождении инфузорий, располагающихся в кишечнике и адаптированных к эндопаразитическому образу жизни, существует предположение, позволяющее представить, что свободноживущие инфузории мелководных водоемов проглатывались во время водопоя и заселяли у лошадей толстый кишечник. Если продукты брожения, продуцируемые микроорганизмами слепой и толстой кишок, могут всасываться в стенке кишки, то накопленные в теле инфузорий питательные вещества не могут перевариваться и, удаленные в ходе акта дефекации, безвозвратно теряются для организма хозяина.

Весьма интересным представляется мнение о том, что инфузории препятствуют слишком интенсивному росту гнилостных бактерий и выполняют роль «санитара» толстого кишечника. У лошадей частой причиной тяжелого заболевания и даже смерти животного становится тимпания кишечника, в ходе которой в кишечнике скапливаются газы, полученные в ходе брожения. В 1 г содержимого примерно 15 млрд микроорганизмов, в том числе целлюлозолитические бактерии, аналогичные бактериям рубца жвачных, имеются бактерии, сбрасывающие клетчатку с образованием ЛЖК. Установлен микробный синтез витаминов группы В и витамина К. В опытах, проведенных на лошадях, была установлена возможность использовать для синтеза белка ^{15}N -мочевину и фосфат аммония. Это обстоятельство может иметь практическое значение, поскольку позволяет снизить дефицит белка у моногастрических животных.

В толстом кишечнике всасываются питательные вещества и вода, формируется кал. Количество кала 15—25 кг в сутки. Среднее время пребывания корма в желудке лошади 13 ч, продолжительность эвакуации кормовых масс из пищеварительного тракта 3-5 дней.

Скорость прохождения корма через отдельные участки пищеварительного тракта отмечается у лошадей значительными колебаниями. Она зависит от многочисленных факторов, но в первую очередь от состава рациона. При тщательном пережевывании порции корма задерживаются в ротовой полости 30—60 с. При проглатывании порция корма проходит через пищевод в среднем за 12 с. Первые порции в пустом желудке задерживаются около 6—12 мин. Среднее время пребывания корма в желудке составляет 13 ч. Содержимое желудка проходит через тонкий отдел кишечника за 5—6 ч.

Время пребывания содержимого в слепой кишке после кормления овсом, сеном составляет 18—24 ч, в ободочной кишке — 48 ч, в прямой кишке 72—96 ч. Таким образом, в пищеварительном тракте лошади корм пребывает в среднем 96—100 ч.

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ

Это совокупность сложных процессов превращения веществ и энергии, происходящих в живых организмах и обеспечивающих его жизнедеятельность во взаимосвязи с внешней средой.

- Обмен веществ у лошадей протекает очень интенсивно. При высокой физической нагрузке их пульс может учащаться в 4 раза, а частота дыхания увеличиваться в 10—12 раз. При этом животное затрачивает огромное количество энергии, высвобождение которой возможно благодаря уникальной способности лошадей к анаэробному дыханию, т. е. окислению и распаду питательных веществ без участия кислорода. Эта способность позволяет животным выдерживать очень сильную и длительную физическую нагрузку.
- Тем не менее лошадь не может регулировать образование энергии, поэтому, что называется, работает на износ. Так, например, ослы, также издревле используемые человеком для верховой езды и перевозки грузов, почувствовав истощение сил, останавливаются и не двигаются с места, пока не отдохнут и не восстановятся, а лошадь будет продолжать работать вплоть до падения и гибели.
- Сердечно-сосудистая и дыхательная системы у лошадей очень хорошо развиты. Полный круг кровообращения у них осуществляется примерно за 30 с, частота пульса в норме (без повышенной нагрузки) составляет 36—44 удара в минуту. Температура тела в состоянии покоя колеблется от 37 до 38,5 °С, а при интенсивной физической нагрузке повышается до 39—39,5 °С (это норма для рабочего состояния). Дыхание осуществляется только через ноздри. Его частота в состоянии покоя находится в диапазоне 8—16 дыхательных движений в минуту, а при нагрузке (на беге рысью и галопом) доходит до 120 в минуту.

Обмен веществ и энергии у лошадей различается в зависимости от породы, пола и возраста. Однако необходимо отметить, что энергия переваримых питательных веществ в организме **лошадей** используется с высокой эффективностью. В среднем обменная энергия переваримых питательных веществ составляет 89%, а потери в моче и кале не превышают 11% от переваримой энергии.

Обмен белков. Белки являются пластическим материалом, необходимым для построения всех клеток и тканей, и обуславливают все основные жизненные проявления. У взрослой лошади при нормальном кормлении отмечается азотистое равновесие. Белковый минимум (г) на

1 кг живой массы для лошади составляет: в покое 0,7—0,8, во время выполнения физических нагрузок 1,2—1,42. Недостаток незаменимых аминокислот или снижение уровня белка в рационе лошадей приводит к ухудшению аппетита, снижению прироста массы у взрослых лошадей, замедленному, неравномерному росту у жеребят, к снижению работоспособности, ослаблению резистентности организма и ухудшению воспроизводительной функции. Большинство аминокислот всасывается у лошади в тонком отделе кишечника. Аминокислоты, синтезированные микрофлорой в слепой кишке и в толстом отделе кишечника, используются в организме не очень эффективно. У взрослых лошадей в слепой кишке возможно превращение мочевины в микробный белок с последующим всасыванием аминокислот, но уровень ее использования по сравнению с натуральными добавками невелик.

Потребность лошадей в белке зависит от возраста, физиологического состояния, степени их тренированности и физических нагрузок, выполняемых ими. Так, потребность лошадей в белке снижается по достижении ими массы взрослых животных. При работе потребность лошади в белке повышается очень незначительно или совсем не повышается по сравнению с поддерживающим уровнем. Небольшое количество азотистых соединений, включая белок, теряется с потом. Повышенная потребность работающих лошадей в энергии обеспечивается увеличением потребления корма. Небольшой избыток белка в рационе не оказывает отрицательного влияния на лошадь. Он разрушается в организме и используется в качестве источника энергии, подобно углеводам и жирам. Конечными продуктами белкового обмена являются мочевины, креатинин, играющий большую роль в мышечном обмене.

Обмен углеводов. Углеводы являются основным источником энергии, обеспечивая до 60—75 % потребности организма в ней. Углеводы выполняют и пластическую функцию, входя в структурные компоненты клеток и их мембран. Источниками энергии для лошади являются глюкоза, всосавшаяся в тонком отделе кишечника, и летучие жирные кислоты (ЛЖК), образовавшиеся в слепой и ободочной кишках и всосавшиеся в кровь. Гидролиз клетчатки, составляющей основную массу растительного корма, осуществляется у лошади в толстом отделе кишечника, под влиянием ферментов микрофлоры. Часть образовавшейся глюкозы всасывается в кровь, часть используется микрофлорой для питания, а остальная сбрасывается до ЛЖК, которые всасываются в кровь и используются организмом в качестве источника энергии. За счет ЛЖК поступает более 25 % всей энергии, необходимой организму лошади. Гликоген синтезируется из глюкозы, это происходит не только в печени, но и в других органах и тканях (головной мозг, мышцы). Особенно значительно содержание гликогена, который у лошади играет доминирующую роль в обеспечении энергией работающих мышц, в скелетных мышцах (до 4 %). Несмотря на интенсивный обмен углеводов

концентрация глюкозы в крови лошади относительно постоянна и составляет 60—100 мг%.

Обмен липидов. Жиры и липиды наряду с углеводами являются важным источником энергии и эндогенной воды в организме, входят в состав протоплазмы клеток, их органелл, биологических мембран. Содержание жира в рационе лошади колеблется от 2 до 5 %. Жир выполняет несколько функций, служит:

- источником энергии;
- источником незаменимых жирных кислот;
- необходимым растворителем для всасывания жирорастворимых витаминов;
- улучшателем вкуса некоторых кормов.

Жиры являются важным источником энергии для интенсивно работающих лошадей. Введение жира в рацион оказывает благоприятное воздействие на работоспособность, стабилизирует уровень глюкозы в крови и повышает соотношение свободных жирных кислот и глюкозы. У лошадей, получающих хорошие сбалансированные рационы, не наблюдается дефицита незаменимых жирных кислот. Жиры имеют важное значение в регуляции теплового баланса. Наибольшая толщина подкожного жира у лошади в области крестца, затем в области плеча и наименьшая — в области ребер.

Обмен воды. Вода необходима для нормальной жизнедеятельности организма, так как входит в состав каждой клетки, является растворителем всех веществ, поступающих в организм, участвует во всех биохимических процессах, обмене веществ и выделении конечных продуктов обмена веществ. Обмен воды тесно связан с обменом минеральных солей. Основным депо воды в теле животного являются мышцы (50 %), затем кожа, подкожная клетчатка, печень, почки. Потребность в воде у лошади зависит от возраста, упитанности, характера кормления, температуры внешней среды и выполняемой работы. С возрастом лошади, с повышением ее упитанности потребность в воде уменьшается. Потребление воды коррелирует с поступлением сухого вещества корма. Установлено, что на 1 кг сухого вещества корма в условиях умеренных температур лошади потребляют 2—3 л воды. Спортивная или рабочая нагрузка лошади также оказывает влияние на потребность ее в воде, повышая ее вдвое по сравнению с состоянием покоя. Лошади сильно потеют при выполнении физической нагрузки. Выделение воды из организма происходит через почки (до 50 %), кишечник, кожу и легкие с потом и дыханием (до 35 %). Недостаток воды приводит к потере аппетита, что обуславливает замедление роста, снижение эффективности использования корма и работоспособности. Лошадь, лишенная воды, погибает через 17—18 дней.

Минеральный обмен. Минеральные вещества входят в состав всех органов и тканей организма. Они обеспечивают водный баланс, осмо-

тическое давление крови, регулируют ионное и кислотно-щелочное равновесие и др. Для лошадей наибольшее значение имеют следующие макроэлементы: кальций, фосфор, натрий, хлор, калий, магний, сера, железо.

Кальций в основном (до 99 %) содержится в скелете и зубах. Кальций и фосфор составляют половину минеральных веществ всех тканей организма лошади. Кальций используется для образования костной ткани, участвует в сокращении мышц, свертывании крови, обеспечивает возбудимость нервной и мышечной тканей.

Фосфор, как и кальций, содержится во всех тканях и жидкостях организма. До 80 % находится в скелете и зубах лошади. Он участвует в процессах фосфорилирования, входит в состав таких макроэргических соединений, как аденозинтрифосфат (АТФ) и креатинфосфат. При нарушении обмена фосфора и кальция возникает остеопороз, остеомаляция. На потребность лошадей в кальции и фосфоре оказывает влияние возраст, темп роста, продуктивность, нагрузка при работе, качество кормов и воды.

Натрий и **хлор** тесно связаны в процессе обмена. Недостаток натрия снижает использование переваримого протеина, животные хуже поедают корма, у них извращается аппетит, грубеет шерстный покров, усиливается выделение пота, они быстрее утомляются и истощаются. Потребность лошади в натрии зависит от типа кормления, продуктивности, возраста, физиологического состояния (жеребость, лактация), характера работы, температуры воздуха и др.

Калий. Основным депо его является мышечная ткань (до 65 %). Калий участвует в поддержании осмотического давления, кислотно-щелочного равновесия, водного баланса, в обмене углеводов, вместе с ионами натрия участвует в процессе возбуждения. Соли калия влияют на работу сердца. При недостатке калия у лошадей нарушается деятельность сердца и почек, ухудшается аппетит, возникает диарея, у жеребят замедляется рост.

Магний. Около 70 % всего магния организма содержится в скелете, зубах, 20 % в мышцах и 10 % в остальных тканях и жидкостях. Магний участвует в обмене веществ, в сокращении мышц, входит в пропердиновую систему, обеспечивающую естественную резистентность организма, активизирует ряд ферментных систем, процессы окислительного фосфорилирования. При недостатке магния в рационе у лошадей повышается возбудимость нервной системы, возникает дрожание мышц, конвульсии конечностей, потливость. У жеребят отмечается дегенерация легких, селезенки, скелетной мускулатуры и сердечной мышцы.

Сера является важным компонентом серосодержащих аминокислот, биологически активных веществ (инсулин, кофермент А, витамин В₁ и др.), белков. Она участвует в обезвреживании ядовитых веществ.

Железо. Основная часть железа (65 %) содержится в крови (в гемоглобине и миоглобине), 20 % в мышцах, 5 % в печени, 5—6 % в скелете, 2 % в селезенке и 2—3 % в других органах. Соединения железа выполняют в организме окислительные функции. Железо участвует в кроветворении. При его недостатке нарушается синтез гемоглобина, что ведет к возникновению у животных микроцитарной гипохромной анемии. У лошадей при этом снижается уровень гемоглобина, затрудняется и учащается дыхание, они слабеют, быстро утомляются, становятся более восприимчивыми к стресс-факторам и заболеваниям.

Из микроэлементов для лошадей имеют значение медь, кобальт, цинк, марганец, йод, молибден, фтор.

Медь входит в состав белковых соединений и ферментов. Она необходима для процесса кроветворения, участвует в пигментации и кератинизации шерсти, остеогенезе, воздействует на воспроизводительную функцию. Недостаток меди в кормах вызывает у лошадей анемию, нарушает образование костной ткани, шерстный покров грубеет.

Кобальт. Содержание его в организме лошади невелико. Кобальт играет важную роль в синтезе витамина В₁₂. У лошадей он синтезируется микрофлорой в толстом отделе кишечника. Биологический эффект кобальта обусловлен его присутствием в витамине В₁₂, действие которого на организм многообразно. Он регулирует все виды обмена веществ, гемопоэз, участвует в синтезе метионина, активизирует множество ферментов. Потребность лошадей в кобальте ниже, чем у крупного рогатого скота.

Цинк содержится во всех органах и тканях организма лошади. Он является компонентом многих ферментных систем и играет важную роль в различных обменных процессах, участвует в процессе дыхания, влияет на рост, развитие, воспроизводительную функцию, костеобразование, кроветворение. Он необходим для развития и поддержания в хорошем состоянии кожи и шерстного покрова.

Марганец входит в состав многих ферментных систем и участвует в окислительно-восстановительных процессах, тканевом дыхании, костеобразовании, кроветворении, влияет на рост, размножение, функцию эндокринных желез, участвует в обмене белков, углеводов, жиров.

Биологическая роль *йода* обусловлена его наличием в составе тиреоидных гормонов. Эти гормоны регулируют основной обмен, обмен белков, углеводов, жиров, процессы теплообразования, влияют на рост, развитие, размножение, синтез молока. Недостаток йода отрицательно влияет на воспроизводительную функцию лошадей. У жеребцов снижается половая активность и качество спермы, у кобыл нарушается половая цикличность, а при наступлении беременности возможно рождение мертвых или слабых жеребят.

Молибден участвует в окислительно-восстановительных процессах, входя в состав ряда ферментных систем, оказывает важное влияние на

пуриновый, углеводный и липидный обмены и содержание витамина С. Лошади устойчивы к избытку молибдена в кормах.

Селен оказывает антиоксидантное действие, участвует в окислительном фосфорилировании, влияет на иммунобиологическую реактивность организма, в сетчатке глаза участвует в фотохимических реакциях светоощущения. Недостаток селена в рационе вызывает у жеребят в возрасте 25 месяцев беломышечную болезнь. У лошадей отмечается отслоение копытного рога, хромота, выпадение волос из гривы, хвоста, атрофия и цирроз печени, хронический нефрит. В поздних стадиях наблюдается деформация копыт, слепота, параличи.

Фтор играет значительную роль в формировании зубной эмали, костной ткани, влияет на активность ферментов и обмен веществ.

Витамины — низкомолекулярные органические соединения, обеспечивающие в очень малых дозах нормальное течение биохимических и физиологических процессов в организме.

Недостаточность *витамина А (ретинол)* у лошади характеризуется анорексией (отсутствием аппетита), ухудшением роста, ночной слепотой, слезотечением, кератинизацией роговой оболочки глаз, кожи, нарушением воспроизводительной функции, прогрессирующей слабостью.

Витамин D (кальциферол) необходим для обеспечения нормального всасывания и использования кальция и фосфора в организме, для образования костной ткани, а также влияет на использование азота, углеводов. При недостатке витамина D снижается кальцификация костей, у жеребят развивается рахит, а у взрослых лошадей возникает их размягчение — остеомалация, анкилозы и опухание суставов, наблюдается «деревянная походка», деформация костей, их переломы.

При недостатке *витамина E (токоферол)* нарушается спермиогенез у жеребцов, развитие зародыша у кобыл, что в дальнейшем приводит к гибели и рассасыванию плода.

Витамин K (филлохинон) играет важную роль в процессе свертывания крови. Он необходим для синтеза протромбина и тромбопластина, участвует в нормальном функционировании клеточных мембран, в биоэнергетических процессах и ферментном обмене.

Витамин C (аскорбиновая кислота) участвует в окислительно-восстановительных процессах, в образовании опорных белков, в окислении тирозина и обмене нуклеиновых кислот, синтезе и отложении гликогена в печени, ускоряет заживление ран, повышает сопротивляемость организма к различным инфекциям и неблагоприятным воздействиям внешней среды, обеспечивает нормальную проницаемость капилляров, влияет на кровообращение. При дефиците витамина C развивается цинга. У лошадей витамин C синтезируется в самом организме.

При дефиците *витамина B₁ (тиамин, аневрин)* у лошадей наблюдаются потеря аппетита, снижение живой массы, нарушение координа-

ции движений (особенно задних конечностей). Некоторые лошади страдают гипертрофией сердца, слепотой, диареей и истощением. Тиамин синтезируется у лошадей в желудочно-кишечном тракте, 25 % свободного тиамин в химусе слепой кишки всасывается в кровь.

Витамин B₂ (рибофлавин) необходим для нормального обмена углеводов, белков, хорошего зрения, правильного развития плода, синтеза гемоглобина, для нормальной функции половых желез и нервной системы. Недостаток его вызывает задержку роста, слепоту, ухудшает использование белка корма.

Недостаточности *витамина B₃ (пантотеновая кислота)* у лошадей не отмечается.

Витамин B₆ (пиридоксин, адермин) у лошадей синтезируется в слепой кишке. При отсутствии витамина B₆ аминокислота триптофан в организме лошадей не усваивается.

Витамин B_c (фолиевая кислота, фолацин) у лошадей синтезируется в слепой кишке. Дефицит ее вызывает у них замедление роста, анемию.

Витамин B₁₂ (цианкобаламин) в организме лошадей синтезируется микрофлорой толстого отдела кишечника, его недостаточности у лошадей не отмечается.

Витамин PP (витамин B₅, никотиновая кислота) участвует в образовании желудочного и поджелудочного соков, влияет на сердечно-сосудистую систему, кровообразование. Симптомы недостаточности никотиновой кислоты у лошадей не наблюдаются. Установлено, что у них она синтезируется из триптофана в тканях тела.

При дефиците *витамина В₄ (холин)* наблюдается развитие жировой дистрофии печени, нарушается регуляция сердечно-сосудистой системы и мышечного сокращения.

Обмен энергии. Количество энергии, заключающееся в питательных веществах корма, принятого животным, составляет валовую энергию. Часть питательных веществ корма не переваривается и выделяется с калом, при этом теряется часть энергии. У лошадей эти потери составляют 35—40 % валовой энергии корма. После потерь энергии с калом в организме остаются переваримые питательные вещества и заключенная в них энергия. Часть этой энергии теряется с мочой и газами. У лошадей она составляет 2—5 % валовой энергии корма. Оставшаяся энергия питательных веществ корма (обменная) в организме лошади используется на различные физиологические процессы: на поддержание жизненных функций, рост, теплопродукцию, деятельность скелетных мышц и образование продукции (приплод, молоко, сперма, привес). Величина обменной энергии зависит от объема выполняемой работы. Движение

лошади с максимальной скоростью (40—60 км/час) увеличивает обменную энергию в 60 раз по сравнению с поддерживающей энергией. Потребности лошади в энергии для проявления разных видов активности различны и составляют (в килокалориях на 1 кг массы): шаг — 0,5; укороченная рысь — 5,0; прыжки — 12,5; галоп — 23,0; максимальная нагрузка — 39,0. Недостаток энергии в рационе молодых растущих животных вызывает замедление темпа роста, у взрослых лошадей снижает массу тела, ухудшает кондицию и рабочую производительность. Лошадь экономно расходует энергию. Стоя она тратит энергии столько же, сколько и лежа. Это связано со статическими приспособлениями конечностей.

Основной обмен — минимальное количество энергии, расходуемое организмом в состоянии покоя, натошак на поддержание основных жизненных функций. На поддержание жизни лошади требуется 12 000 ккал в сутки. Это количество энергии дают 3 кг овса, 2,7 кг сена и 0,75 кг соломы. На уровень основного обмена оказывают влияние масса тела, возраст, пол, тип высшей нервной деятельности, порода, продуктивность, физиологическое состояние животного, время года и др. У растущих животных потребность в энергии выше, чем у взрослых. Жеребята-сосуны используют энергию на 10 % эффективнее, чем взрослые лошади. Основной обмен меняется в зависимости от сезона года и в течение суток: летом и весной он выше, чем осенью и зимой, днем выше, чем ночью. Потребность в энергии жеребых кобыл в последние 90 дней жеребости на 12 % выше, чем на поддержание жизни. В период лактации основной обмен резко повышается. Из внешних факторов на энергетический обмен большое влияние оказывает прием корма. При скармливании различных кормов наблюдается подъем энергетического обмена у лошадей от 19 до 93 %, причем максимум

этого подъема отмечается через 3,5 ч после приема корма. Механическая обработка корма связана с различными энергетическими тратами, так как она вызывает различную степень работы жевательного аппарата. Так, на пережевывание 1 кг овса тратится 60 ккал, 1 кг сена — 167 ккал. Энергетическая трата на переработку овса составляет около 2 % общего повышения обмена при приеме корма, сена — 10 %, соломы — 20 %, т. е. чем грубее корм, тем больше тратится энергии на его переработку.

Теплообмен и регуляция температуры тела. Лошадь является гомойотермным животным, т. е. отличается постоянством температуры тела — она не зависит от температуры окружающей среды. Температура тела (ректальная) у взрослой здоровой лошади 37,5—38,5 С°. Она изменяется в зависимости от возраста, времени суток, характера питания, работы, физиологического состояния организма. Так, у молодых лошадей температура тела несколько выше, чем у старых. Утренняя температура ниже вечерней. Постоянство температуры тела (изотермия) присуща главным образом внутренним органам. Температура по-

верхности тела и конечностей может несколько изменяться в зависимости от температуры окружающей среды. Так, у лошадей температура конечностей постепенно падает по мере удаления от туловища. У лошади хорошо развита химическая и физическая терморегуляция. В последней важную роль играет кожа, которая у лошади тоньше, чем у крупного рогатого скота. А тонкая кожа облегчает теплоотдачу путем испарения через нее пота и кровообращения в поверхностных кровеносных сосудах. Установлено, что около 80 % общей потери тепла у лошади происходит через кожу. Этому способствуют хорошо развитые потовые железы, расположенные на всей поверхности тела, особенно их много в области бедер, паховой, срамной областях, вокруг глаз, ушей, ноздрей. Ни одно животное не потеет так сильно, как лошадь. При напряженной мышечной работе пот у нее сначала выделяется на боках, затем на плечах и на шее, наконец, она потеет всем туловищем, делается вся мокрая — «в мыле». В зависимости от уровня химической терморегуляции, выполнения мышечной работы и температуры окружающей среды выделяется различное количество пота. Пот лошади содержит 94,38 % воды, 5 % минеральных веществ, около 0,6—0,7 % органических веществ. В состав последних входят белки, мочевины, аммиак, мочевины, креатин, летучие жирные кислоты, фосфатиды, стероиды, а также пигменты и витамины. Реакция пота лошади слабощелочная. Вспенивание пота лошади объясняется наличием в поте альбуминов.