

## Лекція 1

### Тема: Вступ. Види травлення. Травлення в ротовий порожнині.

Питання.

1. Види травлення
2. Приймання корму і води
3. Жування
4. Слина і слиновиділення
5. Особливості слини у різних видів с.-г. тварин
6. Акт ковтання

### Рекомендована література

1. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д. Фізіологія тварин : підручник. Вінниця: Нова книга. 2010.
2. Науменко В.В., Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник. К.: ЦУЛ, 2009. 568 с.
3. Науменко В.В., Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум. К.: ЦУЛ, 2009. 264 с.
4. Чудак Р.А., Мельникова Т. В. Фізіологія сільськогосподарських тварин: практикум. Вінниця: ВДАУ, 2003. 144 с.
5. Чудак Р.А., Непорочна О. Т. Фізіологія сільськогосподарських тварин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2011. 104 с.

### I. Види травлення.

**Травлення** - це процес надходження в організм і розщеплення складних поживних речовин на прості, а також всмоктування продуктів гідролізу, води, мінеральних речовин і вітамінів в кров і лімфу.

**Гетеротрофні** організми використовують для своїх енергетичних і пластичних цілей готові органічні сполуки на відміну від **автотрофних**.

Травна система пройшла складний еволюційний шлях розвитку.

**Види травлення** зумовлені середовищем мешкання тварин і характером доступних поживних речовин.

**Внутрішньоклітинне травлення** - характеризується поглинанням твердих (фагоцитоз) і рідкі частинки (піноцитоз) в середину клітини і перетравлюванням їх клітинними ферментами.

Найпростіші, лімфоцити, травні "**вакуоль**".

**Зовнішнє травлення** - розщеплення поживних речовин поза організмом. Павук - обприскує соки, а потім зїдає. Вовк - частково.

**Порожнинне травлення** - гідроліз поживних речовин в порожнині шлунку і кишечнику, куди виділяються травні соки.

**Мембранне або пристінне** - обумовлено структурно зв'язаними ферментами на поверхні мембрани мікроросинок епітеліальних клітин. Проміжок між внутрішньоклітинним і порожнинним.

**Колективне** - здійснюється за участю всього колективу (бджоли, комарі, терміти). Одна комаха жити не може.

### **Ферменти травної системи.**

Молекули поживних речовин (білків, жирів, вуглеводів), розриваються в результаті гідролізу при активній участі ферментів.

Всі ферменти травної системи наз. **гідролазами** (відбувається гідроліз розщеплення).

**Гліколітичні**, діють на глікозидні сполуки (**амілаза, декстриназа, глюкозидаза, (мальтаза), і фруктофуранідаза (сахараза).**

**Протеолітичні**, діють на пептидні зв'язки (пепсин, катепсин, ренін (хімозин), трипсин, хімотрипсин, панкреатопептидаза (еластаза), ентеропептида (ентерокиназа), коллагеназа), карбоксипептидаза В (протаминаза), карбоксипептидаза А, амінопептидаза, амінотрипептидаза.

**Ліполітичні**, діють на ефірні зв'язки, ліпаза (гідролаза ефірів гліцерину), фосфоліпаза А, фосфатаза лужна, дезоксирибонуклеатаза.

Більшість виділяється у вигляді проферментів, а потім активізуються ферментами або електролітами, або іонами (**Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, Zn<sup>++</sup>**).

На ферменти впливають t, рН, концентрація субстрату і т.д.

За механізмом дії ферменти діляться на **екзоферменти і ендоферменти.**

**Ферментативна система**, всі ланки (ферменти) зв'язані.

### **П.Приймання корму і води.**

Травлення в ротовій порожнині складається з **прийому корму і води, жування, слиновиділення і ковтання.**

Прийом корму і води здійснюється в результаті складної взаємодії: травного збудження, пошукової реакції, аналізу і вибору корму, його захвату, пережовування і обробки слиною, формування кормової грудки і ковтання.

Організм потребує в надходженні поживних речовин. Потреба виникає з відчуттям голоду.

Відшукують і визначають корм тварини за допомогою **зору, нюху, дотику, смаку.**

Захват корму по різному .ВРХ - язиком і притискає до верхньої щелепи. При низькій траві прийом корму ускладнюється. З кормом може проковтнути сторонні предмети (мала чутливість слизової рота).

У овець губи рухливі і вони захвачують дуже малі рослини і пагінці.

Коні - губами і зубами відкушують, виділяють порцію рухом голови вниз або в сторону. Всі неістинні частини вони відділяють.

Свині - захвачують за допомогою різців і язика попередньо вивчає його чутливим п'ятачком.

**Приймання води** - зануренням губною щілиною і всмоктування дякуючи відведенню нижньої щелепи і руху язика до гортані.

Здійснюється приймання корму і води довільно, але за принципом ланцюгових рефлексів, коли кінець одного рефлексу є початком до другого. Контролюється ЦНС за участю довгастого мозку, гіпоталамусу, таламусу, кори великих півкуль.

### **Ш.Жування.**

**Жування** - механічна обробка корму: подрібнення, перетирання, роздавлювання. Це робить корм доступним для ферментів.

Якщо в сичуг або шлунок коней ввести ціле зерно то воно вийде з калом.

**Пережовування відбувається** при зближенні щелеп (при цьому діє тиск і удар) в боковому русі нижньої щелепи. У рослиноїдних цьому сприяє нерівна поверхня премолярів і молярів. Жують тварини позмінно на одній стороні зубної аркади.

**Процес пережовування** має видову різницю: кінь ретельно -15-22 сухого корму 30-50 жувальних рухів. Жуйні -не повністю на одну порцію - 15-30 рухів, вівці - 15-16.

**Жуйка** залежить від корму: вівці 62 в хв. Всього за добу жуйні 30-40 тис. із них під час прийому корму 10-13 тис. і під час жування 20-27 тис.

**Жування** - довільний акт, регулюється рефлекторно. Подразнення механорецепторів ротової порожнини кормом викликає жувальні рухи.

Аферентні імпульси передаються в центр жування, який розміщений в довгастому мозку, а вищі інстанції - в гіпоталамусу, преоптичній області і моторної зони КВП.

#### **ІУ. Слина і слиновиділення.**

**Слиновиділення** - з трьох пар великих залоз (привушна, під'язикова, підщелепна), декілька мілких (щічних, орбітальних, молярних, глоткових), а також бакалоподібних клітин ротової порожнини.

**Слизисті залози** (мілки слинні і бакалоподібні клітини). Слина містить муцин.

**Серозні залози**, слина містить білки (привушні і деякі мілкі).

**Серозно-слизисті** (підщелепна, під'язикова, щічна).

За морфологічними ознаками.

**Гомокринні**, вистелені однорідними клітинами (білявушні у дорослих тварин).

**Гетерокринні** вистелені різними типами клітин (підщелепні, під'язичні).

З віком змінюється, у старих тваринах під'язикова - слизова.

Фізико-хімічні властивості і склад слини. Безбарвна мутна з частинками епітелію і лейкоцитами.

Щільність 1,002-1,012, рН -7,32-8,1, має низький осмотичний тиск, секрет в'язкий із-за муцину.

H<sub>2</sub>O - 99,0-99,4%, 0,6-1% мінеральні і органічні сполуки.

**Мінеральні** - карбонати натрію, хлориду, сульфату, К, Са, Mg, а також продукти обміну (NH<sub>3</sub>, CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> і інші).

**Білки**, до яких відносяться ферменти амілаза (крохмаль до мальтози) і глюкозидаза (мальтаза)- мальтозу до глюкози. Якщо крохмалю багато міститься в кормі - багато ферментів, (то сліди).

**Муцин** - глікополісахарид - змазує травну грудку і склеює корм що сприяє переміщенню грудки.

**Лізоцим** - фермент, що розчиняє оболонки деяких бактерій. Багато у м'ясоїдних.

**Механізм секреції слинних залоз.** Секреція внутрішньоклітинний процес утворення специфічних речовин і виділення їх з клітин (на відміну від екскреції - виділення продуктів обміну). На клітинному рівні вони близькі по своєму механізму. Вихідним продуктом для синтезу секретів служить вода, мінеральні речовини, амінокислоти, полісахариди і ін.

**Процес секреції - складається із трьох циклів :**

- синтез первинного продукту і утворення гранул секрету,
- виділення секрету з клітини,
- відновлення вихідної структури клітини.

Синтез відбувається в каналцях гранулярної цитоплазматичної сітки за участю рибосом. Потім продукти секрету переміщуються у вакуолі комплексу Гольджі, де формуються гранули, вони накопичуються у верхній частині клітин.

Виділення секрету відбувається по різному.

**Макромерокриновий спосіб** - (через отвори в місці прилипання гранули).

**Мікромерокриновий тип** - у вигляді окремих молекул через мембрану.

**Лемокриновий** -

**Апокриновий** - (накопичуються гранули і відриваються разом з цитоплазмою клітина тимчасово не секретує).

**Голокриновий тип** - накопичення великої кількості секрету , клітина перероджується і відривається .

**Соковиділення** здійснюється за участю міоепітеліальних клітин залозистої тканини і гладкої мускулатури вивідних протоків , після того, як секрет виділився , він накопичується в трубці або альвеолі залози, голодування тварини припиняє секрецію.

Регуляція слиновиділення відбувається складнорефлекторним шляхом. Рівень секреції коливається . В спокої - майже повністю припиняється.

На різні корма - виділяється різна кількість слини різного складу . На сухі корми - більше, на вологі-менше, на подрібнені - більше, на неподрібнені - менше.

Слиновиділення координує з процесом жування, під час жування слини більше там, де відбувається процес жування.

Діяльність слинних залоз дуже тонко пристосовується до певного роду корму. Якщо годувати собаку мучнистими кормами, то у неї в слині буде більше ферментів. Це досягається завдяки рефлекторній та гуморальній регуляції.

**Рефлекторна регуляція.** Рецептори - слизова оболонка ротової порожнини і язика, де знаходяться механорецептори і хіморекцептори.

Механорецептори забезпечують аналіз механічних властивостей корму, а хіморекцептори - смакових.

По аферентним нервовим волокнам язикової гілки трійчастого нерва, язикового глоткового нерву та поверхневогортанній гільці блукаючого нерва збудження передається в центр, в якій знаходиться в довгастому мозку. Від нього збудження передається на структури таламусу, гіпоталамусу , та кору великих півкуль.

Від центру командні сигнали надходять по парасимпатичним та симпатичним нервовим волокнам. Збудження парасимпатичних нервів приводить до розширення судин і виділення слини з невеликою кількістю мінеральних і органічних речовин (

слизові залози), а під час подразнення симпатичних нервів - секретується мало слини але густої (серозні залози).

**Умовнорефлекторне слиновиділення** на стільки яскраво виражено, що дозволило Павлову створити модель з вивчення вищої нервової діяльності. Тут має місце чіткий взаємозв'язок: голод посилює умовнорефлекторне слиновиділення, насичення - викликає його зменшення.

Гуморальна регуляція діяльності слинних залоз має другорядне значення.

#### **У.Особливості секреції слини у різних с.-г. тварин.**

Виражається різницею у складі слини, характером слиновиділення регуляцією цього процесу.

Специфіка найбільше виражена у жуйних. В їх слині майже у 1,5 рази менше за воду поверхневий натяг. Це перешкоджає утворенню пінистої маси у передшлунках, а також пагубно діє на окремі види бактерій. Секрет привушної залози має високу лужність (8,1) і володіє буферними властивостями. Це необхідно для нейтралізації кислот.

У склад слини входить аскорбінова кислота ( за добу виділяється 56 мг.) Вона сприяє розвитку корисної мікрофлори у рубці та пригнічує патогенно. Як правило, в ній мало амілолітичних ферментів, але під час згодовування концентратів кількість збільшується.

Слинні залози приймають участь у загальному азотному обміні (сечовини в ній 15-36 мг %).

Привушні залози секретують постійно, але під час прийняття їжі - більш інтенсивно (спокій - за 1 хв. виділяється 12 мл. процес жування - 48 мл.). За добу у ВРХ виділяється 90-190 літрів слини, у овець-6-10 літрів слини, кислотністю 8,1. Безперервність секреції привушних залоз підтримується подразненням механо-і хіморцепторів передшлунків.

У коня слина виділяється, як правило, під час прийняття їжі. Кількість слини - 40 літрів за добу. Кислотність 7,55, мало ферментів, але під час годівлі концентратами збільшується. Умовнорефлекторне слиновиділення на вигляд корму у коней проявляється слабо.

У свиней за добу виділяється до 15 літрів слини кислотністю 7,32 в основному під час прийняття корму. Слина свиней багата на ферменти.

У молодих жуйних тварин підсосний період більше секретують змішані залози, тому слина більш в'язка. Слина перемішується з молоком і утворюється рихла грудка. Із віком підвищується секреція привушних залоз і лужність слини з прийняттям грубих кормів.

#### **УІ. Акт ковтання.**

Акт ковтання -складається з послідовних процесів руху язика щік, м'язів глотки і стравоходу.

Формується грудка і пересувається в сторону глотки. Під час подразнення слизової оболонки кореня язика рефлекторно скорочуються м'язи, які піднімають м'яке піднебіння і закривають носоглотку. Надгортанник закриває шлях у дихальні шляхи. Акт ковтання триває 03-05 сек.

**Регуляція ковтання здійснюється рефлекторним шляхом:**

перша фаза - довільна - подразнюються рецептори ротової порожнини в тому числі і краю язика. В цей період тварина може викинути їжу із рота.

**Подразнення слизової оболонки кореня язика** - недовільний (обов'язковий) акт, викинути грудку тварина не може. Наступає рефлекторне скорочення констрикторів гортані і їжа попадає в стравохід. Ковтальні рухи не можливі без подразнення кореня язика.

Перистальтичне скорочення стравоходу (40-60 см/сек).

Центр ковтання і моторика стравоходу знаходиться в довгастому мозку.

Ковтання чітко координовано з диханням - під час глотання зупиняється вдих і видих.

## Тема Фізіологія травлення в шлунку.

### План.

1. Склад властивості шлункового соку.
2. Регуляція діяльності шлункових залоз.
3. Моторна функція шлунку.
4. Особливості травлення в шлунку коней.
5. Особливості травлення в шлунку свині.

### Рекомендована література

1. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д. Фізіологія тварин : підручник. Вінниця: Нова книга. 2010.
2. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янку І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник. К.: ЦУЛ, 2009. 568 с.
3. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янку І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум. К.: ЦУЛ, 2009. 264 с.
4. Чудак Р.А., Мельникова Т. В. Фізіологія сільськогосподарських тварин: практикум. Вінниця: ВДАУ, 2003. 144 с.
5. Чудак Р.А., Непорочна О. Т. Фізіологія сільськогосподарських тварин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2011. 104 с.

### I.Склад і властивості шлункового соку.

В шлунку їжа обробляється соляною кислотою а білки розщеплюються до альбумоз пептонів.

#### Однокамерний і багатокамерний.

Стінка однокамерного складається - з серозного, м'язового, слизистого і під слизистого шару.

#### Три секреторні зони: кардинальну, фундальну і пілоричну.

**Кардинальна** - частина має тільки слизисті залози. В фундальній частині трубчаті гетерокринні залози: пепсинові (пепсин), обкладні (НСℓ) і слизисті (слизь).

В пілоричній частині немає обкладних клітин.

Шлунковий сік - безбарвна прозора рідина кислої реакції з домішками слизі і відторгнутого епітелію.

НСℓ, у вільному і зв'язаному з білками і мукополісахаридами, діє

1).бактерицидну, дезінфікує кормові маси. Якщо НСℓ мало і споживається багато білку - може бути гниття , а багато вуглеводів - бродіння, 2). активізує пепсиноген, перетворює його в пепсин, створює умови для ферментної діяльності.3) викликає денатурацію і набухання білків, 4) сприяє розчиненню мінеральних речовин, 5) бере участь в регуляції моторної діяльності.

В склад шлункового соку входить мінеральні речовини : фосфати, сульфати, Na,K,Ca,Mg,NH<sub>4</sub>.

Із органічних речовин містяться (пепсин, катепсин, хімозин і шлункова ліпаза), білки, пептони, амінокислоти, молочна кислота, АТФ, сечовина і сечова кислота.

**Пепсин** - протеолітичний фермент, синтезується головними клітинами у вигляді пепсиногену, а під дією HCl переходить в пепсин. Білки розщеплюються до пептонів \*(гідролізує пептидні зв'язки), а може відщеплювати і амінокислоти.

**Катепсин** - розщеплення білків до пептонів при слабокислій реакції (у молодняку).

**Ренін або хімозин** перетворює казеїноген молока в казеїн, який випадає в осад у вигляді пухкої кальцієвої солі. Сироватка іде в шлунок, а осад затримується в шлунку. Він утворює у великій кількості в молодих тварин в молочний період.

**Шлункова ліпаза** - розщеплюється жир на гліцерин і жирні кислоти. Діє переважно на емульгировані жири (молока).

Слизь обкутує їжу і захищає слизисту від хімічних і механічних впливів.

### **П.Регуляція секреторної діяльності шлункових залоз.**

І.П.Павлов доказав, що секреторна діяльність шлункової залози має дивовижну пристосованість до характеру споживаної їжі завдяки складнорефлекторної і гуморальної регуляції (дві фази).

**Складнорефлекторна** здійснюється при участі безумовних і умовних рефлексів. Загальний принцип як і слиновиділення. Виділення шлункового соку тільки при подразненні слизистої рота травними речовинами, і не виділяється при дії речовин, від яких тварини відмовляються. Вид, запах їжі викликає виділення шлункового соку.

Аферентний шлях від рецепторів ротової порожнини той же, що і при слиновиділенні. Нервовий центр шлуночка соковиділення знаходиться в ядрах блукаючого нерву. Із нервового центру збудження до шлункових залоз передаються по нервовим волокнам блукаючого нерва. При перерізанні блукаючого нерву "несправжня" годівля не викликає соковиділення. В регуляції бере участь симпатична нервова система (видалити сонячне сплетіння - збільшується виділення соку).

Беруть участь рецептори слизистої шлунка. Подразнення слизистої викликає реакцію, а переріз блукаючого нерву знижує рефлекторний ефект.

Гуморальна фаза настає через 5-7 хв. (в цей час накопичення секрету, виділення). Продовження - 2 год. з поступовим зниженням.

Нейрогуморальна або хімічна регуляція здійснюється за рахунок дії біологічно активних речовин: гормонів, екстрактивні речовини корму і продуктів гідролізу поживних речовин. Більшість речовин діють через



інтрамуральну нервову систему, і тому цю фазу називають **нейрогуморальна**.

Працями І.П.Павлова доведено, що продукти перетравлення і екстракт речовин всмоктується в кров до пілорічних частин і доставляються кров'ю до фундальних клітин. Дослід з окремою пілорічною частиною.

Речовини, що підсилюють секрецію шлункового соку.

**Гастрін**- поліпептид, що утворюється в пілорічній частині, активізує НС $\ell$ . Він всмоктується в кров і постачається до фундальних залоз, викликає їх багату секрецію. Його дія не підпорядкована дії нервів.

**Ентерогастрин** - діє аналогічно, але утворюється в слизистій дванадцятипалій і початковій частині порожньої кішки.

**Гістамін** - продукт розпаду гістаміну. Стимулює секрецію обкладених залоз і пригнічує пепсинові. Він утворюється у багатьох тканинах і входить в склад харчових продуктів. Руйнується гістаміназою, яка є в багатьох органах крім шлунка і печінки.

**Речовини, що гальмують шлункову секрецію.**

**Гастрон** - (поліпептид)-гальмує фундальні залози, утворюється в пілорічній частині.

**Ентерогастрон** (поліпептид) - утворюється в слизовій дванадцятипалій кишці.

В сечі знайдено урогастрін (посилення) і урогастрон (гальмування). На шлункову секрецію діють гормони гіпофізу, наднирників, щитовидної залози, підшлункова і статеві залози.

Сік, що виділяється в складнорефлекторну фазу багатий на НС $\ell$  і ферментами "запальний" по Павлову.

Рефлекторна і гуморальна регуляція забезпечує певний режим роботи шлунку при попаданні різної їжі.

М'ясо - низька кислотність (0,47 % НС $\ell$ ) сік, максимальний час триває 8 год.

Хліб - низька кислотність (0,47% НС $\ell$ ) максимальний час триває 10 годин.

Молоко максимальний час триває 2-3 години.

Якщо зрівняти перетравну силу, шлунковий сік при з'їданні м'яса, хліба і молока, то найвищою буде при споживанні хліба, а найменшою при споживанні молока.

**Ш.Моторна функція шлунку.**

В шлунку три шари м'язів: **поздовжні, поперечні, косі.**

**Пілорічний сфінктер** - вхід в дванадцятипалу кишку .

**Препілорічний сфінктер** - між фундальною і пілорічною частиною.

Скорочення шлунку різні, але їх можна розділити на дві форми тонічні і перистальтичні.

**Перистальтичні** у вигляді хвилеподібного розповсюджуючого скорочення поздовжнього і косоного м'язових шарів.

**Перистальтичні** - на фоні тонічних у вигляді хвилеподібного переміщення кільця звуження. Починаються в кардинальній частині і далі розповсюджується по принципу перистальтики звуження, а за ним розслаблення. Якщо хвиля захвачує сфінктер - він звужується. Ці скорочення ритмічні.

Перехід вмістимого із рубця в кишечник.

Після прийому корму проявляються слабкі перистальтичні скорочення, по мірі обробки корму вони посилюються. Ці скорочення неначе рухають корм і сильними рухами підготовлена маса викидається в дванадцятипалу кишку. Швидкість залежить від фізичних і хімічних властивостей корму.

**Пілоричний** сфінктер затримує густі корма, а пропускає розріджене вмістиме. При цьому густа їжа міститься в шлунку довше. Тепле вмістиме евакуується швидше, ніж холодне.

Перехід залежить від хімічних властивостей вмістимого рН, при наявності еритроцитів, продуктів гідролізу, самих поживних речовин. Лужний вміст швидше евакуується, кисле гальмує моторику і затримує евакуацію.

Вуглеводна їжа евакуується швидко, білкова - довше, до завершення первинного гідролізу. Жирна - довше всього, що зв'язано з виділенням ентерогаstrону (гальмування моторики)

### **Регуляція моторно-евакуаторної функції.**

**Гладенька** мускулатура шлунку характеризується автоматизмом (ритмічне самозбудження). Можна спостерігати і в ізольованому шлунку. Важлива роль в цьому належить інтрамуральною нервовою системою.

**Основна регуляція скорочення шлунку** - із рецепторних зон шлунку і кишечника. Подразнення механорецепторів шлунку посилює моторику, а подразнення рецепторів тонкого кишечника - гальмує. Сильний гальмуючий ефект HCl дванадцятипалої кишки.

Моторика змінюється і від дії поживних речовин, тому білки, жири і вуглеводи евакууються з різною швидкістю.

**Аферентні нерви** від рецепторів ідуть по блукаючих нервах. Центр регуляції знаходиться в довгастому мозку і відділах ЦНС, що лежить вище.

**Блювота** - захисна реакція, при дії на слизову сильно подразнюючих шкідливих речовин. Починається у дванадцятипалій кишці, частина вмістимого шлунку потрапляє в шлунок, а потім в стравохід і в рот. В основі цього механізму лежить явище антиперистальтики. В акті блювоти приймають участь діафрагма, м'язи черевної стінки.

Центр блювоти - в довгастому мозку. Доцентрові волокна ідуть в складі блукаючого і язикоглоткових нервів, а відцентровані волокна - в блукаючих і черевних нервах.

#### **IV. Особливості травлення в шлунку коня.**

**Однокамерний**, але складний так як має сліпий мішок без залоз, покритий щільною слизистою.

**Особливості.** Вузька зона кардинальних залоз, фундальні залози тільки в даній частині, велика зона пілоричних залоз. Стравохідний отвір близький до пілоричного. Подвійний пілоричний сфінктер, добре виражено кординальний.

**Ємкість** невелика, хоча корму з'їдають багато 9-25 л.

**Склад шлункового соку** - порівняно низький вміст HCl(0,15%), але висока кислотність за рахунок органічних кислот. Сік включає пепсин, хімосин і шлункову ліпазу (висока перетравлювальна здатність).

Шлункові залози продукують безперервно, але інтенсивність їх змінюється в залежності від функціонального навантаження. По мірі віддалення від прийому їжі - зменшується рН, перетравлювальна здатність і кількість, але секреція не припиняється навіть після трьох денного голодування. Навіть порожній шлунок виділяє на добу 30 літрів соку. Тому коня використовують як продуцент шлункового соку.

**Багата секреція** - зелена трава, овес, сіно конюшини, концентровані корма.

**Слабка секреція** - лугове сіно, дріжджовий овес, буряк, картопля.

Змінюється секреція при згодовуванні збагачених кормів сіллю, крейдою, гіркотою.

**Регуляція шлункового соковиділення** так як в інших тварин, але в зв'язку з безперервною секрецією рефлекторна і гуморальна фази виражені слабо.

**Травні зв'язки** відбуваються своєрідно. Корм розміщується пошарово в зв'язку з слабкою моторикою сліпого мішка і фундальною частиною. На вершині мішка - гази. В пілоричній частині - розріджене вміст активно перемішується.

**Пошарове розташування** створює умови для одночасного здійснення **амілолітичних і протеолітичних** процесів. Розщеплення вуглеводів в сліпому мішку (бактерії, ферменти, слини корму). Слина дає можливість зберегти лужне середовище в кардинальній і середній частині шлунку. Це сприяє розвитку мікрофлори.

На зміну амілолітичним процесам по мірі обробки корму шлунковим соком змінюється протеолітичними. **Розщеплення білка** - пепсином, а також ферментами рослин і бактерій. За 5 годин в шлунку перетравлюється половина білку. Постійний амілолітичний - протеолітичний процес.

**Вода** - швидко евакуюється в кишечник, в шлунку залишається 10%. Тому води кінь може випити в 2-3 рази більше об'єму шлунка. При питті тонус шлунку підвищується, пілоричний отвір наближується до кардинального і вода по малій кривій надходить в дванадцятипалу кишку.

Форми скорочень у коня такі які інших тварин.

**У.Особливості травлення у свиней.**

Шлунок однокамерний, але складний. В кардинальній зоні - сліпий мішок (дивертикул), чітко відокремлений складками від основного шлунку. Пілорична частина чітко відмежована від фундальної. Стравохідна частина і дивертикул покриті багат шаровим епітелієм і не має залоз.

**Склад соку** властивий м'ясоїдним, переварююча властивість висока. Щільність (фундальна частина) 1,007,0,31-0,35% НС $\ell$ , кислотність 85-100 титраційни одиниць.

**Секреція проходить безперервно.** Прийом їжі посилює секрецію. Вона залежить (посилення) від апетиту, якості корму і вихідного рівня секреції. На високому вихідному рівні секреції рефлекторне виділення соку виражено слабше, ніж на низькому рівні вихідної секреції.

Одночасно проходить амілолітичний і протеолітичний процес. Амілолітичний в загальному в кардинальній зоні і дивертикулі під дією ферментів слини, корму при участі бактерій. В фундальній і пілоричній частині - гідроліз білка до пептонів під дією пепсину і НС $\ell$ .

У поросят до 2 міс. росте шлунок (молочний період), а з 3-4 міс інтенсивний ріст товстих кишок.

## Лекція 3

**Тема: Травлення в шлунку жуйних тварин.**

План.

1. Фізіологічна роль передшлунків
2. Мікрофлора і мікрофауна передшлунків
3. Перетравлювання вуглеводистих і білкових сполук в передшлунках
4. Моторна функція передшлунків
5. Жуйний процес
6. Травлення в сичузі
7. Шлункове травлення у молодняку

**Рекомендована література**

1. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д. Фізіологія тварин : підручник. Вінниця: Нова книга. 2010.
2. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник. К.: ЦУЛ, 2009. 568 с.
3. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум. К.: ЦУЛ, 2009. 264 с.
4. Чудак Р.А., Мельникова Т. В. Фізіологія сільськогосподарських тварин: практикум. Вінниця: ВДАУ, 2003. 144 с.
5. Чудак Р.А., Непорочна О. Т. Фізіологія сільськогосподарських тварин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2011. 104 с.

**1. Фізіологічна роль передшлунків.**

Багатокамерний шлунок жуйних пристосований для перетравлення клітковини. Складається з рубця, сітки, книжки (передшлунків) і сичуга.

Слизиста покрита плоским, але неороговівшим епітелієм і немає залоз.

Кожна камера має морфологічні особливості, зв'язані з функцією.

**Рубець** - корови 100-300л, вівці, кози 12-20 л. Він ділиться на п'ять частин (тяжами). Права і ліва подовжні зв'язки ділять його на дорсальний і вентральний мішки, велика поперечна складка відділяє від мішків переддвер"я рубця, а Х - подібна складка каудо - дорсальний і каудо - вентральний сліпі виступи. Складки приймають участь в сортуванні і пошаровому розміщенні вмістимого.

Слизиста і підслизиста утворює сосочки, які збільшують поверхню а між ними - гарне місце для мешкання мікробів.

**Сітка** - 5-10л (корови) , 1,5-2 вівці і кози. Від переддвер"я рубця відділяється серповидною складкою. Слизиста разом з з'єднаною тканиною основою утворює складки у вигляді бджолиних сот. Комірки сортують вмістиме і забезпечують евакуацію його з передшлунків.

В рубці і сітці проходить хімічна, фізіологічна і мікробіологічна обробка. Слина і вода розм'якшує грубі корми.

Стравохід впадає на межі між сіткою і переддвер"я рубця. Корм попадає відразу в сітку і переддвер"я рубця. Н<sub>2</sub>О- 85-95% попадає в рубець, 15%-в сітку, 1%-в книжку, в сичуг < 1%.

**Стравохідний жолоб** - по правій стороні сітка від стравохідного отвору до входу в книжку (форма - напівзамкнута труба). В телят молоко поступає по жолобу, через канал книжки сичуг, у дорослих - приймає участь в евакуації вмістимого в книжку і сичуг.

**Змикання жолоба** - рефлекторно. Рецепторне поле в слизистій рота, а аферентний шлях той же, що і при ковтанні. Нервовий центр змикання - в довгастому мозку. Рухальні нерви в складі блукаючого. Ссання посилює змикання губ. У дорослих розчини  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , цукру, хініну викликає рефлекторне змикання жолобу і рідина в сичузі.

Ці властивості використовують при введенні деяких препаратів. Постійне скорочення передшлунків змішує, віджимає газові пухирці. При звичайній годівлі вмістиме розташовується пошарово по мірі перетравлювання проходить змішування. Змінюється щільність поверхневий натяг і в'язкість вмістимого.  $t^0$  в рубці і сітці 38-41<sup>0</sup>.

**Книжка** велика у ВРХ, менша у овець і зовсім маленька у лам і верблюдів.

Об'єм: корови 7-18 л, вівці 0,3-0,9л. Має листки: між двома великими - один середній, між великими і середніми - два малих, а між ними 4- дуже маленьких. Таких ніш в овець 8-10. Поверхня листків покрита епітелієм, утворюючи грубі коротенькі сосочки.

Вона - сортувальний фільтр, містить щільну масу. Велика поверхня книжки виконує роль "присмоктувально-видавлююча помпа" Під час розслаблення мускулатури всмоктується рідина, яка іде з сітки і рубця а при скороченні рідка маса видавлюється.

П. Мікрофлора і мікрофауна передшлунків в рубці і сітці пред'явлена бактеріями і інфузоріями.

Заселяється рубець в перші дні життя. Через їжу а при контакті з дорослими.

Кількість і видовий склад бактерій і інфузорій залежить від якості і кількості корму, при цьому важливий перехід від одного корму до другого.

Бактерії розщеплюють клітковину, перетворюють азотисті речовини і синтезують окремі вітаміни.

Бактерії дійсні і потужні: в 1г-від 1до10млрд.(20 видів) По участі в процесах рубцевого травлення ділять на:

а) бактерії, викликають ферментативний гідроліз клітковини, крохмалю, розчин вуглеводів (руминококи, сукціногенні бактерії). Для їх розвитку необхідні крохмаль, дисахариди, вітаміни групи В (біотин, ПАБ) і мінеральні речовини.

б) бактерії, викликають ферментативні перетворення азотистих речовин.

**Інфузорії** можуть розщеплювати клітковину, запобігати бродіння крохмалю, підвищує біологічну цінність білка.

Їх до 120 видів. В 1г-1млн. Бактерій і інфузорій по об'єму приблизно однаково. Заселення ними поступово проходить, їх найбільша кількість і видів буває до моменту розвитку рубцевого травлення.

В ВРХ-60 видів, овець-30, оленів і кіз-20. Видовий їх склад і кількість залежить від характеру годівлі, віку і продуктивності тварини. При голодуванні і порушенні годівлі -їх кількість зменшується, змінюється видовий склад. При достатній годівлі вони дають до 5 поколінь на добу.

Деякі види найпростіших самі розщеплюють целюлозу до глікогену, а більшість мобілізує у вигляді симбіотів целюлозолітичні бактерії для гідролізу клітковини.

Інфузорії здатні поглинати крохмальні зерна і розчинні цукри, перетворюючи їх у глікоген і амілопектин. Вони мають перевагу у конкуренції з бактеріями, що охороняють вуглеводи від інтенсивного бродіння.

Інфузорії споживають рослинний білок та амінокислоти для синтезу білкових структур власного тіла, а потім самі стають поживним середовищем, при чому більш цінним.

Сукупність мікроорганізмів представляє собою біоценоз окремі інфузорії фагоцетують бактерії. Відношення між ними кооперативні та антагоністичні. Наприклад, лактобацили - при наявності молочнокислих бактерій, бродильні процеси пригнічують гнилісні.

Мікроби синтезують вітаміни: В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>с</sub>, В<sub>12</sub>, Н, філохінол та ін. Як правило завдяки цьому синтезу - потреба жувальних в вітамінних даних задовольняється.

### **III. Перетравлювання вуглеводистих та білкових речовин в передшлунках.**

Переварювання вуглеводів в передшлунках. Вуглеводи (які?) - 40-80% рослин.

**Клітковина** - перетравлювання - основна функція передшлунків. В них перероблюється до 70% перетравлюючої клітковини. Гідроліз під дією ферменту целюлози. Відразу із клітковини утворюється целютриоза і целюбіозу, які під дією глюкозидази перетворюється в глюкозу. Середовище повинно бути близьке до нейтрального.

Розщеплення клітковини при контакті з мікробами, вони не виділяють ферментів в зовнішні середовище.

**Геміцелюлоза** - гетерополісахарид, побудований з різних пентоз і гексоз (ксілоза, арабіноза, глюкоза, галактоза, маноза, і глюкуронова к-та). Всі целюлозолітичні бактерії розщеплюють геміцелюлозу до ксілобіози, а остання під дією ксілобіази - до ксілози.

**Пектин** - входить в склад міжклітинної рідини, тому це розщеплення забезпечує доступ ферментів до клітин. В рубці перетравлюється до 90% пектинових речовин.

**Перетравлювання** клітковини наростає повільно і досягає так через 12 годин після надходження. Цей процес підлягає добовим коливанням. Він залежить від кількості лагніну, який зв'язаний з клітковиною і затримує її перетравлюванню і кількості легко перетравлених вуглеводів.

Багато цукру - депресія перетравлюванню, мало-не розвиваються мікроорганізми. Для ефективного перетравлювання клітковини - необхідно N, вітаміни, мікроелементи.

Крохмаль і дисахариди краще засвоюються. Крохмаль в рослинах у вигляді зерен. Молекула складається з 200-300 молекул глюкози. В рубці - амілаза розщеплює на декстрини і мальтозу. Кукурудзяний крохмаль гідролізується швидше, ніж картопляний, варений швидше сирого.

Прості цукри (димоносахариди і моносахариди) бродять до ЛЖК. Всі вони перетворюються спочатку в піровиноградну, а потім в молочну, оцтову, пропіонову, масляну, валер'янову та інші.

Молочна-проміжний продукт, в кінцевому результаті в пропіонову. Багато її при згодовуванні цукристих кормів, велика кількість пригнічує травлення і навіть призводить до отруєння.

Оцтова з піровиноградною, а з неї масляна валер'янова і т.д. За добу в рубці накопичується 4 л кислот(ВРХ), а в овець-0,5 л. Їх процентний склад залежить від типу годівлі.

Перетравлювання білкових речовин в рубці. В рослинних кормах прості білки (альбуміни) і складні (хромом, глюко- і фосфо-протеїди) Крім цього амінокислоти і інші азотисті сполуки. Змінюється 40-80% білків в основному в результаті діяльності мікроорганізмів. За допомогою ферментів вони розщеплюють білки на пептиди і амінокислоти, здатні дезамінувати переамінувати і синтезувати амінокислоти.

Для синтезу білка бактерії використовують  $\text{NH}_3$ . Кількість  $\text{NH}_3$  залежить від типу білка, надходженого в рубець. Значна частина  $\text{NH}_3$  поступає в кров, потім частина повертається в рубець у вигляді сечовини з слиною, а також через епітелій. Це підвищує КПД використання білків.

В рубці N мікроорганізмів 63-82% (32-61% бактеріального). Вміст його залежить від часу від прийому корму.

Бактеріальний білок використовується жувальним. Він по складу амінокислот дуже цінний. За добу в рубці утворюється до 450г мікробного білка. За рахунок білка мікроорганізмів тварини можуть задовольнити потребу на 20-30%.

Можна поповнити нестачу протеїну в раціонах жуйних за рахунок небілкових азотистих речовин (амонійні солі,  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ).

Процес використання сечовини. Під дією уреаз на  $\text{NH}_3$   $\text{CO}_2$  перетворюється мікроорганізми в білок тіла, а потім засвоюється жуйними. Якщо багато  $\text{NH}_3$  в кров, в печінку, в сечовину там, посилює навантаження на видільну систему. Під час годівлі  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  необхідно вуглеводи для успішного росту мікрофлори.

Утворення газів відбувається в результаті бродіння вуглеводів і розпад азотистих сполук. Це  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ , N,  $\text{H}_2\text{S}$ . У ВРХ за добу 1000л газів. Утворення газів залежить від корму, особливо багато в зеленій масі, бобових рослин.  $\text{CO}_2$ -60-70%,  $\text{CH}_4$  20-40%.

$\text{CO}_2$  утворюється при бродінні вуглеводів, при розпаді піровиноградної, щавелевооцтової і  $\text{HCOOH}$ , а також при нейтралізації ЛЖК бікарбонатами слини і крові.

$\text{CH}_4$ -при відновленні  $\text{CO}_2$  шляхом приєднання  $\text{H}_2$ . Утворення  $\text{CH}_4$  втрата енергії поживних речовин.

Виводяться - відригуванням, частина дифундує в кров, а невикористані видаляються через легені.

Рубцевий епітелій - володіє не тільки вибірковою проникливістю, але і синтетичною здібністю. Із масляної і оцтової кислот утворюються кетоніві тіла. З аміаку може синтезуватися сечовина та амінокислоти. Ці сполуки використовуються як додатковий резерв для синтезу білка в тканинах.



### **ІУ. Моторна функція передшлунків.**

З народження цілодобово узгоджено ритмічно скорочуються передшлунки забезпечуючи постійним перемішуванням вмістимого. Припинення скорочень веде до порушення травлення, а іноді і до смерті.

Сітка - скорочується через 30-70 сек. Вона скорочується у дві фази перша фаза-сітка скорочується 1/3 об'єму, потім проходить розслаблення , друга фаза - скорочується 2/3 об'єму сітки. Під час скорочення рослинна маса надходить до передвір'я рубця через канал книжки у сичуг. Під час відригування, жуйки сітка скорочується додатково (ІІ фаза).

Стравохідний жолоб скорочується одночасно із сіткою.

Передвір'я рубця, дорсальний і вентральний мішки, каудо-дорсальний та каудо-вентральний сліпі виступи скорочуються почергово вслід за сіткою. Під час скорочення вмістиме перемішується, промивається та віджимається.

Через 1 - 2 основних цикли дорсальний і вентральний мішки здійснюють додаткове скорочення, в цей же час відбувається відригування газів. При високому рівні рідини та наявності пінистої маси відригування припиняється.

Міст книжки у ВРХ скорочується одночасно із дорсальним мішком рубця, а тіло книжки здійснює повільне стискаюче скорочення у період паузи сітки.

У овець у період паузи сітки міст книжки дає 4 - 5 ритмічних та 1 тонічне скорочення.

**Регуляція моторної діяльності** - здійснюється рефлекторним шляхом. Під час прийому корму, жуйки та умовно-рефлекторному збудженні відбувається прискорення скорочення передшлунків, під час сну - сповільнення.

У регуляції моторики певне значення мають інтерорецепторні взаємовідношення між ділянками травної системи.

Наповнення передшлунків - підсилення моторної діяльності. Наповнення кишечнику - гальмує скорочення передшлунків.

Моторика залежить від фізичних та хімічних властивостей корму. Грубий корм підсилює моторику, вона залежить від кількості органічних кислот у передшлунках.

Блукаючі нерви є і аферентними і руховими для передшлунків. Перерізання їх викликає атонію. Нервові центри знаходяться (моторики рубця і сітки) у різних структурних частинах головного мозку.

### **V. Жувальний процес**

Жувальний процес - основна особливість жуйних - це процес повторного пережовування корму.

Жуйні тварини споживають корм швидко, а потім у спокійному стані пережовують уже в розм'якшеному та розбухлому вигляді. Жуйна маса надходить у рубець у змоченому та подрібненому стані.

Процес відригування здійснюється у декілька циклів. Спочатку виникає додаткове скорочення сітки, крупно стеблова та рідка маса піднімається до стравоходу. Потім виникає зупинка дихання на видиху відбувається вдих при закритій гортані і в результаті пониженого тиску в грудній порожнині

розслаблюється кардіальний сфінктер у стравоході всмоктується порція вмістимого рубця яка швидко пересувається у ротову порожнину.

Частина рідини затримується у верхній частині стравоходу а більша частина віджимається у роті і проковтується. Пережовування маси триває 20-60 сек. Потім все повторюється.

Тривалість жуйного періоду залежить від характеру вмістимого, ступінь насичення , час доби, якості і кількості корму, зовнішніх подразнень. Частіше 6-12 жуйні періоди за добу по 30-50 хв. За добу зимою 6-8 годин, літом 5-7 годин.

У телят починається жуйні періоди в 3(три) неділі, у ягнят -на другій.

Регуляція жуйного процесу - здійснюється рефлекторним шляхом з рецепторних зон сітки, стравохідного жолоба і рубця, в яких виявлені дві групи механорецепторів.

Тангорецептори (збуджується від дотику щільних частинок корму).

Тензірецептори - розтягування органу або підвищення тиску в ньому - барорецептори.

Жувальний період виникає при подразненні тангорецепторів сітки і жолоба грубими частинками, а також тонкого відділу кишечника. Подразнення тензіорецепторів цих відділів гальмує жуйку.

Аферентні імпульси від рецепторів передшлунків ідуть в склад блукаючих нервів.

Жуйний центр розташований в довгастому мозку. В ретикулярній формації середнього мозку координується дихання і жуйка.

Жуйка тільки в бадьорому стані, перед жуйкою тварини пробуджуються. Зовнішні сигнали гальмують жуйку.

#### **УІ. Травлення в сичузі.**

Справжній шлунок. Ємкість у овець -1,7-3,3л., ВРХ-8-20(л)(частіше не заповнений). В слизистій 11-16 поздовжніх складок, які збільшують секреторну поверхню.

За добу утворюється сичужного соку

у корів 40-80л,

у бичків 30-40л,

овець 4-11л.

По складу близький до шлункового. 0,23-0,4% НСІ, висока перетравлювальна здатність.

Особливості сичужного травлення постійне поступання вмістимого, тому секреція соку безперервна. Така властивість підтримується постійним подразненням механо -і хеморецептори сичуга і передшлунків.

Гуморальна фаза сичужної секреції здійснюються при участі гормонів і метаболітів (гастрин, ентогастрин, гистамін і ін.)

На різні корми - різна кількість соку. Найбільш з високою кислотністю при згодовуванні трави і сіна бобових трав, концентратів.

Моторна діяльність сичуга відповідає скороченню однокамерного шлунку , але має періодичний характер.

Порція вмістимого проходить через сичуг за 30-60 хв.

В сичузі здійснюються протеолітичні процеси, під дією HCl і пепсину. Передварюється мікробний білок.

### **УП. Шлункове травлення у молодняку жуйних в молочний і перехідний період.**

У жуйних - вікові особливості, зв'язані з функціональним розвитком передшлунків.

Молодняк народжується з недостатньо розвинутими передшлунками, маса і об'єм їх при подразненні менше, а ніж сичуга. Сичуг в перші дні збільшується, а передшлунки розвиваються повільно. В цей момент перетворюється епітелій, підвищується вміст клітинних ферментів, SH - груп.

В перехідний період, від 2 до 3-місячного віку у телят в передшлунках перетравлюється 10-12% поживних речовин. До 3-х місячного віку передшлунки в 4 рази більший за сичуг, а до 6-місячного віку - процес травлення стає як у дорослого.

Раннє годування грубим кормом стимулює формування передшлунків, а одночасно і інших органів.

В перші дні життя у телят переважає секреторна функція змішаних слинних залоз. Привушна залоза виділяє секрет тільки під час прийняття їжі, а потім вже і безперервно. В 1 рік виділяється вже 30л слини за добу. Щільність її збільшується. Рефлекторна фаза сичужного соковиділення у телят більш виражена, а ніж у дорослих тварин. При цьому проявляється дія як безумовних так і умовних подразників.

В молочний період в сичужному соку багато хімозину, який викликає звертання молока. З віком реніну менше - пепсину більше, підвищується кислотність і щільність сичужного соку.

Багатокамерний шлунок у молодняку скорочується так, як у дорослих. Чітко виражене рефлекторне змикання губ стравохідного жолоба. При ссанні - все молоко попадає в сичуг, а при вільному питті часто попадає передшлунки і викликає запальні процеси.

Рефлекс стравохідного жолоба реалізується рецепторами язика та слизової оболонки передньої частини рота.

## Лекція 4

**Тема. Травлення в тонкому відділі кишечника.**

Питання.

1. Секреторна функція підшлункової залози.
2. Секреторна функція печінки.
3. Діяльність кишкових залоз.
4. Особливості травлення у тонкому відділі кишечника.
5. Пристінне травлення.

**Рекомендована література**

1. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д. Фізіологія тварин : підручник. Вінниця: Нова книга. 2010.
2. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник. К.: ЦУЛ, 2009. 568 с.
3. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум. К.: ЦУЛ, 2009. 264 с.
4. Чудак Р.А., Мельникова Т. В. Фізіологія сільськогосподарських тварин: практикум. Вінниця: ВДАУ, 2003. 144 с.
5. Чудак Р.А., Непорочна О. Т. Фізіологія сільськогосподарських тварин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2011. 104 с.

**1. Секреторна функція підшлункової залози.**

В тонкому відділі кишечника поживні речовини гідролізуються під дією секретів підшлункової залози, кишкового соку і жовчі. Маса поступає порціями в розрідженому і подрібненому, частково перетравлюваному стані.

Секреторна функція підшлункової залози. Сік цієї залози розщеплює білки, жири і вуглеводи.

Для вивчення використовується різні методи. І.П.Павлов розробив операцію накладання фістули. Є різні способи накладання фістул. Самим вигідним є метод який дозволяє повертати сік у кишечник.

Склад і властивості печінкового соку. Сік являє собою безбарвну опалесцируючу рідину густою 1,008гр/см<sup>3</sup> рН-7,8-8,4. Лужність відповідає кислотності шлункового соку.

Підшлунковий сік містить 1,52-6,6 % сухої речовини, в тому числі 0,8-0,9% неорганічної речовини, в тому числі до 0,7% бікарбонату натрію, хлорид натрію, хлорид кальцію , фосфати. Органічна речовина складається з білків, ферментів, нуклеопротеїдів. У жуйних в підшлунковому соку міститься до 3-4,5% білку, у свиней 1,2-1,4%.

Ферменти підшлункового соку діють на білки, ліпіди, вуглеводи.

Трипсин - основний протеолітичний фермент. Виділяється у вигляді неактивного трипсиногену, активізується спочатку ентеропептидазою а потім - трипсином. Фермент діє у лужному середовищі, розщеплює білки до пептидів та амінокислот, діючи на пептидні зв'язки. Він термостабільний , нагрівання його до 100<sup>0</sup>С не знижує його активності.

Хімотрипсин - виділяється у вигляді хімотрипсиногену, активізується трипсином. Розщеплює білки після обробки трипсином і трипсоном.

Панкреопептидаза (еластаза) - гідролізує специфічні білки сполучної тканини і мукополісахариди до пептидів і амінокислот.

Карбооксипептидаза - ендофермент який відщеплює від пептидів амінокислоти із боку карбоксильної групи.

Дезоксирибонуклеаза і рибонуклеаза - здійснюють гідроліз нуклеїнових кислот.

Ліпаза підшлункова - гідролізує жири до гліцерину і жирних к-т. Діє на межі вода - жир. Являє собою розчинний у воді білок. Активується іонами кальцію і жовчаними кислотами.

Гліколітичні ферменти: амілаза - розщеплює крохмаль, глікоген і амілопектин на декстрини і мальтозу;

Глюкозидаза - розщеплює мальтозу до глюкози;

Фруктофуронідаза - розщеплює сахарозу до глюкози і фруктози. У молодняку в підшлунковому соку є галактозидаза - розщеплює лактозу на глюкозу і галактозу.

Процес виділення секрету іде шляхом мерокринової та апокринової секреції. Мінеральні речовини соку надходять із плазми крові. Виводиться сік із альвеол скороченням міоепітеліальних клітин, а із протоків - гладенької мускулатури.

Рефлекторна регуляція виділення підшлункового соку аналогічна до регуляції слинних і шлункових залоз. Споживання корму та умовні сигнали посилюють секрецію, рефлекторна дуга - складається з рецепторів ротової порожнини, звідки імпульс надходить у довгастий мозок а звідти - по симпатичних та парасимпатичних нервах до клітин залози та кровоносних судин.

Нейрогуморальна регуляція здійснюється за допомогою гормонів і різних компонентів вмістимого рубця і кишечника.

Секретин - утворюється в слизовій оболонці 12-палої кишки у вигляді просекретину і активізується соляною кислотою підшлункового соку. Цей поліпептид розчинний у воді і може руйнуватися під дією секретинази. За його дії виділяється багато підшлункового соку з великою кількістю органічних речовин.

Панкреозимін - при виділенні в кров він стимулює підшлунковий сік з великою кількістю ферментів.

Існують дані про те що ці гормони діють через нервову систему, тому відбувається нейрогуморальна регуляція.

Секреторна діяльність на різні корми. У собак підшлункова залоза секретує, періодично через 18-20 годин після прийому їжі секрет відсутній. Динаміка секреції відповідає шлунковій, що вказує на наявність інтерорецепторного взаємозв'язку.

Установлено, що при тривалій годівлі вуглеводами збільшується кількість амілолітичних ферментів, а білками - протеолітичних і.т.д.

Тому різкий перехід є небажаний.

Особливості секреції у с.-г. тварин. У жуйних, коней, свиней секреція безперервна, проте з різною інтенсивністю. Безперервність підтримується інтерорецептивним подразненням різних ділянок системи травлення, гормонами та речовинами корму.

Добова кількість підшлункового соку у ВРХ дорівнює 6-7 літрів у овець -0,4 літрів, у свиней до 8 літрів.

Білка у жуйних у соку до 3-4,5%, а у свиней 1,2-1,4%.

### **П.Секреторна функція печінки.**

В печінкових клітинах постійно утворюється жовч, вона по капілярах, а далі по жовчним протокам, печінковим протокам, загальному жовчному протоку надходить у жовчний міхур. Жовчні протоки і міхур (депо). В міхурі жовч дещо інша а ніж в протоках (міхурово).

Склад і властивості - у травоїдних - темно-зелена, у всеїдних - червоно-жовта.

Щільність 1,009-1,013, рН-7,5, щільних властивостей - 1 - 5%. Міхурова жовч -9-20% щільних речовин, щільність 1,26-1,48, рН-6,8. Міститься слизь бокаловидних клітин.

В склад входять жовчні кислоти і пігменти. Жовчні кислоти - холева, дезоксихолева і літохолева - істинний секрет печінки, приймає участь в травленні.

Велика частина кислот в сполученні з глікоколом і тауроном.

1. Натрієві солі цих кислот зменшують поверхневий натяг і тим самим сприяють утворенню емульсії. Вони адсорбуються на краплинах жиру і перешкоджають їх склеюванню.

2. Активують ліпазу і інші ферменти,

3. посилюють моторику кишечника. Вони допомагають утворенню дуже мілких краплинок жиру, які можуть всмоктуватись по принципу піноцитозу.

4. Вони утворюють розчинні комплекси з нерозчинними вищими жирними кислотами, що допомагають їх всмоктуванню. Потім вони через кров повертаються знову у печінку.

Жовчні пігменти - білірубін і білівердін - продукти розпаду гемовмістимих білків. Білірубін - надає жовчі жовтого кольору, а довільне білівердін -зелений.

Жовч - містить ферменти (мало). В її склад входить лецитин, фосфатиди, хлориди, натрій і холестерин, які при високій концентрації випадають в осад і є причиною утворення каменів.

Жовчевиділення. Поза травлення жовч надходить у міхур так як сфінктер в кишці закритий. Під час споживання корму відбувається рефлекторне скорочення міхура та відкриття сфінктера спочатку надходить в кишечник жовч з міхура (густа і темна), а потім прямо з печінки.

Жовч попадає у кишечник через 3-12 хв. після надходження їжі (молоко 2-3хв, а хліб 10-12 хв.). Кількість і якість жовчі залежить від корму найбільше жовчі виділяється на жирне м'ясо.

Регуляція надходження жовчі відбувається рефлекторним і гуморальним шляхом. Посилення секреції здійснюється за рахунок: виникнення умовних сигналів, )"уявна годівля", подразнення механо і хіморорецепторів 12-палої кишки і шлунку.

Рефлекторна регуляція здійснюється через блукаючий і симпатичні нерви. При подразненні блукаючого нерву прискорюється виділення жовчі а симпатичного навпаки затримується. Крім того наповнення міхура сприяє його скороченню.

Здійснюється за рахунок гормону холіцистокиніну, а також продуктів гідролізу жиру білка та окремих екстративних речовин. Надходження жовчі сприяє її утворенню.

У с.-г. тварин жовч виділяється безперервно, більше виділяється жовчі при годівлі, а в ночі і при голодуванні менше.

Кількість жовчі, що виділяється за добу у ВРХ виділяється до 7-9,5 літрів, у коней 6-7 літрів, у свиней 2,4 - 3,8 літрів, у вівці - 1-1,5. Кількість жовчі залежить від якості корму та режиму годівлі. На макухи у тварин виділяється багато жовчі. У молодняка з переходом на рослинну їжу зменшується кількість жовчних кислот. Вміст в жовчі мінеральних речовин залишається не змінним.

### **III. Функціональна діяльність кишечник залоз.**

Кишечний сік завершує гідроліз білків, жирів, вуглеводів. На початку 12-палої кишки є залози, які нагадують пілоричні залози шлунку, а на рештах ділянках трубчасті залози, які розташовані у слизовій оболонці. Крім того у 12-палій кишці є окремі бокаловидні клітини. Для одержання кишкового соку застосовують різні методи ізоляції кишкових петель або накладають зовнішні анастомози (за А., Д., Синешоковим).

Склад і властивості кишечного соку. - сік є безбарвною ридиною яка при відстоюванні поділяється на верхній рідкий, прозорий шар, та нижній, який містить слизисті грудки. Ці грудочки з секрету бокаловидних залоз та злушеного епітелію де адсорбується 80% ферментів. Густина соку - 1,005, 1,015, рН-7,4, 8,7, сік містить 97,6 % води, 0,8% білків, 0,73% інших органічних сполук, 0,87% мінеральних речовин в основному вуглекислий та хлористий натрій. У різних ділянках сік різний, у міру віддалення 12-палої кишки у соку все менше ферментів а слизу більше.

Ентеропептидаза (ентерокиназа) - активізує трипсиноген і прокарбоксіпептидазу. На інші білки цей фермент майже не діє.

Пептидази (амінопептидаза, амінотрипептидаза) - розщеплюють пептиди до вільних амінокислот після пепсину і трипсину.

Кишечний сік не гідролізує нативні білки за виключенням казеїну.

Лужна фосфатаза - приймає участь у відщепленні фосфатидів від різних сполук і фосфорилуванні вуглеводів, амінокислот і ліпоїдів, забезпечує їх транспорт через клітинні мембрани. Вони є і в інших тканинах але в кишечному соці її у 30-40 разів більше ніж у печінці.

Усі амілолітичні ферменти соку активні але найбільше - глюкозидаза фруктофуридаза і галактозидаза.

Ліпаза кишкова у соку міститься в незначній кількості.

Фосфоліпаза - діє на ефірні зв'язки у фосфоліпідах, розщеплюючи їх на жирні кислоти, гліцерин і фосфати.

Утворення кишкового соку відбувається за загальним принципом, але на відміну від інших залоз здійснюються і голокриновий тип секреції (відторгнення секреторної клітини). Крипти залоз вистелені зернистими та бокаловидними продукуються клітинами, а також циліндричними, які здійснюють регенерацію епітелію, ворсинок та крипт.

В процесі секреції злущується багато епітелію, так як цикл секреції коротший, а оновлення клітин проходить в 2 рази швидше, а ніж в шлунку.

Регуляції секреції. На відміну від інших залоз. Вплив рецепторів ротової порожнини виражено слабо. Секрецію викликають механо- і хіморекцептори вмістимого. Реалізація подразнення здійснюється рефлекторно при участі інтрамуральних нервових утворень і через ЦНС. В регуляції секреції приймають участь гормони: дуокринін і ентерокринін і різні біологічно-активні речовини корму. Дуокринін посилює секрецію залоз 12- палії кишки, а ентерокринін - інших ділянок. Ці речовини утворюються при подразненні механо- і хіморекцепторів.

Виводиться сік з крипт за рахунок скорочення гладенької мускулатури кишечника, значить існує взаємозв'язок між моторикою і секрецією.

Склад кишкового вмістимого являється самим різноманітним по наявності соків, їх суміш з кормовими масами, що надходить з шлунку називається **хімусом.**

Взаємодія ферментативних систем в кишечнику. В тонкому відділі відбувається складна взаємодія всіх ферментативних систем, травних залоз, в результаті утворюються кінцеві продукти гідролізу.

Особливий інтерес - протеолітичні ферменти. Пептин активний в кислому середовищі до неактивних білків, в т.ч. до ферментів. Нейтралізація кислого середовища в 12- палії кишці зупиняє руйнівну дію пепсину.

Трипсин здатний до самоактивації і саморуйнування. Але при наявності білку він має підвищену спорідненість до чужорідного (екзогенного) білку.

Активність трипсину і хімотрепсину проявляється на всьому протязі тонкого кишечника.

Білок корму у верхніх ділянках кишечника оберігає ферменти від перетравлювання по принципу конкуренції. А коли концентрація білка знижується, перетравлюються ферменти. Суміш амінокислот в тонкому відділі кишечника має чітку сталість, це виражено навіть при голодуванні. Гомеостаз хімусу підтримується виділенням травними залозами великої кількості білку.

У корів з травними соками за добу виділяється 500-700 г. ендogenous білку, із них 76% - ферменти, всі інші - плазменні білки (альбуміни і глобуліни) мукопротеїди, нуклеопроїди і інші, тканинні білки. Сюди виділяється сечовина 90% загальної кількості N використовується.

Таким чином травний тракт приймає активну участь в білковому обміні організму.

#### **IУ. Особливості травлення в тонкому відділі.**

Тонкий відділ має велику довжину корови -40-49м, вівці -24-26, коня і свині 20 м. За добу проходить вмістимого  $\approx 1/2$  вага тварини.

Загальна кількість соків велика:

ВРХ-180-200л

вівці -15-40л

коні-190-200л

свині -48-50л

У всіх тварин на 1 кг сухого корму виділяється однакова кількість соків (14-15л). Втрата великої кількості кишкового вмістимого викликає тяжкий стан і навіть смерть, що говорить про його важливість.



Склад хімусу в тонких кишках вражає своєю динамічною стабільністю. Так, у жуйних органічні речовини-6%, білку 1,25%, мінеральні речовини 1%. Все це (copst) забезпечується контролем через механо - і хіморцептори. Коли потрібно - виділяється сік, а не потрібно припиняється і всмоктується вода.

### **У.Пристінне травлення в тонкому відділі.**

В тонкому відділі рельєфно виражено пристінне, або мембранне, травлення. Порожнинне травлення складає понад 20-50%, а мембранне 50-80%.

Ворсинки тонкого відділу вкриті призматичним каймистим епітелієм. Кайма клітин утворена великою кількістю цитоплазматичних відростків (мікрворсинок) - до 3тисяч на одну клітину. Довжина їх досягає 0,55-1,1 мкм, а товщина 0,05-0,08мкм. Вони утворюють щітинну кайму, яка у 30 разів збільшує поверхню епітелію. Слиз бокаловидних клітин утворює на поверхні ворсинок слизисту мукополісахаридну сітку (глікокаліс), яка не допускає мікроби між ворсинки. На мікрворсинках епітелію фіксуються ферменти, які здійснюють мембранне травлення.

Ферменти ці частково адсорбуються із хімуса а частково виділені клітинами. Ферменти розташовані у жорсткому порядку, спрямовуючи активний центр на субстрат. На кайму знайдені різні ферменти : лужна фосфатаза, пептидази, ліпаза, амілаза та інші. Тут ферменти менш вибагливі до рН середовища (амілаза діє у кислому середовищі). Ферменти кайми діють у стерильних умовах так як бактерії сюди не проникають.

Мембранне травлення - універсальний спосіб пристосування, які властиві як вищим тваринам, так і одноклітинним. Воно є не тільки у кишечнику, але і в інших відділах травного тракту, в тому числі - і в передшлунках.

Це кінцевий етап травлення, після якого відбувається всмоктування мономерів.

Лекція 5  
**Тема. Моторна функція кишечника.  
 Всмоктування**

План.

- 1.Травлення в товстому відділі кишечника.
- 2.Моторна функція кишечника.
- 3.Механізм всмоктування.
- 4.Екстректорна функція в різних відділах травного тракту
- 5.Особливості травлення у домашньої птиці.

**Рекомендована література**

1. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д. Фізіологія тварин : підручник. Вінниця: Нова книга. 2010.
2. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник. К.: ЦУЛ, 2009. 568 с.
3. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум. К.: ЦУЛ, 2009. 264 с.
4. Чудак Р.А., Мельникова Т. В. Фізіологія сільськогосподарських тварин: практикум. Вінниця: ВДАУ, 2003. 144 с.
5. Чудак Р.А., Непорочна О. Т. Фізіологія сільськогосподарських тварин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2011. 104 с.

**І.Травлення в товстому відділі кишечника.**

В товстому відділі закінчується травний процес. З тонкого кишечника хімул окремими порціями поступає в товстий: сліпа ободова та пряма кишки.

У м'ясоїдних сліпа і ободова кишки дуже короткі , у травоядних цей відділ дуже розвинутий. Довжина відділу у корів 6-13 метрів. У овець- 3,5-10 метрів, у коня -6-9 метрів.

В слизовій оболонці товстого кишечника немає ворсинок, а епітеліальні клітини не мають щетинної кайомки. В кишечних залозах більшість бакаловидні клітини. Сік лужної реакції, має багато слизу, ферменту ті ж самі, що і в тонкому кишечнику, але в меншій кількості.

Секреція соку триває безперервно. У регуляції секреції основне значення має подразнення механо-та хіmoreцепторів.

В товстий кишечник поступає у 3-4 рази вмістимого менше ніж в тонкий. Тут є різні секрети травних залоз та неперетравні залишки корму. Ферменти, що поступають , активізуються та приймають участь у завершенні травлення .

Основний процес травлення здійснюються мікроорганізмами. У коня в 1 гр. вмістимого міститься понад 15 млрд. бактерій (склад мікроорганізмів такий як у рубці жуйних).

З клітковини , що перетравилася у жуйних в цьому відділі засвоюється  $\approx 30\%$ , а у коня -40-50%.Продукти гідролізу її і звільнені поживні речовини підлягають

бактеріальному розщепленню. Вуглеводи до ЛЖК,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ . Гази зникають, а продукти розщеплення всмоктуються в кров і використовуються організмом.

Поряд з цим тут розвиваються гнильні процеси, особливо коли багато надходить неперетравлюваного білку. В результаті гниття амінокислоти,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  і отруйні аміни *крезол, фенол, індол, скатол*. Отрути всмоктуються в кров і знешкоджуються в печінці дякуючи з'єднанню з сірчаною і глюкоуроною кислотою.

В грубому відділі засвоюється білку : у коней -39%, корів 32%, свиней до 30%. Між гнильним і бродильними процесами конкуренція. ЛЖК запобігає гниттю. На це звернув увагу І.І. Мечніков. Він вважав, що всмоктуючись продукти гниття викликають старіння і рекомендував споживати молочнокислі продукти.

В вмістимому товстого кишечника проходять різні біохімічні процеси: утворюються сульфіді, холестерин перетворюється в копростерин. Всмоктуються вода, виділяється сечовина і деякі солі, формується кал.

## **2. Моторна функція кишечника.**

Скорочення кишечника забезпечує переміщення , перемішуванням, подрібненням і розминання вмістимого.

Моторна діяльність кишечника відповідно:

- 1). Розподіляє вмістиме,
- 2) визначає час перебування кормових мас в кожній ділянці,
- 3) сприяє виведенню секретів із кишкових залоз,
- 4) всмоктуювання.

Є два м'язових шари , що ідуть спіральному напрямку: поздовжні, і циркулярні ( внутрішній потужний).

Взаємодія цих шарів забезпечує маятниковоподібні, перестальтичні, сегментуючи рухи і їх поєднання.

Маятниковоподібні рухи - поздовжні ритмічні скорочення і послаблення в результаті петля рухається то в одну то в іншу сторону (маятник). При цьому здійснюється рух і перемішування вмістимого. Приймають участь в основному поздовжній шар.

Перистальтичні скорочення - хвилеподібне переміщення кільця по кишечнику. Звуження і розслаблення кільцієвої мускулатури. Якщо одночасно і поздовжні мускули, то вмістиме рухається по кишечнику. Якщо кільце звуження рухається в краніальному напрямку, то така форма називається антиперистальтика.

Сегментуючі скорочення - ритмічне утворення нерозповсюджуваних кілець звуження.

Вони можуть бути груповими і одинарні. Іноді переходять в перистальтичні. Ці рухи забезпечують розподіл вмістимого на порції і перемішування.

Гладенька мускулатура - в постійному тонусі. Основний фактор в перемішуванні і розподілу вмістимого - величина тиску. У різних тварин - особливості.

Скорочення мають періодичний характер. Періоди скорочень у ВРХ, коней і овець закінчується частими скороченнями і евакуація вмістимого.

В товстому відділі у всіх тваринах чітко виражені рідкі, сильні, повільно-розповсюджені перистальтичні скорочення. Чим щільніше вмістиме, тим щільніше звужується кільце і повільно рухаються хвилі.

Регуляція рефлекторним і гуморальним шляхом. Гладенька мускулатура і інтрамуральні нервові утворення володіють властивостями ритмічного самовозбудження (автоматизм).

Наприклад

Первинна регуляція за рахунок інтрамуральних нервових утворень. Аферентні імпульси від рецепторів в ЦНС ідуть по п.вагус і спинному мозку. Еферентні імпульси по симпатичному і парасимпатичному нерву. Перша стимулює моторику, а друга - стимулює механічне подразнення посилює перистальтику. Впливають гуморальні фактори. Ацетилхолін і гістамін посилюють скорочення кишечника, адреналін і симпатин - гальмують моторику.

Важливий показник - тривалість перебування корму в травному тракті.

У свині після разової годівлі через 3-6 годин виводиться половина корму. Основна кількість корму проходить за 1-1,5 доби, а закінчується за 4-5 днів.

У коней перебування корму в шлунково-кишковому тракті 4 доби, з них в шлунку і тонкому кишечнику 6-12 годин, а в товстому - 3 доби.

У овець і корів евакуація вмістимого з рубця і сітки починається через 30-60 хв. і продовжується на протязі декілька днів. Через весь тракт перші порції проходять за 14-19 годин, досягає максимуму на 2-3 добу. Житня солома може затримуватися в рубці 11-12 днів. В сичузі їжа 0,5-1 год., в тонкому відділі 1-2 години, в товстому 1 добу.

Продовження перебування корму залежить від його характеру, фізичних і хімічних властивостей, кількісного співвідношення в раціоні, технологічній обробці. Встановлено, що добавки білкових кормів прискорюють проходження. Сильно подрібнені гранульовані корма швидко проходять через передшлунки, із-за чого порушується процес жування.

Регуляція проходження корму здійснюється по тому ж принципу, що і моторна діяльність.

### **III. Механізм всмоктування в різних відділах травного тракту.**

Всмоктування (ресорбція) - процесі проникнення різних речовин через клітинні структури і поступання в кров і лімфу. Воно має місце у всіх тканинах, але морфологічно і функціонально найбільш пристосовані до цього епітелій шлунково-кишкового тракту.

В механізмі всмоктування активна роль належить мембранам, відокремлюючи цитоплазму від зовнішнього середовища і міжклітинного простору. Мембрани мають пори біля  $4\text{-}\text{A}^0$ , через які по принципу дифузії проникають  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  і  $\text{NH}_3$ .

При всмоктуванні в шлунково-кишковому тракті речовини переборюють: мембрана клітини - мікроканальці цитоплазматичної сітці - базальну мембрану клітини - сполучна тканина - базальну мембрану - ендотелій капілярів.

Дуже складний транспорт речовин через клітинну мембрану. Він протікає так: субстрат адсорбується на поверхні мембрани і вступає в сполуку з мембранним білком - переносником. Жирові речовини з'єднуються з ліпідами мембрани. Таке

комплексне з'єднання активізується АТФ і переміщується до внутрішнього шару мембрани, де розщеплюються на субстрат і носій під дією ферментів. Субстрат поступає в цитоплазматичні мікроканалці і переміщується до базальної мембрани, де продовжується процес переносу в з'єднану тканину, а з неї в кровоносні і лімфатичні капіляри. Переносник, що звільнився повертається на своє попереднє місце.

Адсорбовані речовини можуть переноситись у клітину і шляхом піноцитозу (втягування пухирця у цитоплазму).

На всмоктування впливають такі фізичні явища, як дифузія, осмос і фільтрація.

- Збільшення концентрації поживних речовин прискорює всмоктування,
- Збільшення різниці осмотичного тиску між хімусом і кров'ю прискорює всмоктування води.

- При тиску у шлунку 8-10 мм. рт. ст. посилює процес всмоктування, а при 60-80 мм. рт. ст. кровоносні судини стискаються.

У ротовій порожнині всмоктування не значне за умов короткочасного перебування і малої кількості готових продуктів.

Розчиненні речовини можуть дифундувати через мембрану смакових цибулин формуючи відчуття смаку. Нерозчинні речовини смаку не мають. У роті всисаються деякі лікарські речовини.

У шлунку - всмоктування обмежене. Тут всмоктуються вода, хлорид натрію, моноцукри та спирти. Проте об'єм речовин, що всмокталися, не перевищує об'єму шлункового соку.

У передшлунках жуйних всисання відбувається енергійно. Багатошаровий епітелій дуже тонкий (1 5-8 разів тонше епітелію у стравоходу), стінка має багато щілин, направлених до кровоносних судин. Його плоскі клітини мають мітохондрії, містять ферменти та сульфгідрильні групи. Багато сосочків, сіток та складок передшлунків збільшують площу активної поверхні.

У передшлунка(особливо у книжці) інтенсивно всмоктуються ЛЖК, проходження їх через мембрану залежить від їх здатності розчинятися у ліпоїдах. Оцтова к-та - 1,0, кропіонова - 1,19, масляна - 1,32.

З органічних речовин активно всмоктується аміак, сечовина, водорозчинні вітаміни, а також іони калію, хлору, фосфати. Всмоктування кальцію і магнію відбувається тоді, коли концентрація їх у хімусі у 9-разів більше ніж у крові.

За 1хв. з рубця може всмоктатися до 1 літра вуглекислоти, яка потім виділяється через легені. Із книжки виходить до 100 літрів води (H<sub>2</sub>O) та до 70% ЛЖК.

У тонкому відділі кишечника іде основне всмоктування. Це обумовлено морфо-фізіологічними особливостями та наявністю кінцевих продуктів гідролізу.

Багато ворсинок, на 1мм<sup>2</sup> стінки 12-палої кишки припадає до 30 ворсинок. У кожній ворсинці є дрібні артерії які переходять у капіляри. У центрі ворсинок розташована лімфатична судина з клапаном. В середині ворсинки є гладенькі м'язові волокна та нервові сплетіння підслизистого шару.

Під час всмоктування капіляри розширюються і щільно прилягають до епітеліальної тканини. Рух ворсинок допомагає всмоктуванню: вони то витискають

кров у лімфу то всмоктують поживні речовини. Скорочуються вони групами 3-5 разів за хв. Гальмують скорочення ворсинок кальцію і калію а збільшують розчини глюкози пептонів амінокислот, жовчних кислот, гістаміну та інших.

У тонкому відділі кишечника всмоктуються продукти гідролізу білків, жирів, вуглеводів, вода та мінеральні речовини. Слизова оболонка тонкого відділу не пропускає нативних білків і поліпептидів, тільки молозиво може проходити за принципом піноцитозу (тільки у новонароджених). Азотовмісні речовини всмоктуються у вигляді амінокислот, краще із менш концентрованих розчинів. Між амінокислотами існує конкуренція за носія.

Всмоктування продукту гідролізу жиру відбувається нижче жовчної протоки у вигляді гліцерину і жирних к-т, а також у вигляді моно- і дигліцеридів. Проте ці продукти можуть всмоктуватися і за принципом піноцитозу. Гліцерин легко проникає через мембрани, а жирні кислоти і з жовчю утворюють водорозчинні сполуки.

Транспорт здійснюється ліпоїдними компонентами мембрани. У цитоплазмі жирні кислоти відщеплюються від жовчних кислот та ресинтезуються у тригліцериди. Жири з довгим ланцюгом молекули з епітелію кишечника надходять у лімфатичну центральну судину і транспортуються у вигляді кульок. Після всмоктування у лімфу жиру - вона набуває білого кольору.

Всмоктування вуглеводів відбувається у вигляді моноцукрів з різною швидкістю. Швидше за всіх всмоктуються галактоза, найповільніше - фруктоза. Транспорт моноцукрів відбувається за допомогою носіїв за участю катіонів натрію. Продукти вуглеводного гідролізу як правило поступають в кров.

Мінеральні речовини всмоктуються вибірково з неоднаковою швидкістю в залежності від розчинності та поєднання з органічними речовинами. Найшвидше всмоктуються катіони калію, потім натрію, кальцію, і магнію. Мембрана клітин найбільш проникла для іонів хлору і менш проникла для сульфатів і фосфатів. Швидше за все проникають з ізотонічних і гіпотонічних розчинів.

Надлишок калію гальмує всмоктуванню кальцію більшість мікроелементів всмоктуються у вигляді органічних і неорганічних сполук.

Тут всмоктується майже вся вода яка виділяється з травними соками. У корів за добу всмоктується до 150-180 літрів води і тільки 10% виділяється з калом.

В товстому відділі кишечника закінчується процес всмоктування і утворюється кал за рахунок ресорбції води .У слизовій оболонці кишок травоїдних всмоктуються ЛЖК, моноцукри, амінокислоти, аміак, сечовина та ін. У жуйних у товстому відділі всмоктується я близько 20% води 6% протеїну, 10% вуглеводів і 16% ліпоїдів.

Регуляція всмоктування. Всмоктування відбувається при затратах енергії залежить від проникливості клітин і капілярів тиск крові та інші. Знаходиться у тісному взаємозв'язку і секреторною та моторною діяльністю травного апарату.

Рефлекторна регуляція. Відбувається за участю рецепторів травного тракту. Установлено, що подразнення гіпоталамусу викликає зміни всмоктування у кишечнику. Відмічений вплив вищих відділів ЦНС на всмоктування вуглеводів.

Гуморальна регуляція. Заснована на дії гормонів наднирників, підшлункової, щитовидної, парашитовидної залоз та задньої долі гіпофізу. Інсулін сприяє

всмоктуванню глюкози, тироксин підвищує, а пітуїтрин понижає всмоктування глюкози.

#### ІV. Екскреторна функція травного тракту.

Екскреторна функція ( наряду з легенями, нирками, шкірою). З калом виділяється продукти білкового обміну : сечовина, сечова к-та, креатин і кроетинін, мінеральні речовини (Na, K, Ca, Mg, P, J) вода, токсини лікарські речовини, сторонні домішки.

Справжню екскреторну функцію виконують всі залози травної системи, а також епітеліальні клітини. Екскреція в дійсності близька до секреції.

Кожний відділ володіє своєю специфікою. Наприклад , через слинні залози Na, K, Ca, J, через шлунок і кишечник - хлориди, молочна к-та, сечовина, сечова к-та, через печінку і підшлункову залозу - пурини, K, J, Zn, фарбники.

Регулюється екскреторна функція по принципу інших травних процесів нервово-гуморальним шляхом. Відомо, що наркотичні і снотворні знижують екскреторні функції.

Акт дефекації. В товстому кишечнику вмістиме згущується у 15-20 разів (за рахунок всмоктування води) і формуються калові маси. Склад калу різний у різних тварин і залежить від раціону. У ньому є неперетравні рештки корму, клітини епітелію, слиз, мінеральні речовини, мікроорганізми (20-30 % від загального об'єму калу).

Реакція калу нейтральна або слабо лужна кількість калу за добу у різних тварин різна: у корів - до 40 кг., у овець 1-1,5кг., у коней -15-23 кг., у свиней до 3 кг.

У жуйних дефекація відбувається 10-20 разів за добу. У коней 5-12 (відбувається при русі навіть навлежачки).

Дефекація - складний рефлекторний акт. Наповнення ампулоподібного розширення прямої кишки викликає скорочення товстого кишечника. Сильні перистальтичні хвилі прямої кишки сприяють рефлекторному розслабленню сфінктерів (зовнішнього і внутрішнього), а слабкі - загасають. Від рецепторів прямої кишки в перший нервовий центр (поперековий відділ спинного мозку надходять імпульси). Зовнішній сфінктер підпорядкований волі тварини, що визначає довільність акту дефекації. Вищі центри знаходяться у довгастому мозку, гіпоталамусі та кори великих півкуль.

У процесах дефекації беруть участь м'язи черевної стінки та діафрагми.

У с.-г. тварин легко виробляються умовні рефлекси на місце і час дефекації, що має важливе значення в зоогігієні.

#### **У.Особливості травлення у домашній птиці.**

##### **Відмінні особливості:**

- специфічна форма дзьоба,
- відсутність зубного апарату,
- наявність розширеної частини стравоходу,
- поділ шлунку на м'язову і залозисту частини,
- короткий тонкий кишковик,
- дві сліпі кишки.

Прийом корму. Відшукує корм птиця за допомогою зору і апробірує дякуючи добре розвинутою тактильною чутливістю, слизовою ротовою порожниною (дотикові тільця).

Смак і запах у птиці розвинутий погано.

Ротова порожнина обмежена краями дзьоба, сформованого з перетворених нижньощелепної і щелепної кістки.

Величина, форма і твердість дзьоба залежить від виду птиці і характеру годівлі.

У курки і індюків - гострий короткий, водоплавних - широкий і м'який, у качок насічки для фільтрування, у гусей - для відривання трави.

У птиці нема зубів, їжа відразу проковтується. Слини мало, складається переважно з слизу.

Акт ковтання. У птиці немає надгортанника і піднебіння м'якого. В хоани їжа не попадає із-за скорочення м'язів піднебіння і з наявністю рогових сосочків.

Гортань відгороджується від кормової маси гортанними мішками і основою язика. Механізм ковтання води зовсім інший - у них немає щік і слабо розвинуті ротоглоткові м'язи.

Стравохід може сильно розширитися. Воло кулеподібне (кури, індюки) або веретеноподібне (качки і гусей) розширене. У курей у волі -75-100г корму. Секрет слизистих залоз не містить ферментів

У волі пом'якшення їжі - пшениця за 6 годин збільшується на 1/3. Часткове розщеплення - рослинними ферментами в сприятливих умовах (t, волога, рН лужна). Корм у волі частково перетравлюється за рахунок бактерій. При виділенні дзьоба зменшується перетравність.

Тимчасове хвилеподібне вкорочення вола забезпечує заповненню шлунка. Скорочення змінюється спокоєм. Частота зміни залежить від ступені заповнення дзьоба і шлунка.

У голубів в період вигодовування пташенят у волі утворюється молочного кольору рідина, яка містить легкозасвоювані білки, жири, мінеральні речовини, ферменти. Всі ці речовини перенароджених клітин епітелію, що злуцились.

Із вола корм попадає в залозистий шлунок в товщі якого 30-40 великих, дуже гіллястих альвеолярних залоз з широкими вивідними протоками у вигляді сосочків. Корм тут майже не міститься. Цей орган, продукує сік, що складає з HCl і пепсину. Загальна кислотність соку у курей 0,12-0,48%, гусей 0,13-0,35%.

Секреція шлункового соку безперервна, але із зміною інтенсивності. У курей 1,4-1,5 мл, за 10 хв. 240 мл за добу.

Прийняття корму посилює секрецію. Кількість соку залежить від характеру годівлі (найбільша при 15-20% вмісті в кормі перетравлювального протеїну) і фізіологічного стану (при линьці знижується).

Регуляція секреції здійснюється також як і у ссавців. Показ корму - викликає посилення секреції і перетравлюючою здатністю. Під час евакуації корма з дзьобу в шлунок - секреція збільшується. Гуморально також регулюються.

Із залозистого корм переходить у м'язовий завдяки перистальтичним скороченням. У хижих птахів м'язовий шлунок - продовження залозистого, вважають видозміненим пилорічній частині.



М'язовий шлунок має головні і проміжні м'язи (гладенькі). Порожнина його вистелена слизистою, куди відкриваються багаточисленні протоки трубчастих залоз. Секрет їх утворює щільну оболонку (кутикулу). Вона має захисну функцію від пошкоджень.

В м'язовому шлунку - механічна обробка корму. Скорочення через 20-30 сек. Під час скорочення тиск досягає до 265 мм рт.ст. Цьому сприяє ковтання камінців. Якщо немає камінців - перетравлювання гірше на 20-30%. Так як вхідний і вихідний отвір шлунку розташовані разом - корм затримується довго. Рідина евакуується в кишечник.

Регуляція моторної діяльності здійснюється також як і у ссавців. Блукаючі нерви моторні для обох шлунків.

В шлунку інтенсивно розщепляються білки і вуглеводи, в меншій частині жири. Легко перетравлюються білки тваринного походження, а рослинні - тільки після механічної обробки. Дуже часто з кишечника закидається жовч, що спонукає перетравлюванню жиру і крохмалю.

### **Травлення в кишечнику.**

Корм надходить із шлунку в 12- палу кишку окремими порціями. Кишечник у птиці перевищує довжину тулуба в 3-7 разів (у ссавців в 15-30 разів). У курей довжина 1,2-2,6 м.

На місті переходу шлунку в кишечник - зона залоз нагадує пілоричну частину. 12-пала кишка утворює вузьку довгу петлю на згині якої лежить відносно велика підшлункова залоза.

В 12-палу кишку впадає 2-3 протока підшлункової залози та жовчний проток. В тонкому кишечнику є трубчасті залози які секретують кишечний сік.

Підшлунковий сік містить такі ж ферменти і має той же склад що і у ссавців.

Жовчі у птиці виділяється багато - на 1 кг маси у курей виділяється до 37мл (а у ВРХ 5-15 мл).

Не дивлячись на короткий кишечник (тонкий) в ньому проходить основне перетравлення білків (пепсин) шлункового соку, протеолетичний фермент підшлункового і кишечного соку), жирів(ліпази) та вуглеводів (амілолітичні ферменти).

З тонкого кишечника хімус потрапляє або в пряму кишку або у сліпі кишки (якщо сфінктер у пряму кишку закритий). Процес сортування дуже складний у гусей та качок обидві сліпі кишки заповнюються одночасно а у курей - по чергово.

В товстому відділі відбувається гідроліз клітковини під дією мікроорганізмів. Він менш інтенсивний ніж у ссавців. Товстий відділ впадає в клоаку. Пряма кишка відкривається у каловий синус. Він, проходячи через сечовий синус змішується із сечею, сечова кислота кристалізується і вкриває кал білим нальотом. В напіврідкому стані він видаляється на зовні.

Харчові маси у птиць проходять через травний тракт дуже швидко, у курей - за 16-25 годин, у гусей і качок - за 17-22 години. Проходження їжі залежить від функціонального стану.

Наприклад, у курей під час яйценосності проходження прискорюється, а при насиджуванні сповільнюється. При низькій температурі повітря - прискорюється, при авітамінозах - сповільнюється.

Всмоктування проходить так як і у ссавців. Слизиста тонкого кишечника має ворсинки, розташовані рядами зигзагоподібно, закручуючись. Це посилює всмоктування і просування. Всмоктування інтенсивно проходить і в сліпих кишках, і в клоаці навіть.

Функціональна і морфологічна адаптація травної системи до кормових засобів.

Травний апарат - найбільш динамічна система організму з широким діапазоном пристосованих змін. Це зумовлено нерівномірним надходженням корму в різних кількостях і якостях поживних речовин.

Між кормом і діяльністю травної системи існує окрема відповідність. Воно направлене на підвищення КПД корму.

Адаптація діяльності травлення виражається в зміні секреторній, моторній і всмоктувальній функції так в момент прийому корму, так і після довгого прийому однотипних кормових засобів.

Адаптація секреторної діяльності до виду корму заключається в забезпеченні відповідності між кормом і ферментами. Якщо такої відповідності немає, відбувається суттєве порушення травлення.

У тварини налічується біля 80 ферментів в травленні приймає участь біля 20-30, їх кількість залежить від субстрату.

Наприклад галактозидаза, розщеплює молочний цукор.

При даванні крохмалю збільшується кількість амілази.

Процес ферментативної адаптації відбувається не відразу, а через декілька днів. (Приклади перехід на літнє утримання).

При годуванні тварин важкоперетравлюючими поживними речовинами збільшується секреторна діяльність травних залоз.

Збільшення секреторної діяльності травних залоз, добре чи погано?

Моторна діяльність шлунково-кишкового тракту змінюється в залежності від характеру кормових засобів. Грубі корма - посилюють моторику, сильно подрібнені - зменшують.

Функціональна адаптація призводить до морфологічної перебудови секреторного апарату і гладенької мускулатури. При тривалому споживанні грубих кормів проходить збільшення об'єму різних відділів травної системи.

Діяльність травної системи тісно зв'язані з функціональним станом організму.

Вагітність, лактація, інтенсивний ріст підвищує секреторну, моторну діяльність і перетравність поживних речовин.

Біоритми травної системи. Всі клітини, тканини, органи підлягають коливальному режиму функціональної активності, тобто окремому біоритму.

Розрізняють по механізму дії біоритми:

ендогенний, обумовлений внутрішніми процесами,

екзогенний обумовлений дією зовнішніх факторів.

Ендогенний ритм запрограмований в основному генетично - геноритм.

( ділення клітин, регенерація епітелію і т.п.).

Екзогенний ритм - в основі його лежить функціональна завантаженість, прискорює ритм і функціональний спокій. Добовий ритм, сезонний ритм.

У моногастритних характерна проява біоритмів у вигляді голодної періодичної діяльності (відкрито І.П.Павловим). Навіть при тривалому голодуванні виділяється шлунковий, підшлунковий і кишковий соки.

У полігастритних при голодуванні тривалому в шлунково-кишковому тракті є кормові маси. Біоритми проявляються в жуйні періоди, евакуації і посилення моторики і секреції.

Голодування один раз в неділю позитивно впливає на тварин.

Механізм рефлекторної регуляції моторно-секреторної діяльності травної системи.

Оптимальний режим діяльності травної системи устанавлюється шляхом активної авторегуляції з рецепторів травного апарату і керуючими вищими відділами ЦНС ("травний центр" по І.П.Павлову).

#### **Загальні принципи слідуючі.**

Кормові речовини, що володіють різними хімічними і фізіологічними явищами,

- 1) подразнюють рецептори травного тракту (механо і хеморецептори).
- 2) рецептори перетворюють дію різних подразників.
- 3) Сигнали передаються по аферентним системам в інтрамуральні нервові ганглії, в спинний і довгастий мозок.
- 4) В інтрамуральних нервових гангліях здійснюється периферична ауторегуляція моторно секреторна функція.
- 5) по аксонам клітин Догеля аферентні сигнали поступають в спинний мозок.
- 6) яка поступила в ЦНС інформація підлягає обробці в різних структурах головного мозку (довгастий мозок, ретикулярна формація, гіпоталамус, таламус, КГМ і т.п.)

В регуляції динамічної рівноваги адаптації моторної, секреторної і всмоктувальної функції велике значення має різна біологічна активність речовин (метаболіти і гормони).

## Лекція 6

### Обмін речовин і енергії

Тема: Значення обміну речовин.

- План. 1. Обмін речовин -основа життєдіяльності живих істот.
2. Процеси асиміляції і дисиміляції.
  3. Методи вивчення обміну речовин.
  4. Обмін білків.
  5. Обмін вуглеводів.2
  6. Обмін жирів і мінеральних речовин.
  7. Обмін енергії.

#### Рекомендована література

1. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д. Фізіологія тварин : підручник. Вінниця: Нова книга. 2010.
2. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник. К.: ЦУЛ, 2009. 568 с.
3. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум. К.: ЦУЛ, 2009. 264 с.
4. Чудак Р.А., Мельникова Т. В. Фізіологія сільськогосподарських тварин: практикум. Вінниця: ВДАУ, 2003. 144 с.
5. Чудак Р.А., Непорочна О. Т. Фізіологія сільськогосподарських тварин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2011. 104 с.

#### 1

**Клітина** - складається з атомів і молекул так як ілюбий об'єкт матеріального світу.

Довгий час наукова думка не могла відповісти на питання: яка відмінність живого і не живого.

Відмінність полягає в тому, коли ми розглядаємо живи істоти у всій сукупності процесів, що відбуваються (рух, сприймання подразнень, виживання, відтворення).

Чітка організація і взаємодія процесів основна різниця між процесами, життєдіяльності і звичайними хімічними процесами.

Для всіх живих речовин характерні органічні молекули ,що складаються з С (основа),  $O_2, H_2, N$ , а також S P Fe і ін.

Живі організми відрізняються від неживих можливість зберігати сталість хімічного складу складних молекул і підтримувати ріст , розвиток, подразнення, рухливість, розмноження і т.д.

Життя - вища форма рухливості матерії, що виникла як якісно новий етап в процесі її історичного розвитку.

Обмін речовин в клітині і в цілому організмі - це сукупність всіх хімічних процесів, які можуть в них протікати.

Обмін речовин зв'язаний з обміном поживних речовин, що надходять з зовнішнього середовища.

Молекули постійно обновлюються, тому потрібно постійний приплив нових молекул, як будівельного матеріалу. Обмін буває основний, пластичний, енергетичний. В цьому єдність пластичного і енергетичного обміну. Поживні речовини, що надходять можуть служити будівельним матеріалом (достатньо стабільні) і можуть розкладатись під впливом ферментів і слугувати енергетичним матеріалом.

Під впливом ферментів з пластичного матеріалу утворюється енергія. В природі постійно відбувається кругообіг речовин і енергії тварин в цьому процесі займає важливе місце.

П. Асиміляція і дисиміляція.

Два процеси: асиміляція, або анаболізм, і дисиміляція, або катаболізм.

В процесі анаболізму з простих попередників будуються складні структури. Синтез дуже упорядкований і простий. Для синтезу використовується вільна енергія.

При катаболізмі складні молекули тіла руйнуються до простих з утворенням енергії. Вихідні речовини - чітко визначається, а проміжні можуть бути різними.

Потік речовин, йдучи по різних шляхах обміну, не носить випадкового характеру, а чітко пристосований до потреби організму.

Хімічні сполуки, входять в склад живої матерії діляться на органічні і неорганічні.

Обмін речовин відбувається в повному взаємодії, але для вивчення ділять на білковий, жировий, вуглеводний, мінеральний і водний.

Ш. Методи вивчення обміну речовин.

Методи вивчення обміну речовин.

Балансовий метод.

Ангіостомічний метод - беруть кров протікаючу і відтікаючу від органу без нанесення травм.

Метод лічених атомів. Вивчені речовини підлягають спец. обробці звичайний елемент замінюють радіоактивним. Їх легко виявити в організмі завдяки радіоактивному вивченню. Цим методом можна виявити речовини в кількості  $10^{17}$  г (спектрометод  $10^{10}$ , об'ємний  $10^6$ ).

4. Обмін білків.

В утворенні унікальної супер структури живих клітин найбільш істотну роль відіграють білки.

"Життя це форма існування білкових тіл"

- вони займають велику питому вагу в масі тіла,

- характеризуються великим діапазоном варіацій розмірів (молекулярна маса від декількох тисяч до мільйона).

Фізіологічні функції білків: каталізатори, рухливі переносники, структурні компоненти.

Групи білків, які знаходяться в організми:

- ферменти, забезпечують процеси травлення, окислювальні процеси,

- гормони (наприклад інсулін і т.д.);

- структурні білки (скорочувальний м'яз, волокнисті еластичного і кісткового каркасу);

-транспортні білки (гемоглобін, переносники нерозчинних ліпидів, стероїдних гормонів, металів);

-імуноглобуліни (-глобулін крові, "перша лінія оборони").

Білки - основа всіх життєвих явищ.

Вони - незамінні поживні речовини. Повинні обов'язково містяться в їжі і корму.

Ні одна речовина не володіє багатогранними функціями як білок.

Слова Ф.Енгельса.

Білковий процес був невідомий до другої половини минулого століття.

Либіг перший звернув увагу на те, що N сечі веде своє походження від N білків їжі і може служити мірою ступеня переробки білка в організмі.

Ф.Біддер і С.Шмідт провели дослід по годівлі собак м'ясом і встановили невідповідність між споживчим азотом і азотом калу і мочі. Дослід проводився без дотримання азотистої рівноваги.

В травному тракті білки розщеплюються до амінокислот, а із них будуються специфічні білки.

Синтез білкових речовин йде безперервно. Мічені атоми. Половина всіх білків організму ссавців обновлюються за 6-7 міс. Особливо швидко плазми крові і мозку.

Біологічна цінність білків визначається їх амінокислотним складом і вимірюється кількістю білку організму, який може утворюватись з 100г білку корму.

Замінники амінокислоти: аланін, серін, пролін, оксипролін і глютамінова к-та., аспарагінова кислота, глікокол, гліцин, тирозин, цистин, цистеїн.

Незамінні амінокислоти: лізин, триптофан, метіонін, фенілаланін, треонін, лейцин, ізолейцин, валін, гістидин, оргинін.

Більш висока біологічна цінність у білків тваринного походження.

Рослинні білки цією якістю не володіють. Однаково не всі тварини. Желатин не мають триптофану.

Незамінні кислоти деякі отримують синтетичним шляхом (лізин, метіонін). Повноцінні білки особливо необхідними для росту, вагітним, лактуючим тваринам.

Рівень і направлення білкового обміну можна визначити по балансу азоту.

Позитивний - переважає синтез, негативний - переважає розпад.

Встановлено методом мічення атомів, що баланс азоту не повністю відображає білковий обмін так як білки тіла синтезуються за рахунок продуктів тканинного обміну.

Білковий мінімум - найменшу кількість білку який надходить з їжею, при якому підтримується азотиста рівновага в організмі.

Мінімум повноцінного білка (г) на 1кг живої маси: для овець і свиней-1,0, для коней в спокої-0,7-0,8; в роботі 1,2-1,4; для сухостійної корови -0,6-0,7; лактуючої - 1,0.

Для багатогастричних - повноцінні білки повинні поступати з кормом, для полігастричних - мікробіальній (аміди і білки корму).

Для моногастричних - повноцінні білки повинні надходити з кормом, для полігастричних - мікробіальний (аміди і білки корму).

Сховище генетичної інформації -ДНК , її молекули знаходяться в хромосомах кліткового ядра.

Для рахунку генетичної інформації існує (в цитоплазмі) мало живуча РНК інформаційна або матрична. І -РНК -це мобільна форма, утворююча на ДНК.

РНК постійно синтезується, так як клітинам завжди потрібні нові білки. І -РНК проходить через оболонку ядра в цитоплазму до місця біосинтезу білка (рибосома) і цим закінчується свою функцію розпадається на нуклеотиди.

Утворення і-РНК каталізує РНК- полімедаза. В склад ДНК входять азотиста основа аденін аденін(А), цитозин (Ц), гуанін (Г), тимін (Т), а РНК містить урацил (У), гуанін (Г),цитозин (Ц), аденін (А). Таке поєднання азотистих основ називається **КОДОНОМ**.

Синтез білка відбувається в рибосомі. Амінокислоти активуються. Транспорт РНК з'єднується з активною амінокислотою. Т-РНК розміщуються вздовж І -РНК і зв'язуються до неї завдяки вибіркоким контактом кодонів і антикодонів.

Амінокислоти сполуки теж з'єднуються пептидними зв'язками в відповідності з кодом. І-РНК з'єднується в один і той же час тільки з двома Т-РНК, одна з яких готова до з'єднання з новою амінокислотою. В полірибосомах амінокислоти звільнюються від цього комплексу і включаються в поліпептидну ланцюжку.

На синтез білка потребує багато енергії на одну пептидний зв'язок в організмі використовується 80кДж, яка компенсується за рахунок АТФ.

Розпад білкових речовин йде безперервно, незалежно від їх надходження з кормом. Характер розпаду білка визначається по кількості виділення азоту.

Мінімум подразнення в умовах білкового голодування при повному забезпеченні вуглеводами і жирами. Розпад в цьому випадку в 3-3,5 разів менше, а ніж при повному голодуванні.

Вуглеводи і жири - володіють зберігаючою дією білків.

Коефіцієнт зношування - найменша втрата білків при повному спокої. Вона знаходиться в межах 0,028-0,065 г N на 1кг живої маси. При іншому стані організму розпад білка значно більше.

В результаті розпаду білків утворюється амінокислоти, частина з яких переміануються (під впливом амінотрансфераз) і використовуються в біосинтезі. Інші -дезамінуються: NH<sub>3</sub> у вигляді сечовини, креатину, пуринових основ (аденін, гуанін) виводяться з організму, а безазотисті ланцюжки ідуть на утворення вуглеводів.

Азотиста рівновага - рівень годівлі , що забезпечує мінімум потреби у білку. Якщо надходження азоту збільшити, то через деякий час азотна рівновага відновиться.

Це виявляється тим, що білок про запас не відкладається, надмірна кількість білка дезамінується (N виводиться , а безазотиста частина використовується як енергетичний матеріал).

Роль печінки. В білковому обміні печінка відіграє ключову роль, так як через неї проходять все всмоктавши в кишечнику амінокислоти. В печінці кров звільнюється від шкідливих речовин (вони з жовчю поступають в кишечник).

Клітини печінки мають великий набір ферментів.

Функція печінки в обміні амінокислоти базується на трьох процесах:

- розпад вуглеводного скелету для вироблення енергії і гліюконеогенеза,
- утворення замінних амінокислот з простих попередників, утворюються

також азотисті основи,

утворення аміаку, сечовини і інших кінцевих продуктів метаболізму.

Печінка забезпечує постійність білків в крові. При голодуванні білок м'язів розпадається, а печінка з амінокислот і вуглеводів синтезують ферменти.

Таким чином має функцію аміностату.

Регуляція білкового обміну.

Нервової системи і гуморальними факторами. В проміжний мозок - центри, видатні обміном. Якщо ці центри порушувати - порушується обмін, навіть при правильній годівлі. Виснаження.

В регуляції гіпоталамо - гіпофізарна система.

Гіпоталамус - гіпофіз щитовидна залоза - білковий обмін. Також впливає на вищележачі органи ЦНС.

Відомо, що при емоційному стані підвищується обмін речовин.

**У.Обмін вуглеводів.** Для утворення енергії швидше всього використовуються вуглеводи. В основному це моносахариди, особливо в комплексі з фосфатами. В організмі моносахариди зустрічаються в нуклеїнових кислотах, деяких ліпідах, білках крові, гормонах.

Найбільша кількість вуглеводів в організмі у вигляді гліюкогену. Це запас важливих поживні речовини. Він відкладається в печінці і в м'язах при участі ферментів з використанням енергії АТФ.

Гліюкоген утворюється в печінці не тільки за рахунок гліюкози, і за рахунок молочної і інших органічних кислот, а також з продуктів розщеплення амінокислоти (неогліюкогенія).

При виконанні великої м'язової роботи в анаеробних умовах в м'язах і крові утворюється велика кількість молочної кислоти. В печінці утворюється гліюкоген і ряд проміжних продуктів (15% молочної кислоти окислюється повністю, а 85% переходить в гліюкоген).

Печінка забезпечує інші органи. М'язи в співвідношенні вуглеводного обміну виявляє принцип самообслуговування. Клітина використовує надходжену гліюкозу для утворення АТФ. В стані спокою в м'язах утворюються запаси вуглеводів у вигляді гліюкогену, а при роботі - він використовується разом з надходженням з кров'ю гліюкозою.

В основному потреба в енергетичному матеріалі всі м'язи задовольняються за рахунок продуктів окислення жирів. Фактично не повільно скорочуються гладенька мускулатура ні серцевий м'яз не вживає гліюкозу. Серцевий м'яз під час роботи використовує енергію окислення лактат, що надходить з скелетних м'язів.

В м'язах в стані спокою 1% гліюкогену. Так як м'язової тканини багато, то склад гліюкогену в ній в 5 разів більше, а ніж в печінці. М'язовий гліюкоген - це особистий резерв, він не поступає в кров у вигляді гліюкози (немає тут ферменту гліюкозо-6-фосфату). *Важливим поживні речовини являється клітковина.*



Вміст клітковини (целюлоза, геміцелюлоза, лігнін) в рослинах і його роль в травленні (стимул росту і моторна функція травного тракту, підвищує активність травних ферментів).

Клітковина розщеплюється тільки бактеріальними ферментами (целюлази). У слимаків є свої ферменти. Де перетравлюється клітковина ?

Регуляція обміну вуглеводів.

Клітини для енергетичних цілей, особливо м'язові, постійно споживають цукор (глюкозу) із крові. На кількість його в крові не зменшує, так як печінка подає таку кількість, яке співпадає потребі. Це відбувається за рахунок розпаду глікогену.

Кількість цукру в крові не збільшується а при його посиленому споживанні - він відкладається в печінці у вигляді глікогену.

В крові відносно постійна кількість цукру завдяки печінці. В регуляції рівня цукру в крові важливу роль зіграє нервова система. При уколі в дно ІУ мозкового шлуночка відбувається мобілізація глікогену і кількість цукру в крові збільшується (цукровий укол).

Центром регулюючим вуглеводний обмін, являється накопичення гангліозних клітин в проміжному мозку. Між цим центром і гіпофізом існує тісний взаємозв'язок.

Гіпофіз, як центральний орган гуморальної системи, виділяє гормони, стимулюючи діяльність залоз внутрішньої секреції ( наднирники, підшлункова залоза), має пряме відношення до регуляції цукру в крові.

Таким чином в регуляції цукру в крові приймає участь

- печінка -депо вуглеводів,
- м'язи -прямі споживачі,
- нирки - "відвідний орган",
- клітини -споживачі енергії.

Всмоктування цукрів в тонкому кишечнику регулюється глюкокортикоїдами, розпад глікогену до глюкози і підтримується аденаміном і глюкагоном, гальмується інсуліном і глюкокартикоїдами.

Процес утворення цукру із білків і жирів відбувається в печінці - посилюється глюкокортикоїдами, слабне інсуліном.

Розпад глюкози в м'язах стимулює жироксином, а глюкокортикоїдами гальмується.

Таким чином одному інсуліну,що викликає пониженню цукру в крові протистоять мінімум 5 гормонів, викликаючи підвищення.

Це тому, що організм переносить тимчасове підвищення вмісту цукру в крові, а зменшення навіть короткотривалому - недоступно. При цьому регуляція останнього дублюють багатьма системами.

Підшлункова залоза і печінка має властивість особистими замкнутими регуляторами механізмів. Острові Лангерганса і клітини печінки в залежності від рівня цукру в крові самі реагують надходження ферментів без команди з сторони гіпофізу і променевого мозку.

## Лекція 7

**Фізіологія та механізм дії залоз внутрішньої секреції****План**

1. Загальна характеристика функцій залоз внутрішньої секреції.
2. Методи вивчення залоз внутрішньої секреції.
3. Гормони і їх роль в організмі.
4. Механізм дії гормонів.
5. Нейросекреція гіпоталамічних ядер.

**Рекомендована література**

1. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д. Фізіологія тварин : підручник. Вінниця: Нова книга, 2010.
2. Науменко В.В., Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник. К.: ЦУЛ, 2009. 568 с.
3. Науменко В.В., Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум. К.: ЦУЛ, 2009. 264 с.
4. Чудак Р.А., Мельникова Т. В. Фізіологія сільськогосподарських тварин: практикум. Вінниця: ВДАУ, 2003. 144 с.
5. Чудак Р.А., Непорочна О. Т. Фізіологія сільськогосподарських тварин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2011. 104 с.

### **I. Загальна характеристика функцій залоз внутрішньої секреції.**

Ендокринні залози ділять на дві групи - включно ендокринні - гіпофіз, щитовидна, прищитовидна, наднирники, епіфіз, тімус, жовте тіло, та змішаної секреції - підшлункова залоза, сім'яники, яєчники). Крім того, ендокринну функцію виконують клітини, що розміщені в інших органах - кишечнику, шлунку, нирках, легенях, печінці і т.д.

Їх об'єднують в єдину систему такі ознаки

- невеликі розміри і високий рівень забезпечення кров'ю;
- виділення продуктів, що виробляються ними безпосередньо в кров;
- мерокриновий тип секреції;
- інтенсивна іннервація;
- нервові волокна їх відносять до вегетативної нервової системи (безм'якітні).

### **II. Методи вивчення залоз внутрішньої секреції.**

Вивчають функції залоз внутрішньої секреції різними методами.

Основні з них

- екстирпація(оперативне видалення, випалювання (електрокоагуляція), інгібування).

-трансплантація (ауто-, гомо- (часто розсмоктуються) і гетеро- (не приживаються));

- парабіоз (об'єднання кровообігу однієї і більше тварин);
- введення екстрактів ендокринних залоз;
- хімічні і біологічні методи (визначають кількість і активність речовин, що синтезуються залозами) в крові, що підходять до залози і що відходять від неї.;
- хімічний синтез гормонів;
- метод радіоактивних ізотопів;
- імунологічні методи (використовують сировотки з антитілами проти певних гормонів).

### **III. Гормони і їх роль в організмі.**

Гормони-це речовини, що виділяються залозами внутрішньої секреції чи клітинами і специфічно діють на дистанційні органи мішені. (грецьке *hormon*- збуджую).

#### **Властивості гормонів.**

-висока біологічна активність (1г інсуліну може знизити вміст цукру в крові 125 тис. кролів)

-дистантний характер дії (діють на функції органів, що розміщені далеко від залози: АДГ, окситоцин, АКТ і т.д.)

-регуляторна дія (регулюючий вплив на певні процеси: обмін речовин, гомеостаз цукру в крові, статеві функції і т.д.) На кожен функцію діють дві групи гормонів. За цією дією вони поділяються на синергістів і антагоністів;

-невеликий розмір молекул, що сприяє проникненню їх через ендотелій капілярів і мембрани клітин;

-порівняно швидко руйнуються тканинами; тому залози виробляють їх постійно

-у більшості гормонів відсутність видової специфічності (білкові і поліпептидні відрізняються у різних тварин за складом і порядком з'єднання амінокислот);

- не є джерелом енергії, чи субстратом в реакціях, які вони контролюють.

#### **Класифікація гормонів за структурою**

-стероїди (кортизол,  $\beta$ -екстродіол, прогестерон, тестостерон);

-аміни (адреналін, тироксин);

пептиди та білки тироліберин, кортикотрогін, вазопресин, інсулін.

### За функціональною ознакою

- ефекторні діють на орган-мішень;
- тропні (стимулюють синтез і виділення ефекторних гіпофіз);
- рилізінг - гормони (нейросекрети гіпоталамусу)

### ІУ. Механізм дії гормонів.

На органи мішені гормони діють по-різному. Їх молекулярно-біологічні механізми зводяться умовно до двох принципів:

1-стимуляція або пригнічення каталітичної активності деяких ферментів;

2 - зміна рівня проникливості клітинних мембран.

Перший механізм здійснюється або активацією (через у АМФ ферментів, що вже є в клітині, або збільшенням швидкості їх біосинтезу шляхом активації генів).

Зміна проникливості мембран здійснюється також при участі у АМФ (аденозин на монофосфат циталічний).

В органах-мішенях є високоспецифічні рецептори (особливі білки), з якими зв'язуються гормони.

**Внутрішньоклітинний механізм.** Стероїдні гормони проникають в клітину і зв'язуються з цитоплазматичним рецепторами. Комплекс гормон + рецептор транспортується в ядро, де взаємодіє з хроматином і регулює транскрипцію певних генів.

**Мембранний.** Тироксин і його похідні також діють на ядро, але після проникнення в клітину зразу зв'язуються з ядерними рецепторами.

Дія стероїдних гормонів проявляється поступово (години потрібно), бо вона залежить від синтезу нових білків. Проте і ефект від їх дії - тривалий.

### Мембранно-внутрішньоклітинний.

Пептидні і білкові гормони взаємодіють з рецепторами, що знаходяться на зовнішній поверхні мембрани і зв'язані з ферментом аденілциклазою. Комплекс гормон+рецептор активізує аденілциклазу, яка розщеплює АТФ з утворенням циклічного аденозинмонофосфату.

Циклічний АМФ виконує функцію "другого посередника"(перший-сам гормон).Він активізує фермент протеїнкіназу, яка міститься в усіх клітинах. Кінази модулюють активність різних білків шляхом їх фосфорилування.

Ці гормони діють уже через декілька хвилин і їх ефекти короткотермінові.

Утворення і виділення гормонів з органів внутрішньої секреції регулюються механізмами від'ємного зворотного зв'язку. Факторами , що

пригнічують виділення якого-небудь гормону може бути концентрація самого гормону в крові, або ж вміст в крові продуктів їх дії (глюкози, інших метаболітів,  $\text{Ca}^{++}$  і т.д.).

**Акумуляція і сумації** дії гормонів в організмі перешкоджають:

- інактивація ферментами;
- виведення з сечею;
- блокада антигормонами;
- дія гормонів-антагоністів.

Період напів життя для багатьох гормонів складає всього декілька хвилин.

### **У. Нейросекреція гіпоталамічних ядер.**

Діяльність ЦНС і ендокринної системи має тісний зв'язок, тому що обидві системи здійснюють в організмі координаційну і комунікаційну функції.

Гормони впливають через кров на діяльність ЦНС (статева поведінка, стреси і т.п.) Ці ефекти можна викликати ін'єкцією певних гормонів (напр. статевих).

В свою чергу ЦНС дуже впливає на ендокринні функції. Домінуючу роль в цьому виконує відділ проміжного мозку - гіпоталамус.

Гіпоталамус зв'язаний з корою великих півкуль, ретикулярною формацією, підкорковими утвореннями, таламусом, стовбуром мозку і спинним мозком. В гіпоталамусі розміщені ядра, які беруть участь в регуляції найважливіших вегетативних функцій.

Роль гіпоталамуса в ендокринній системі визначається тим, що він регулює функцію гіпофізу (головної залози внутрішньої секреції). В зв'язку з цим обидва органи об'єднують в єдиний нейроендокринний комплекс - гіпоталамо-гіпофізарну систему.

Регуляторна дія гіпоталамусу на нейрогіпофіз здійснюється нервовими шляхами, а на аденогіпофіз - через спеціальні кровоносні судини, що називаються воротною або портальною системою гіпофізу. В обох випадках взаємодія гіпоталамус - гіпофіз здійснюється при участі нейросекретів.

Нейросекрети виробляються різними групами нейросекреторних клітин ядер гіпоталамуса. (В великих клітинах супраоптичного і паравентрикулярного ядер синтезується АДГ і окситоцин). Ці гормони в складі більш складного поліпептиду - нейрофізину - транспортуються в вигляді гранул по аксонах нейросекреторних клітин до капілярів нейрогіпофізу. Гормони виділяються на ділянках контакту з капілярами нейрогіпофізу при збудженні нейросекреторних клітин.

В зоні дрібноклітинних зерен гіпоталамусу нейросекреторні клітини виробляють аденогіпофізотропні нейрогормони, релізінг-гормони (англ. Release - звільняють), які стимулюють (ліберини) чи інгібують (статини,) секрецію гормонів аденогіпофізом. Це короткі пептиди (2-15 амінокислотних залишки).

Ліберинів відомо - 7, статинів - 3 (поки що).

Ліберини - тироліберин, кортиколіберин, фолліберин, люліберин, меланоліберин.

**Статини** - соматостатин, меланостатин, пролактостатин.

Гіпоталамічні релізінг - гормонививільняються клітинами в відповідь на нервові чи хімічні (діють через кров) стимули і транспортуються з кров'ю в аденогіпофіз по гіпоталамо - гіпофізарній портальній системі.

Під впливом релізінг - гормонів в аденогіпофізі продукуються декілька тропних гормонів (довгі поліпептиди). Одні з них впливають на функції периферичних ендокринних залоз, інші є ефекторним, що впливають безпосередньо на тканини.

Механізм дії статинів і ліберинів пов'язаний з проникненням їх через мембрану клітин-мішеней аденогіпофізу і зміною рівня секреції гіпофізарних гормонів. Таким чином, орган ЦНС - гіпоталамус виконує ендокринні функції і є утворенням, де нервові імпульси трансформуються, перетворюються в гормональні стимули.

## Лекція 8

### Гормони основних залоз внутрішньої секреції

1. Особливості будови і функції гіпофізу.
2. Гормони аденогіпофізу і їх роль в організмі.
3. Гормони середньої долі та нейрогіпофізу.
4. Щитовидна залоза і їх роль.
5. Функції парашитовидної залози.
6. Фізіологія мозкового шару наднирників. Симпато - адреналова система.

#### Рекомендована література

1. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д. Фізіологія тварин : підручник. Вінниця: Нова книга. 2010.
2. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник. К.: ЦУЛ, 2009. 568 с.
3. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум. К.: ЦУЛ, 2009. 264 с.
4. Чудак Р.А., Мельникова Т. В. Фізіологія сільськогосподарських тварин: практикум. Вінниця: ВДАУ, 2003. 144 с.
5. Чудак Р.А., Непорочна О. Т. Фізіологія сільськогосподарських тварин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2011. 104 с.

#### 1. Особливості будови і функції гіпофізу.

Гіпофіз - нижній мозковий придаток, має бобовидну форму розміщений в турецькому сідлі клиноподібної кістки черепа. За допомогою ніжки він з'єднаний з гіпоталамусом.

**Виділяють три долі гіпофізу: передню (аденогіпофіз), середню (проміжну), задню (нейрогіпофіз).** В птиці середня доля відсутня.

Аденогіпофіз складається із скупчення епітеліальних залозистих клітин, між якими розміщена сполучна тканина, кровоносні судини. Серед залозистих клітин розрізняють 3(три) групи: **базофіли, ацидофіли, хромофобні (головні).**

Середня доля - вузька пластинка багат шарового епітелію. Від передньої долі вона відділяється гіпофізарною щілиною, а від задньої - тонким прошарком сполучнотканних волокон.

Епітелій середньої долі утворює коллоїдний секрет глюкопротеїдного характеру, який розміщується між клітинами і виділяється в гіпофізарну щілину.

Задня доля - це виріст 3-го мозкового шлуночка, утворений нейроглією, що розрослася. Паренхіма її складається із сплетіння тонких нейроглій і епідемних волокон(серед них пітуїцити). В цій долі закінчуються нервові волокна, що йдуть від гіпоталамусу. По цих волокнах нейросекрети попадають в задню долю(в її капіляри). Задня доля це не просто резервуар нейросекретів. Вони тут мобілізуються і можливо активуються.

## **II. Гормони аденогіпофізу і їх роль в організмі.**

**Аденогіпофіз-** виділяє шість гормонів (виділені в чистому вигляді): Соматотропін (гормон росту, СТГ), картикотропін (АКТГ), тиротропін (ТТГ), фоллітропін фоллікулостимулюючий (ФСГ); лютропін лютенізуючий(ЛГ); пролактин лютеотропний (ЛТГ).

Всі вони білкової природи: протеїни (АКТГ, СТГ, ЛТГ), глікопротеїди (ФСГ,ЛГ,ТТГ).

Соматотропін регулює ріст і розвиток тварин за рахунок інтенсивного ділення клітин і синтезу білка. Особливо він діє на кісткову і хрящову тканини. Впливає на вуглеводний обмін, підсилює синтез глюкозагона в підшлунковій залозі і таким чином підвищує рівень цукру в крові . Регулює жировий обмін, сприяє окисленню жиру печінці.

Підвищена секреція в молодих тварин призводить до гігантизму (пропорційний ріст кісток), а в дорослих тварин - до акромегалії (нерівномірне розростання кісток).

Соматотропін діє на периферичні тканини або прямо ж через соматомедіни (опосередковано).

Соматомедіни (А,В і С) утворюються в печінці і під впливом СТГ підсилюють синтез ДНК, РНК, білка, клітин хрящів, підвищують проникливість мембран м'язових і нервових клітин для глюкози, збільшують вміст глікогену в печінці і гальмують ліполіз в жировій тканині.

Пряма дія СТГ зв'язана з активацією аденілатциклази і утворенням у АМФ , аденозин, монофосфат цинку.

СТГ- головний але не єдиний регулятор ростових і анаболічних процесів. Ці властивості мають також гормони статевих, надниркових підшлункової, щитовидної та інших залоз.

Рівень в крові молодняку ВРХ - 8-10мкг/л, дорослих корів - 1-3 мкг/л.

Картікотропін (АКТГ)- викликає ріст і розвиток пучкової і сітчастої зон наднирників, стимулює синтез і секрецію глюкокортикоїдів та статевих гормонів (сітчаста зона).

Він також дещо впливає на обмін речовин, крім кори наднирників, підвищуючи рівень споживання кисню і підсилюючи розщеплення жиру в організмі. Період напіврозпаду АКТГ в плазмі крові -1 -5 хв. захвачується тканинами наднирників і нирок і руйнується ферментами.

Тиротропін (ТТГ) - стимулює функцію щитовидної залози (збільшує розміри і кількість фолікулярних клітин).

Конкретно ТТГ- впливає на швидкість таких процесів:

- поглинання йодиду з крові;
- включення йоду до складу тироїдних гормонів;
- звільнення гормонів із залози.

Період напіврозпаду ТТГ в плазмі крові -35-50 хв.



Пролактин- (ЛТГ) - є стимулятором різних процесів, пов'язаних з відтворенням і вихованням нащадків.

Він стимулює утворення молока, проліферацію тканин молочної залози (синергічно з естрогенами і інсуліном), активізує ферментні системи, що беруть участь в синтезі казеїну і лактози, підвищує вміст в молоці альбумінів і глобулінів, Р, фосфопротеїдів.

Інші ефекти заключаються в прояві родинних інстинктів (у кріс і птиці), стимуляції росту вола і виділення "пташиного молочка" у голубців, впливі гормону на ретенцію азоту, вуглеводний і жировий обмін.

Гонадотропіни- (ФСГ і ЛГ) діють безпосередньо на гонади (чоловічі і жіночі).

ФСГ у самок стимулюють ріст і дозрівання фолікулів в яєчниках (разом з ЛГ).

У самців ФСГ забезпечує розвиток сім'яних канальців і диференціацію спермій (сперматогенез), але не впливає на придаткові статеві залози.

ЛГ- в самок контролює тічку, овуляцію, утворення і функції жовтого тіла.

ЛГ - і в самців і в самок сприяє розвитку інтерстиціальних клітин, що виробляють андрогени і естрогени, тобто контролюють ендокринну функцію гонад. Ліпотропін - повний гормон (  $\beta$  )- який діє жиромобілізує.

### **Ш.Гормони середньої долі та нейрогіпофізу.**

Середня (проміжна) доля - виробляє гормон меланотропін (МТГ) в двох форма - і  $\beta$ . Вони функціонально зв'язані з кортикотропіном гіпофізу. Викликають потемніння пігментних клітин - меланоцитів або меланофорів. Найбільш виражений цей ефект у риб, земноводних і плазунів.

У ссавців МТГ бере участь в сезонних змінах пігментації шкіри і хутра, впливає на утворення меланіну в райдужній і пігментних клітин сітківки ока.

Задня доля гіпофізу (нейрогіпофіз) виділяє два гормони (вазопресин (АДГ) і окситоцин).

Вазопресин - діє антидіуретично. Він стимулює реабсорбцію води з первинної сечі в нирках канальцях і збиральних трубках. Сприяє виділенню клітинами епітелію канальців гіалуронідази, яка розщеплює гіалуронову к-ту між клітинами і робить їх проникливими для води (збільшується реабсорбція).

Впливає на мінеральний обмін (гальмує реабсорбцію (К Na, Cl-з первинної сечі), підвищує артеріальний тиск шляхом впливу на скоротливі елементи судин. Поступає гормон в кров при подразненні осморорецепторів гіпоталамусу і кровоносних судин під час підвищення осмотичного тиску плазми крові.

Окситоцин - стимулює скорочення гладеньких м'язів матки, а також міоепітеліальних клітин альвеол і протоків молочних залоз. В меншій мірі він діє на іншу гладеньку мускулатуру. Найбільша чутливість міоепітелію матки до окситоцину в період тічки і родів. Під час парубання він збільшує амплітуду і частоту скорочення матки, що сприяє руху сперми. При родах забезпечує вигнання плоду.

Під впливом окситоцину виділяється молоко з альвеол і проток молочної залози (забезпечується "припуск").

Природними стимулами для вироблення і виділення окситоцину є подразнення сосків при ссанні (доїнні, масажі), а також розширення матки і піхви. В

рефлексі молоковіддачі аферентна ланка дуги представлена нервовими шляхами, а аферентна - гормональним посередником. З кров'ю окситоцин заноситься в молочні залози, де викликає скорочення міоепітелію. Тривалий латентний період (до 30с.) рефлексу зумовлений транспортом гормону кров'ю до вим'я.

У самців (вважають) окситоцин сприяє скороченню гладенької мускулатури спермопровідних шляхів при еякуляції.

Гіпофіз і гіпоталамус беруть участь в регуляції функції ЦНС. З них виділені речовини, що діють як морфіни (енкефаліни і ендорфіни). Це фрагменти ліпотропіну.

#### **ІУ. Щитовидна залоза.**

Щитовидна залоза - найбільша у ссавців, розміщена на вентральній поверхні перших 2-3 кілець трахеї, позаду щитовидного хряща. Складається з двох долей (правої і лівої) з'єднаних перешийком.

Маса: корови і коні-25-40г

свині-15-20г

вівці, кози -5-10г

кури-40-100 мг.

Сполучною тканиною залоза розділена на фолікули. Інтенсивно забезпечується кров'ю на одиницю маси за 1 хв. проходить крові в 4 рази більше, ніж через нирку і в 50 разів більше, ніж через м'яз в спокійному стані.

Фолікулярним епітелієм виробляється два гормони :трийодтиронін та тетраодтиронін (тироксин) 1:4 співвідношення.

Вони накопичуються в колоїдах фолікул в вигляді тиреоглобуліна. Для синтезу гормонів необхідна амінокислота тироксин і йод.

Фізіологічна дія трийодтироніну та тироксину.

-стимулюють окислювальні процеси в тканинах, підвищують основний обмін з утворенням тепла. Активізують обмін білків, жирів, вуглеводів з виділенням з організму  $H_2O$  і солей ;

-регулюють ріст, розвиток і диферинцювання тканин, при видаленні залози в молодих тварин зупиняється ріст, фізичний, статевий і психологічний розвиток;

-стимулюють окостеніння епіфізів, т.ч. розвиток кісток; скороспілі породи мають більш високий рівень секреції тироксину;

-впливають на ріст і розвиток шкіри і її похідних, недостача - ламкий волос, шершава шкіра;

Гормони  $T_3$  і  $T_4$  прискорюють заживлення ран, переломів, скорочення серця;

-недостача гормонів зупиняється розвиток статевих залоз, гинуть ембріони так як не забезпечується їх імплантантація в матці;

-надлишок негативно теж на статевих залозах, знижується чутливість до гонадотропних гормонів, аборти;

-беруть участь в регуляції рубцевих процесів: часті скорочення, активізує синтез ЛЖК (оцтової і їх) всмоктування;

-підвищують синтез молока і жиру в ньому, ін'єкція тироксину збільшує вміст цукру молоці;

-вплив на розвиток нервової тканини.

Щитовидна залоза найбільш активна зимою, а літом менш активна.

Фізіологічна гіперфункція - вагітність, лактація, особливо у високопродуктивних тварин.

Патологічна гіперфункція - у тварин майже не зустрічається.

Фізіологічна гіпофункція в період сплячки (ведмеді, кажани, їжаки), виникає ендемічний зоб - залоза розростається за рахунок сполучної тканини (простий зоб) або залозистої (колоїдний). В обох випадках кількість гормонів зменшується.

Антитироїдні речовини - містить капуста і турнепс.

Тиреокальцітонін - утворюється в острівцях парафолікулярних клітин залози:

- кальцій зберігаючий гормон, знижує рівень Са і Р в крові. Кальцію за рахунок послаблення мобілізації його з кісток, а фосфору - за рахунок збільшення виділення з сечею;

- пригнічує функцію остеокластів, що руйнують кісткову тканину, і активізує функцію остеобластів, що формують її - антагоніст паратгормону.

Регулюється функція щитовидної залози ЦНС (симпатична і парасимпатична іннервація).

Впливає на залозу кора великих півкуль (приклад вплив  $t^0$ , сезонності, зимової сплячки, фізіологічний стан тварин).

Гуморальна регуляція - гіпоталамус (тиреоліберин), гіпофіз (ТТГ)

#### **У. Паращитовидні залози.**

Паращитовидні залози - є в усіх хребетних (виключення риби). У ссавців 1 або 2 пари розміщені на поверхні залози, або трохи попереду її.

Паренхіма має головні (секретуючі) і оксифільні клітини.

Гормон - паратгормон - підвищує рівень  $Ca^{++}$  з кісток.

- збільшує реабсорбцію Са в ниркових клубочках;

- в цьому процесі важливу роль відіграє вітамін Д<sub>3</sub>;

- сприяє всмоктуванню Са в кишечнику. Після видалення паращитовидних залоз у собак розлади починаються вже через добу. Починається блювота, підвищення температури та частота дихання. Період скорочення окремих м'язів переходять в тетанічні скорочення. Спазми внутрішніх органів, судороги, конвульсія, схуднення, загальні виснаження. Порушена функція печінки. Смерть настає від паралічу дихальних м'язів, або міокарда.

- Регуляція: зміна концентрація Са в крові стимулює секрецію паратгормону, навпаки надмірна концентрація цього елемента в крові гальмує синтез гормону.

#### **УІ. Фізіологія мозкового шару наднирників.**

**Наднирники** - парні органи різної форми (овальної, бобовидної, видовженої) розміщені медіокраніально порівняно з нирками. маса обох залоз у ВРХ-25-40г

коней-25-40г

свиней

овець, кіз -3-5г

курей-200-400мг

Вони оточені сполучнотканинною капсулою і складається з двох шарів: коркового і мозкового. Кожний з них відділений один від одного сполучнотканинною, має складну будову.

Мозковий шар - складається з хромафіфіних клітин, які розміщені також на аорті, кортикальному тільці, в симпатичних вузлах. Всі вони складають адреналову систему.

Тут виробляється адреналін і норадреналін (група катехоламіни). В цю групу входить і дофамін - попередник нарадреналіну.

Вміст цих гормонів в наднирниках різних тварин різний. Так, у корів адреналін складає 80%, котів -50%, птиці -20% всіх катехоламінів. В крові ці гормони циркулюють в зв'язаному білками вигляді.

Вони діють коротко терміново, бо швидко руйнуються ферментами моноамінооксидазою і катехоортометил трансферазою.

Для адреналіну і норадреналіну подібна дії постгангліїчних волокон симпатичних нервів.

### **Дія катехоламінів**

-підвищують енергетичний обмін: в печінці і м'язах активізують фермент фосфорилазу, що розщеплює глікоген до глюкози (в печінці) і до молочної кислоти (в м'язах). Частина молочної к-ти заноситься в печінку і синтезується глікоген, а частина розщеплюється до  $C_2O$  і  $H_2O$  з утворенням тепла; активізують ліпазу жирової тканини, викликають мобілізацію жирних кислот і їх окислення з утворенням тепла; підсилюють поглинання  $O_2$ , що призводить до підвищення основного обміну і температури тіла;

- підвищують збудливість ЦНС, стимулюють поглинання глюкози мозком, через ретикул. Формацію підтримують активний стан КВП головного мозку;

- підвищують збудливість і силу скорочень серцевого м'язу (як симпатичної нервової системи), безпосередньо впливаючи на міокард і провідну систему;

- розширюють судини коронарних і серцевих м'язів і звужують судини шкіри, слизових оболонок і органів черевної порожнини;

- розслабляють мускулатуру бронхів (підвищується вентиляція легень), кишкового сфинктера;

- розширюють зіницю ока.

## Лекція 9

### Внутрішня секреція статевих та тканинних гормонів

#### План

1. Гормони кори наднирників і їх фізіологічна роль.
2. Функція підшлункової залози.
3. Ендокринна функція статевих залоз.
4. Жовте тіло і плацента як органи внутрішньої секреції.
5. Фізіологічні функції епіфізу і тимусу.
6. Тканинні гормони.
7. Простагландини
8. Фізіологічні основи застосування гормонів в тваринництві.

#### Рекомендована література

1. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д. Фізіологія тварин : підручник. Вінниця: Нова книга. 2010.
2. Науменко В.В., Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник. К.: ЦУЛ, 2009. 568 с.
3. Науменко В.В., Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум. К.: ЦУЛ, 2009. 264 с.
4. Чудак Р.А., Мельникова Т. В. Фізіологія сільськогосподарських тварин: практикум. Вінниця: ВДАУ, 2003. 144 с.
5. Чудак Р.А., Непорочна О. Т. Фізіологія сільськогосподарських тварин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2011. 104 с.

#### 1. Гормони кори наднирників і їх фізіологічна роль.

Кірковий шар наднирників складається з трьох зон клубочкові (зовнішня), пучкові (середня) і сітчастої (внутрішня), що і морфологічно і функціонально різняться.

Всі гормони кіркового шару стероїди (кортикостероїди). Їх ділять на три групи: глюкокортикоїди, мінералкортикоїди і статеві.

Мінералкортикоїди (в основному альдостерон) виділяються клубочковою зоною, адсорбується на альбуміни плазми крові

-бере участь в регуляції водно - солевого обміну, підсилюючи активну реабсорбцію Na з первинної сечі;

-сприяє виділенню  $K^+$  і  $Na^+$  в крові і міжклітинній рідині. Збільшується  $K^+$  і зменшення  $Na^+$  стимулює його секрецію. Стимулює секрецію альдостерону і ренін нирок.

Глюкокортикоїди (кортизол, гідрокортизон, кортизон, кортикостерон). Утворюються в пучковій зоні (кортизон з кортизола поза наднирниками). Між кортизолом і кортикостероном -певне співвідношення і взаємозв'язок:

- приймають участь в регуляції обміну вуглеводів, білків і жирів, водно-електролітичного обміну, запальних реакцій, реакції організму на стрес-фактори;

- регулюють процес глюконеогенеза, в результаті якого з амінокислот і жирних кислот утворюється глюкоза;
- обмін білків регулюють шляхом дезамінування амінокислот з метою використання їх для глюконеогенеза;
- на жировий обмін впливають через вуглеводний, при нестачі глюкози окислюються жирні кислоти, мобілізується жир в депо.
- протизапальна дія проявляється в зменшенні проникливості капілярів;
- пригнічують лімфоїдну тканину, в результаті зменшується кількість лімфоцитів і еозинофілів в крові.

### **Чоловічі і жіночі статеві органи.**

(Андростерон, андростендин, естрон, естрадіол, прогестерон)- виробляються в сітчастій зоні. Чоловічих виробляється більше, але вони менш активні, ніж тестостерон.

Гормони наднирників чітко реагують на стресовий синдром. За Г.Сельє (Канада) стрес - це стан організму, при якому виникає загальний адаптаційний синдром.

При стресі:

- 1.-КВП-посилює імпульси в ретикулах формацію і гіпоталамус;
- 2-збуджується симпатичний нерв система із мозкового шару наднирників в кров поступає адреналін і норадреналін;
- 3-в гіпоталамусі збільшується виділення кортиколиберину;
- 4-підвищується секреція АКТГ в гіпофізі і глюкокортикоїдів в наднирниках;
- 5-підвищення резистентності організму в цілому.

### **П.Інкреторна функція підшлункової залози.**

Підшлункова залоза - подвійної секреції. Острівці Лангерганса (описав в 1869) -2-3 % маси залози (у жуйних - до 10%). Складаються з - клітин. Останніх 75%. Є ще клітини типу Д (дельта).

Гормони: інсулін, глюкагон, соматостатин, панкреатичний поліпептид, ліпокаїн.

Інсулін - білок, виділяється -клітинами. Виконує в організмі такі основні функції:

- збільшує проникливість клітин скелетних м'язів, міокарду, жирової тканини для глюкози, чим сприяє її утилізації;
- стимулює синтез глікогену в печінці та м'язах;
- знижує інтенсивність глюконеогенезу в тканинах, сприяє біосинтезу білка (антагон АКТГ);;
- підсилює поглинання печінкою і жировою тканиною вільних жирних кислот і відкладання їх в формі тригліцеридів, знижує відповідно утворення кетонівих тіл;
- у жуйних сприяє поглинанню глюкози молочними залозами.

#### **Видалення залози - цукровий діабет:**

- підсилюється глікогеноліз, гліконеогенез;
- знижується утилізація глюкози периферійними тканинами;
- гіперглікемія, глюкозурія;
- підвищене окислення жирних к-т в печінці, кетонемія;

- гальмування синтезу білка периферійними тканинами;
- надлишкове утворення і екскреція сечовини.

Період напіврозпаду гормону -10-15хв., понад 80% розпадається в печінці і нирках.

Глюкагон - виробляється -клітинами. Функціональний антагоніст інсуліну, підвищує рівень цукру в крові.

Гіперглікемічний ефект обумовлений

- стимуляцією (як адреналін) розпаду глікогену в печінці;
- гальмування розпаду глюкози до молочної кислоти;
- стимулює в печінці глюконеогенез т.б. утворення глюкози з амінокислот, піровиноградної, пропіонової к-т;
- прискорює окислення жирних к-т з утворенням кетонових тіл, стимулює звільнення гліцерину і жирних к-т з жирової тканини.

Соматостатин - впливає на ріст і розвиток організму, гальмує синтез СТГ гіпофізу.

Панкреатичний поліпептид - виділяється РР клітинами, розширює кровоносні судини, забезпечує обмін речовин в залозі.

Регулюється інкреторна функція нервовим і гуморальним шляхом. УВП теж діє.

Гомеостаз цукру в крові забезпечується двома системами:

Інсулярною - інсулін і нервові волокна, що стимулюють функцію підшлункової залози, вона забезпечує глюкогенез (синтез глікогену)

Контрінсулярною - адреналін і нервові волокна, стимулюючи його вироблення ,АКТГ гіпофізу, глюкагон, кортизон наднирників, вона стимулює глікогеноліз.

### **Ш.Ендокринна функція статевих залоз.**

Чоловічі і жіночі статеві залози синтезують гормони, що визначають поведінку самців і самок і всі процеси, зв'язані з відтворенням.

Джерелом їх утворення є холестерин. Чоловічі статеві гормони - андрогени (грецьке андрос- чоловік) синтезуються інтерстиціальними клітинами Лейдіга, що розміщаються між звитими каналцями сім'яників.

Тестостерон, андростерон, дегідроандростерон починають утворюватися в період статевого дозрівання під впливом ЛГ гіпофізу.

- стимулюють ріст і розвиток органів розмноження і вторинних статевих ознак;
- визначають статевий потяг-потенцію;
- беруть участь в завершенні сперматогенезу (без них рухливі сперматозоїди не утворюються);
- регулюють секрецію придаткових статевих залоз (окремих їх компонентів);
- впливають на обмін речовин, збільшують утворення білка, зменшують - жиру;
- у молодих тварин вони стимулюють ріст тіла;
- підсилюють газообмін;

діють на функції нирок, наднирників, печінки, щитовидної і підшлункової залоз, пігментацію шкіри, кровотворення;

-впливають на функціональний стан ЦНС.

До статевої зрілості утворюються в наднирниках. Гонадотропіни гіпофізу стимулюють розвиток сперматогенного епітелію, придаткових статевих залоз, сперміогенез.

Яєчники синтезують естрогени (еструс - тічка) -естрол, естріол, естрадіол.

З наступанням статевої зрілості в яєчниках розвивають фолікули. ФСГ гіпофізу стимулює в них продукцію естрогенних гормонів. Вони утворюються в клітинах теки і гранульових.

Найбільш активний - естрадіол. В крові знаходяться або в вільному стані, або ж в комплексі з білками постійно.

-у молодих тварин стимулюють ріст яйцеводів, матки, піхви, молочних залоз, сосків;

-в статевозрілих викликають гіперемію і проліферативні процеси в слизовій матки, піхви, яйцеводах;

-сприяють циклічним змінам ендометрія, підготовлюючи його до сприйняття сперми і яйцеклітини;

-активізують функції залоз піхви;

-діють на гіпофіз і гіпоталамус активізуючи в них вироблення ЛГ;

-в молочних залозах стимулюють ріст залозистих клітин, підвищують збудливість до окситоцину;

збуджують ЦНС, викликаючи стан статевої охоти;

-впливають на білковий, жирований, водно-сольовий обміни, підтримуючи характерний для самок обмін речовин.

**Кастрація** - застосовують з метою кращого господарського використання:

-в ранньому віці викликає недорозвиток статевих органів і придаткових статевих залоз;

- зміна форм і пропорцій тіла;

- видовження трубчастих кісток, недостатній розвиток м'язів;

- схильність до ожиріння;

- не проявляються статеві рефлексии;

- у самок відсутня тічка і охота;

- понижений обмін речовин;

- спокійний норов;

- порушується діяльність нервової системи, послаблюється здатність до вироблення умовних рефлексів;

- знижується сила і рухливість нервових процесів;

- свині - кастрати швидше відгодовуються , м'ясо їх смачніше і ніжніше, ніж у некастрованих;

- вторинні статеві ознаки і придаткові статеві залози одержують зворотний розвиток.

Утворення статевих гормонів не припиняється - за рахунок наднирників.

**ІУ. Жовте тіло і плацента як орган внутрішньої секреції.**



**Жовте тіло** -це тимчасова ендокринна структура, що формується після овуляції клітинними елементами фолікулів.

При відсутності запліднення - 2 тижні

При вагітності - практично до кінця.

Утворення і функціонування жовтого тіла знаходиться під контролем гормонів ФСТ - ЛГ гіпофізу.

Гормони прогестини (прогестерон і його похідні)

-стероїди;

-забезпечують процеси запліднення, вагітності, родів і лактації;

-гальмує прояви охоти;

-стимулює розвиток залозистої тканини молочної залози і секрецію молока; під його дією проліферуючий епітелій ендометрія перетворюється в секреторний,

**Релаксин** - поліпептид жовтого тіла. Утворюється також ендометрієм і плацентою максимально - перед родами;

- сприяє родам;

- забезпечує відкривання шийки матки;

- сприяє розм'ягчуванню лобкового зрощення (сімфізу).

**Плацента** - продукує естрогени, прогестерон, релаксин і плацентарний гонадотропін (хоріонічний гонадотропін).

**Плацентарний гонадотропін** - з'являється в крові під час прикріплення оболонки плоду до слизової матки:

-запобігає абортам;

-сприяє вагітності;

-сприяє синтезу прогестерона.

**Прогестерон** інтенсивно виділяється після затухання секреції його жовтим тілом до родів.

У кобил ендометрієм матки з 40 днів жеребності виробляється гонадотропний гормон (відрізняється від гормону гіпофізу і хоріонічного)- Гонадотропін сироватки жеребних кобил (ЛЖК).

**Тимус** ( виделкова загрудина залоза) складається з кіркового і мозкового шару (два типи клітин - лімфоцити і ретикулярні).

До 2-3 років піддається інволюції (у ВРХ- 6 років). Основний орган імунітету (гуморальний -В- лімфоцити, клітинний - Т- лімфоцити)

Тимус контролює розвиток Т- лімфоцитів, без тимусу втрачається імунітет і настає смерть.

Виділено з тимусу 5 біологічно активних поліпептидів, що мають функції гормонів.

Найбільш вивчені - тимозин, тимін і Т- активін

- контролюють швидкість розвитку, дозрівання лімфоцитів.

Стимулюють утворення тимусних гормонів соматотропін, тироксин, естрогени.

Гальмують їх утворення, пригнічують імунітет глюкокортикоїди, адрогени, прогестерон.

**Епіфіз** - пеніальна або щитоподібна залоза, розміщена над чотирьох горбиковим а ніжкою з'єднана з Ш - м мозковим шлуночком.

У коней циліндр 0,4г, свиней-конус0,04г. Розділена сполучною тканиною на долі, де знаходяться пеніальні і гліальні клітини, нервові закінчення, судини.

**Мелатонін** - гормон епіфізу, синтезується з серотоніну, джерелом утворення якого є триптофан.

-сповільнює синтез фолліберину і люліберину гіпоталамусу і гонадотропних гормонів гіпофізу (ФСГ і ЛГ) гальмуючи статеве дозрівання;

-в темноті збільшується синтез мелатоніну, а на світлі - зменшується внаслідок чого при збільшенні світлового дня синтез статевих і гонадотропних гормонів збільшується.

Звідси-сезонний характер статевої діяльності (гон, несучість)

Видалення епіфізу - передчасна статева зрілість;

- універсальний регулятор біологічних циклів і ритмів (день, ніч)

- контролює процеси ділення і диференціювання клітин;

- має відношення до регуляції сну і бадьорості;

- бере участь в формуванні зорового сприйняття і кольорового відчуття.

Є дані, що гіпоталамус знаходиться під контролем епіфіза.

## **УІ. Тканинні гормони.**

Вони утворюються в різних тканинах, практично це не гормони, а біологічно активні речовини (гормоноподібні).

Деякі з них виробляються в клітинах, що розміщені так близько біля клітин - мішенів, що можуть попадати в них в результаті дифузії а через кров.

Багато гормонів поліпептидної структури виробляються в травному тракті - гастрин, гастрон, секретин, холіцистокінін, панкреозимін, валлікінін (гастроентеропанкреотична ендокринна система).

**Нирки** - секретують ренін і ерітропоетин, що регулюють водно-сольовий обмін, підвищують кров'яний тиск, регулюють нирковий кровообіг, кровотворення (ерітропоетин).

**Органи дихання** - мають автономну дифузну ендокринну систему, представлену окремими клітинами, що розміщені в слизовій носа, гортані, трахеї, бронхів.

Ці гормони - серотонін, допамін, бомбезин - впливають на газообмін в легенях і інші функції організму.

**Серотонін-К**- клітини, підсилює тонус судин, прискорює звертання крові, знижує стомлюваність м'язових волокон.

**Допамін- Р**-клітини -попередник норадреналіну, розширює бронхи і забезпечує всмоктування повітря альвеолами.

**Бомбезин** - стимулює обмін речовин в легенях .

**ВУП** - вазоактивний інтестенальний поліпептид збуджує гладенькі м'язи бронхіол.

## **УІІ. Простагландини.**

Простагландини - біологічно активні речовини, які були виділені з передміхурової залози і сперми тварин і людини. Встановлено, що вони виділяються всіма клітинами організму і діють місцево.

Похідні ненасиченої жирної кислоти **простанової**.

**За хімструктурою їх ділять на 4 групи: ПГА, ПГБ, ПГЕ, ПГФ.** Перші дві групи мають по 2 простагландина, а другої дві - по 3.

Локалізуються в ліпідному шарі мембран.

Механізм дії - зміна рівня утворення у АМФ і переходу Na в клітину.

Дія різностороння, супротивна - ПГА і ПГЕ судинорозширювальний і гіпотензивний ефект внаслідок розширення артеріол.

-стимулюють роботу гладенької мускулатури (кишечнику, матки) і введенням ПГЕ і ПГФ можна викликати одночасне вигнання плоду і плаценти;

- сприяють розсмоктуванню жовтого тіла і відновленню статевого циклу (в кінці циклу їх збільшується кількість);

- сприяють збереженню життєздатності і рухливості сперміїв (багато їх в спермі);

- розширюють судини, що постачають кров в статевий член;

- активізують гладеньку мускулатуру статевих шляхів самців при еякуляції;

- беруть участь в координації нейрогуморальної передачі в синапсах.

### **УШ. Застосування гормональних препаратів в тваринництві.**

Гормони контролюють практично всі види клітинного метаболізму, забезпечують ріст, розвиток, гомеостаз, регулюють процеси розмноження, адаптації, диференціювання тканин.

-Вплив гормонів здійснюється на клітинному, молекулярному і генному рівнях.

-Впливаючи гормон препаратами на обмін речовин можна підвищити всі види продуктивності у сільськогосподарських тварин.

Успіхи ендокринології, біохімії, біотехнології.

Синтез штучний гормонів - хіметоди.

Направлення можливого використання гормонів і гормональних препаратів.

-стимуляція росту і відгодівлі молодняка ВРХ і свиней гормональних препаратів анабіологічної і гіпоглікемічної дії (андрогени, естрогени, інсулін, соматотропін) АНАБОЛІКИ→білки.

-регуляція репродуктивної функції у самок (стимуляція і синхронна охота; штучна багатоплодючість; створення численної овуляції; контроль часу родів). Використовують і в терапевтичних цілях (прогестини, гонадотропіни, СЖК, простагландини);

-підвищення молочні продукти гормонами, що впливають на секреторні функції вимені, на перерозподіл поживних речовин між молочною залозою і іншими тканинами (соматостатин, соматоліберин, інсулін). Можна викликати штучну лактацію;

- стимуляція росту волосяного покриву (овець, кіз, кролів, звірів) - тифоїдні і антитироїдні препарати, стероїди;
- підвищення природної резистентності і збереження молодняка (естрогени, кортикостероїди).

Препарати вводять перорально, парентерально, імплантації під шкіру, аплікації на слизову оболонку.

Вивчають гормональний статус тварин для

- прогнозування продуктивності,
- оцінки адекватності технологічних прийомів,
- точної характеристики фізіологічного стану.

Застосовувати - дуже обережно!!!.

## Лекція 10 ЗАГАЛЬНА ФІЗІОЛОГІЯ ЗБУДЛИВИХ ТВАРИН

### План

1. Подразливість, збудливість і збудження як загальні властивості тканин.
2. Закони подразнення.
3. Біометричні явища.
4. Теорія збудження і фази збудження.
5. Лабільність.
6. Парабіоз і його фази.

### Рекомендована література

1. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д. Фізіологія тварин : підручник. Вінниця: Нова книга. 2010.
2. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник. К.: ЦУЛ, 2009. 568 с.
3. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум. К.: ЦУЛ, 2009. 264 с.
4. Чудак Р.А., Мельникова Т. В. Фізіологія сільськогосподарських тварин: практикум. Вінниця: ВДАУ, 2003. 144 с.
5. Чудак Р.А., Непорочна О. Т. Фізіологія сільськогосподарських тварин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2011. 104 с.

### 1

Всі тканини і органи тварин в відповідь на дію зовнішніх і внутрішніх факторів відповідають зміною обмінних процесів.

Реакція на подразнення називається **подразливістю**.

Подразливість властива і тканинам рослинного походження (соромлива мімоза). Нервова, м'язова та залозисті тканини крім подразливості володіють якісно новою властивістю **збудливістю**.

**Збудливість** - це властивість тканини відповідати на подразнення хвилеподібним розповсюдженням імпульсів збудження. В результаті тканина чи орган переходять від одного стану (спокою) до якісно нового стану (збудження).

**Збудження** - це діяльний стан тканини, що виникає в відповідь на дію подразників.

**Подразники** ділять на **зовнішні**:(звук, світло,  $t^0$  , механічна дія, запах і інші.) та **внутрішні** (гормони, метаболіти, імпульси).

За походженням подразники ділять на **механічні, термічні, електричні, звукові, світлові, хімічні, біологічні, радіоактивні випромінювання**.

З фізіологічної точки зору подразники поділяють: на **адекватні і неадекватні**.

**Адекватні** - подразники до яких тканина чи орган пристосувались в процесі довготривалого розвитку (світло-очі, звук - вуха) (їжа для слизової шлунка і.т.д.). Деякі органи мають два адекватних подразники (**нервовий імпульс і гормон**).

**Неадекватний подразник**, для сприйняття якого орган не пристосований і в природних умовах впливу їм звичайно не піддається (для м'язів удар, укол,

розтягування, нагрівання), **електричне подразнення** - неадекватні подразнення але викликають подразнення, тому, що всі процеси подразнення - суть електрична.

За силою подразники бувають:

- підпороговими,
- пороговими,
- надпорогові.

**Пороговими**- називається найменша сила подразника яка здатна викликати мінімальне збудження.

## II. Закони подразнення

Фізіологічні процеси подразнення збудливих тканин мають свої закони:

**Закон сили подразнення** :чим сильніше подразнення, що припадає на м'яз, тим сильніша (до певних меж) відповідна реакція м'язу в відповідь на подразнення.

**Закони тривалості подразнення:** чим триваліше подразнення (до певних меж), тим сильніша реакція живої тканини в відповідь на нього. Тобто загальна сума фізіологічних зрушень, яка складає собою відповідь тканини на подразнення збільшується з збільшенням тривалості подразнення.

Фактору часу для всіх збудливих систем вперше став надавати значення М.Є.Введенський. Згідно з його твердженням відповідь живої тканини на дію зовнішніх подразників визначається не тільки силою, а й частотою, тобто інтервалом подразнення.

Француз Л.Лапик встановив, що при дії подразника дуже великої сили, але тривалістю в тисячні долі секунди можна не одержати зворотньої реакції.

Мінімальна сила струму, яка може викликати збудження незалежно від періоду дії називається **реобазою**.

Найменший час, на протязі якого подразник порогової сили може викликати збудження названо **корисним часом**.

Корисний час визначити важко, тому, що величина реобазис безперервно змінюється внаслідок зміни збудливості тканини, тому Лапик запропонував вимірювати іншу умовну величину, яку він назвав **хронаксією**. Це найменший час на протязі якого діє подвійна реобаза викликає помітний ефект. Вона вимірюється приладом **хронаксиметром**. Величина залежить від структури і стану тканини. Найменша хронаксія в соматичних нервах (0,09-0,2 мс), а сама висока (1 сек.-5 хв.) в гладеньких м'язах. Чим тонше нервово волокно, тим більша хронаксія. Хронаксія може бути показником функціональної активної тканини. Чим швидше виникає збудження, тим швидше проходить і весь процес активності в тканині, органі. В винекнені збудження суттєве значення мають, швидкість наростання сили подразнення. Наприклад: Крапля киплячого фіз. Розчину, попадаючи на м'яз, викликає його збудження і подразнення. М'яз, поступово нагріваючись в розчині, не збуджується, а звариться.

Швидкість зростання сили подразнення називається **градієнтом подразнення**.

**Закон градiєнта подразнення** -сформований Дюбуа-Реймонтом гласить:

*"Реакція живої тканини тим сильніша, чим вище градiєнт (крутість) подразнення"*.

## III. Біоелектричні явища

Збудження тісно пов'язані зі змінами електричних потенціалів клітини, одержавши назву **біоелектричних явищ**.

В перше біострум людина спостерігала у риб (скат, електричного вугра та інші).

Дослід Луїджі Гальвані (1791р.) (Трактат про силу електрики при мускульному русі). З нервово - м'язовим препаратом жабки: на балконі був підвішений препарат за нерв. Коли він торкався металевої решітки м'яз скорочувався. Він пояснив це різницею потенціалів нерва (-) та м'яза (+). А. Вольта вважав, що струм виникає не в живій тканині, а в місті контакту живої тканини з залізом і міддю, яка є електролітом. Гальвані підтвердив свій дослід, литковий м'яз при накиданні на нього сідничного нерва скорочувався.

Це стало початком - електрофізіології. На цьому явищі визначався стан різних органів. ЕКГ- діагностика захворювання.

### **Розрізняють біоструми трьох категорій:**

- струми спокою або клітинні потенціали
- струми або потенціали пошкодження
- струми дії або акційні (акціонні) струми.

Струми спокою або клітинні потенціал (КП) спостерігається в всіх живих пошкоджених клітинах мембрана (+), цитоплазма (-). Для реєстрації вводять два електроди в цитоплазму  $\varnothing$  0,5 мкм на мембрану 1-4 мкм. КП вимірюють катодним осцилографом.

Клітинний потенціал залежить від функціональної специфіки клітин. Для клітин з високою спеціалізацією (нервова, м'язова) клітинний потенціал досягає 80-100 мВ, а для епітеліальної не більше 20 мВ. Потенціал спокою пов'язаних з різною проникливістю клітинної мембрани для іонів.

Струми або потенціали пошкодження виникають при пошкодженні тканин. Пошкоджена ділянка -, а непошкоджена + (другий дослід Гальвані.)

Струми дії (акційні струми) - виникають при збудженні тканини. Збуджена ділянка заряджена - по відношенні до тканини яка знаходиться в стані спокою.

Встановлено 4 періоди потенціалу дії.

- 1.- початкова електронегативність (0,0001с)
- 2.- пік потенціалу (0,002с)
- 3.- слідова електронегативність (0,002с)
- 4.- слідова електропозитивність (0,1с)

Ці величини відносяться до нерва, в м'язах тривалість цих періодів в два рази більша

**Перший** період відповідає скритому збудженню, коли в клітинах проходять фізико-хімічні зміни. Під час піку вивільнення енергія здійснює збудження тканини. **Третій і четвертий** період пов'язані з ресинтезом енергетичних речовин.

### **І У. Теорія збудження і фази збудження.**

Більшість фізіологів виникнення збудження пов'язують з переміщенням іонів і різницею їх концентрації.

Суть. Жива клітина покрита мембраною, яка складається з 4-х шарів молекул. Зовнішній - білковий, два шари фосфоліпідів і внутрішній - теж білкові молекули. Товщина мембрани  $75 \text{ \AA}$  (ангстрем  $10^{-8}$ ). В мембрані є "пори" -  $7-8 \text{ \AA}$ ,

які несуть електричний заряд, що полегшує, або ускладнює дифузію іонів через мембрану.

Вона більш прониклива для катіонів, хоча вони теж проходять мембрану з неоднаковою швидкістю.

Встановлено, що електричний потенціал на мембрані позитивний, а цитоплазми - негативний.

В цитоплазмі нервових і м'язових клітин концентрація  $K^+$  майже в 40 раз вища, ніж зовні, а  $Na^+$  в 12 разів вища зовні, ніж в середині. Іони  $K^+$  швидше  $Na^+$  проходять мембрану.

Початкова реакція клітини на дію зовні - зміна проникливості мембрани в місці подразнення.

$Na^+$  направляється всередину і вносить туди позитивний заряд.

В.Ю.Гаговець (1896) вважав, що при подразненні або пошкодженні підсилюються обмін речовин з утворенням  $H_2CO_3$  (вугільної кислоти), що дисоціюється на іони  $HCO_3^-$  і  $H^+$  дифундують в спокійні клітини утворюючи при цьому позитивний заряд. Джерелом електрорушійної сили є різниця потенціалів двох ділянок. Ця теорія отримала назву **альтераційної** (лат.altecatio зміна). Ю.Беренштейн (1902) висунув *мембранну теорію*. В спокійному стані мембрана пропускає тільки катіони. Таким чином в незбудженому стані **поверхня клітини +, а цитоплазма позитивний заряд**.

Подразнення або пошкодження і клітина пропускає аніони. Тому клітина ззовні стає електронегативною. В результаті - різниця потенціалів.

Нерст (1909), Ж.. Леб (1915) П.П.Лазарев (1916,1923), запропонували свої теорії.

Останні роки широкого розповсюдження одержала мембранна теорія. Ходжкіна-Хакслі (1949), або **теорія калієво-натрієвого насоса**.

Із клітини виходить незначна кількість  $K^+$ . В результаті іонних зміщень настає деполяризація - клітинний потенціал падає до 0.

Потім проходить перезарядка мембрани: цитоплазма позитивний заряд мембрана негативний заряд. В цей час реєструється потенціал дії. Пояснюється це повторними змінами проникливості мембрани, при якій  $Na^+$  повертається в тканину рідину, а  $K^+$  в клітину. Мембрана набуває попереднього заряду і потенціал спокою відновлюється.

Нервовий імпульс - складний електрохімічний процес. Джерело енергії - АТФ Іонний насос - це ферментна система, яка знаходиться на мембрані, яка активується  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{++}$ , що споживає, спалює руйнує АТФ, продукує за рахунок цього енергію, яка забезпечує електронне викидання з клітин трьох  $Na^+$  в обміні на  $K^+$ .

При одинокому імпульсі збудження мають місце фазові зміни збудливості тканини.

Зразу після подразнення спостерігається короткотермінове підвищення збудливості. Таке тимчасове незбудження **називається абсолютна рефлексорна фаза**. Тривалість її: для нерва 0,002 с, скелетних м'язів 0,005, для серцевого м'яза 0,3-0,4 с. Потім збудження відновлюється досягаючи початкового рівня. Цей період зменшеної збудливості **називається фазою відносної незбудливості (рефрактерності)**.



Тривалість для нервових волокон- 0,001-0,01 для м'язів-0,03с; В цю фазу подразнення великої сили можуть викликати відповідь.

Наступна фаза підвищеної збудливості, яку М.Є.Введенський назвав **екзальтаційною**.

Тривалість у нерві -0,02с, в м'язі-0,05с. Наступна фаза **субнормальності**, протягом якої збудливість тканини дещо знижується порівняно з початковою збудливістю.

Фази зміни збудливості відповідають відповідним періодом потенціалу дії.

Тривалість фазових змін збудливості в процесі життєдіяльності тканин міняються. Так при втомленні м'язів час абсолютної і відносної рефрактерності подовжується. Фазовість збудження тісно пов'язані з обміном речовин.

#### **V. Лабільність.**

Результат ритмічних подразнень залежить від частоти подразнень і тривалості окремих фаз, що супроводжують розвиток збудження.

Тривалість фізіологічних зрушень **називається інтервалом збудження**. Чим коротший цей інтервал тим швидше проходить збудження. Для нервів він дорівнює 0,002 с, для скелетних м'язів 0,005с.

Швидкість процесу збудження визначає **функціональну рухливість**, або **лабільність** тканини. (М.Є.Введенський, 1892).

**Лабільність** - це властивість живої тканини синхронно відповідати на ритм подразнення ритмом збудження.

Максимальний ритм збудження для м'якотного нерва становить 500, а для м'язі в 200 імпульсів в секунду.

В процесі еволюції функціональна рухливість тканин збільшується. Найбільш висока лабільність у нервів та скелетних м'язів вищих хребетних, найбільш низька у гладеньких м'язів, які здатні до повільних тонічних скорочень.

Лабільність може змінюватись під впливом чисельних факторів зовнішнього і внутрішнього середовища:

- нагрівання;
- охолодження;
- здавлювання;
- дія електричного струму;
- дія наркотичних речовин та інші.

Всі вони зменшують лабільність тканин.

Це результат сповільненого відновлення обміну речовин.

Старіння теж зменшує функціональну рухливість тканин.

**Підвищення лабільності** спостерігаються при діяльності. О.О.Ухтомський (1928) встановив, що в активному стані тканина здатна сприймати більш високу, раніш недосяжну для неї частоту подразнень. Підвищення або зменшення функціональної рухливості в порівнянні з початковим рівнем, визнане діяльним станом тканини, **називається засвоєнням ритму**. Здатність до засвоєння ритму залежить від змін обміну речовин в тканині під час її активності.

М.Є. Введенський (1886) встановив, що найбільша висота тетанічного скорочення м'яза спостерігається в разі подразнення нерва індукційним струмом певної частоти. Ця частота **називається оптимальною, або оптимумом частоти**, (optimis - найкращий). При оптимальній частоті кожне наступне

подразнення припадає на екзальтаційну фазу, коли м'яз перебуває у стані найбільшого збудження в результаті чого і настає максимальне скорочення м'яза.

Для сідничного нерва optimum-100-150 імп/сек

max-300-500

Для скелетних м'язів optimum 30-50

max-120-200

Збільшення частоти подразнення, що перевищує оптимальний режим, викликає зниження, а в окремих випадках і повне припинення скорочення м'яза. Велика частота **називається найгіршою, песимальною**. Песимум пояснюється тим, що кожний новий імпульс з нерва застає м'яз у фазі відносної, або абсолютної рефрактерності. Надміру висока частота подразнення робить м'яз нездатним до відтворення хвильових відповідей. Зміна песимальної частоти подразнень на оптимальну призводить до відновлення фізіологічних властивостей тканини.

При дії подразників різної сили також можна спостерігати оптимум і песимум. Збільшення сили струму однієї частоти підвищує тетанічне скорочення м'язів відповідної висоти - оптимум сили.

Подальше збільшення сили подразнення буде супроводжуватись зменшенням скороченням м'язів але до самого його зникнення - песимум сили.

Згадані форми активності м'язової тканини пояснюються змінами її лабільності.

## **VI. Парабіоз і його фази.**

В 1901 році М.Є Введенський "збудження, гальмування і наркоз" узагальнив досліди які проводились на нервово - м'язовому препараті. Нерв цього препарату піддавався дії різних наркотичних речовин: новокаїн, хлороформ, ефір після чого подразнювали нерв струмом вище і нижче альтерації (зміни) м'яз скорочувався..

Але при цьому в нерві наступають фізіологічні зміни, які проходять у три стадії.

I - трансформуюча (зрівняльна). В цю стадію слабкі, середні і сильні хвилі збудження, проходячи через змінену ділянку нерва викликають приблизно однакові скорочення.

II - парадоксальна (парадокс-несподіваність). При поглибленій дії наркотичної речовини слабкі та поодинокі подразники дають більший ефект, чим сильні і часті.

III - гальмівна - хвилі збудження не проходять через зону наркозу і подразнення нерва не викликає видимої реакції.

Стан нерва, при якому, залишаючись живим, він втрачає здатність нормально функціонувати, називається **парабіозом** (para - біля, vios - життя).

Після припинення дії наркозу збудливість і провідність нерва відновлюється, проходячи всі три стадії в зворотному напрямку.

При довготривалій альтерації тканина відмирає.

В першу стадію ділянка альтерації втрачає здатність синхронно проводити імпульси. Подразнення урівноважується в силі і скорочення будуть однаковими.

В другу стадію проходить подальше зниження лабільності. При цьому слабкі або поодинокі подразнення співпадають з відносною рефракторною або початком екзальтаційної викликають значне скорочення. А ті подразники, які

співпадають з закінченням абсолютної рефрактерності або початком відносної дають мінімальне, мало помітне скорочення м'яза.

В гальмівній стадії лабільність нерва знижена настільки, що подразнення будь якої сили або частоти збігаються з абсолютно рефракторною фазою і не викликають скорочення м'яза. Наркотична речовина виступає тут як хімічний подразник.

Парабіоз можна викликати не тільки наркотичними речовинами, але любими хімічними або фізичною дією - (кислотами, лугами, селєвими розчинами, холодом, теплом та ін.). М.Е.Введенський прийшов до висновку, що природа збудження гальмування одна й та сама.

Якщо подразнення відповідає лабільності, тобто функціональній рухливості тканини, настає збудження. Подразнення, яке не відповідає лабільності викликає гальмування.

Таким чином, гальмування - це місцеве стійке збудження, що не розповсюджується.



# Лекція 11

## Фізіологія м'язів та нервів

### План

1. Властивості скелетних і гладеньких м'язів.
2. Механізм м'язового скорочення.
3. Працездатність і стомлення м'язів.
4. Функції нервових волокон.
5. Закони проведення збудження в нервах.
6. Нервово - м'язовий синапс і механізм передавання збудження в ньому.

### Рекомендована література

1. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д. Фізіологія тварин : підручник. Вінниця: Нова книга. 2010.
2. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник. К.: ЦУЛ, 2009. 568 с.
3. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум. К.: ЦУЛ, 2009. 264 с.
4. Чудак Р.А., Мельникова Т. В. Фізіологія сільськогосподарських тварин: практикум. Вінниця: ВДАУ, 2003. 144 с.
5. Чудак Р.А., Непорочна О. Т. Фізіологія сільськогосподарських тварин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2011. 104 с.

### I. Властивості скелетних і гладеньких м'язів.

Рух у тваринних організмах буває **цитоплазматичне, в'їчасте, джгутикове і мускульне.**

У хребетних тварин розрізняють скелетну (поперечносмугасту) гладеньку і сердечну м'язову тканину.

**Скелетні м'язи.** Складаються із великої кількості окремих клітин - м'язових волокон ( $d=10-100$  мк) покритих загальною сполучнотканинною оболонкою. З допомогою цих м'язів здійснюється всі довільні рухи.

Кожне волокно , довжина якого залежить від розмірів і форми м'яза , являє собою багатоядерне циліндричне утворення В середній частині волокна знаходиться хімічно чутливе місце - кільцева пластинка, де закінчується руховий аксон, що утворює нервово - м'язовий синапс. В м'язовому волокні є неспеціалізована цитоплазма - саркоплазма і спеціалізована - кіноплазма, що складається із поздовжньо розміщених міофібрил, діаметр яких дорівнює 1 -2 мк. **Сарколема** - оболонка м'язової клітини, яка зв'язана з сухожиллям і переходить в сполучну тканину між м'язових волокон.

В склад саркоплазми входять білки **міоген, глобулін X, і міоглобін.**

**Міофібрили** містять мільйони товстих  $110-140 \text{ \AA}^0$ , і тонких  $40 \text{ \AA}^0$  протофібрил.

Товсті протофібрили складаються із білка міозину (молекулярна маса 420000), а тонкі - із білку актину (молекулярна маса 60000).

Поперечна смугастість міофібрил залежить від правильного чергування

темних анізотропних і світлих (ізотропних)ділянок. Світлі ділянки поділяються мембраною, до якої прикріплені актинові протофібрили. Ділянка між двома мембранами називається **саркомером**.

Скелетні м'язи добре забезпечені рухливими і чутливими нервами.

**Гладенькі м'язи** - мають всі паренхіматозних органах (судини, кишечник, шкіра і т.д.) Вони являють собою веретеноподібні клітини, що не мають поперечної смугастості, довжиною 20-500 і діаметром 4-5 мк. В клітині одне ядро і багато протофібрил.

**Серцевий м'яз** - складається з поперечно-смугастих волокон. Раніше вважали, що це одне м'язове волокно. Зараз виявлено, що в сердечному м'язі знаходиться вставні двохмембранні диски, що порушують безперервність волокон.

**Скелетні м'язи.** М'язам властиве *збудливість, провідність, скоротливість, еластичність, розтяжність, пластичність і тонічність*.

Про збудливість судять по виникненню потенціалу дії, підвищенню обміну речовин і скороченню. Збудливість м'язу менша ніж нерва. Збудливість в м'язі не переходить з одного волокна на друге, спостерігається ізольовані проведені збудження. Швидкість розповсюдження збудженості залежить від будови м'язових волокон ( білих 12-15, а в червоних -3-4 м/с).

**Скоротливість** - це вид діяльності м'язів при якому відбувається її скорочення та потовщення, без зміни об'єму.

Якщо м'яз скорочується без підняття вантажу не напружуючись і не виконуючи роботи - скорочення називається **ізотонічним**, (ізо- однаковий, тонус - напруга).Максимальна напруга м'яза без укорочення , коли обидва його кінці нерухливо зафіксовані являють собою ізометричне скорочення. При цьому вся енергія перетворюється в тепло. В організмі не буває ні чисто ізотонічних, і ізометричних скорочень.

**Еластичність або пружність** м'язу властивість повертатись до початкового стану після зняття деформуючої сили. Найбільш еластичні білі волокна. **Подовження м'язів під впливом вантажу називається розтяжністю**. Чим більше навантаження тим більша розтяжність м'язу. Добру розтяжність мають червоні волокна і м'язи з паралельними волокнами.

Після зняття вантажу м'яз деякий час залишається подовженим. М'яз володіє пластичністю, тобто зберігає форму і довжину після припинення дії зовнішньої деформуючої сили. Більше проявляється у червоних волокнах. Сарколема і міофібрили мають в однаковій мірі еластичність і пластичність, а саркоплазма - тільки пластичність. **Тривале напруження і незначне укорочення м'язу називається тонічністю**. Вона зв'язана червоними волокнами, особливістю яких являється повільне скорочення і розслаблення. М'язовий тонус має рефлекторну природу. Тонічне скорочення м'язу не вимагає великих енергетичних затрат, тому, перебуваючи в стані тонусу м'яз тривалий не стомлюється. Скорочення м'язу може бути поодиноким і тетанічним. На коротко термінові одинікі подразнення електричним струмом достатньої сили м'яз відповідає поодиноким скороченням. Розрізняють три періоди: **латентний -час від початку подразнення до початку скорочення (0,01 с)**, період укорочення (0,04 с) і період розслаблення (0,05 с).

Латентний період - це час протягом якого проходять енергетичні процеси , що забезпечують скорочення м'язів. Чим сильніший подразник тим коротший латентний період. Тривалість різних фаз поодинокого скорочення м'язів залежить від його функціональних особливостей, від стомлення, охолодження інших умов.

При стомленні цикл поодинокого скорочення подовжується.

Із зростанням сили подразника скорочення м'язу збільшується. В природних умовах поодиноких скорочення м'язу не спостерігається. ЦНС посилає до м'язу цілий ряд імпульсів (50-70 в сек.) У відповідь на часті ритмічні подразнення м'яз переходить в стан тривалого безперервного скорочення, яке одержало назву **тетанічного або тетанусу**.

В залежності від частоти подразнення можна отримати різну криву тетанусу.

Поодинокий (до 10 сек.), зубцевий (10-25 збудження в сек.), повний (вище 25). На збудження вище 300 в сек. м'яз взагалі не скорочується, так як збудження приходить на фазу абсолютної рефракторності.

Висота тетанусу залежить від ритму подразнення , збудження і лабільності, яка змінюється в процесі дії м'яза.

Максимум збудження буде в тому випадку , коли чергові імпульси будуть діяти на м'яз у фазі екзальтації - період максимального збудження.

Крім поодиноких і тетанічних скорочень існує ще і **контрактура**. Це довготривале, і дуже часто незворотне скорочення м'язу, в наслідок змін колоїдних речовин цитоплазми, зв'язані з глибоким порушенням її обміну (отруєння хімікатами, висока t' смерть.)

**Гладенький м'яз** - має свої особливі властивості.

Збудливість їх значно нижча, ніж скелетних (проведення, збудливості від 1 см/с в кишечнику до 18 см/с в сечоводі.)

Основна відмінність - повільне скорочення. Латентний період скорочення гладенького м'язу в 300 раз перевищує скелетну. Продовження скорочення в шлунку жаби -60 сек.

Багато гладеньких м'язів скорочуються під впливом імпульсів, що виникають у м'язовій клітині, тобто, їм властивий автоматизм. Вони можуть збуджуватись деякими хімічними речовинами які поступають в кров (ацетил холін, адреналін).

Гладенькі м'язи здатні тривалий час знаходитись в тонічному стані при дуже малій витраті енергії, наприклад: свинтери, стінки судин все життя.

Добре проявляється пластичність. Вона має значення для пустих органів, які виконують функції резервуара. Тому тиск при наповненню шлунку, жовчного міхура кишечнику майже не змінюється.

## **II. Механізм м'язового скорочення.**

Встановлено, що скорочується м'яз при використанні хімічної енергії. Основним і безпосереднім джерелом енергії є АТФ. Трансформація енергії цього з'єднання в механічну роботу здійснюється скорочувальними білками м'язів і перш за все міозином. Ще більшу адаптивність у використанні енергії АТФ має актоміозин.

Взаємодія між АТФ і актоміозином виникає в м'язевій клітині у результаті

зміни іонного складу внутрішньоклітинного середовища, зокрема накопичення вільних іонів  $\text{Ca}^{++}$ .

У механізмі скорочення особливу роль відіграє частина ретикулума, яка локалізована зоні мембрани.

Зв'язаний  $\text{Ca}^{++}$  знаходиться в так званих тріадах (Т-системах).

В стані спокою основна маса  $\text{Ca}^{++}$  депонується в саркоплазматичному ретикулумі, тоді як у цитоплазмі  $\text{Ca}^{++}$  дуже мало. Стимуляція м'язу викликає звільнення  $\text{Ca}^{++}$  ретикулума і підвищення його концентрації у цитоплазмі.  $\text{Ca}^{++}$  активізує розпад глікогену.

Після припинення стимуляції м'язу вміст  $\text{Ca}^{++}$  у цитоплазмі різко зменшується. Зниження концентрації  $\text{Ca}^{++}$  у цитоплазмі супроводжується витрачанням енергії, яка забезпечується АТФ, а весь процес здійснюється  $\text{Ca}^{++}$  АТФ-азною системою.

При максимальній роботі скелетного м'язу загальний запас АТФ у ній витрачається менше ніж за 1 сек. Однак робота може продовжуватися за рахунок двох резервних систем макроергічних фосфатів.

Перша - креатинфосфокіназна ферментна система:



Ця система підтримує вміст АТФ на постійному рівні, не дивлячись на швидкий його гідроліз, так як вміст креатинфосфату в м'язі в умовах спокою у 5 разів вище вмісту АТФ. За рахунок цього джерела можна підтримати максимальну активність протягом ще декількох секунд.

Потім вступає друга система, яка каталізується аденілаткіназою



АМФ сигналізує про зменшення м'язевих запасів АТФ і стимулює деякі ферменти катаболізму вуглеводів.

Стан м'язу, коли він закінчив роботу і потребує поповнення нестачі макроергічних станів називається метаболічною заборгованістю м'язу. При цьому інтенсивно споживається  $\text{O}_2$ , утворюється лактат.

Скорочення можна уявити таким чином:

Подразнення  $\rightarrow$  виникнення потенціалу дії  $\rightarrow$  проведення його вздовж клітинної мембрани і в глибину волокна по трубочкам саркоплазматичного ретикулума  $\rightarrow$  звільнення  $\text{Ca}^{++}$  із тріад і дифузія його до міофібрил  $\rightarrow$  взаємодія актинових і міозинових ниток, що приводять до скорочення міофібрил  $\rightarrow$  активація кальцієвого насосу  $\rightarrow$  зниження концентрації  $\text{Ca}^{++}$  в саркоплазмі  $\rightarrow$  розслаблення міофібрил.

Існує кілька теорій м'язевого скорочення.

Угорський біолог Сцент-Дьєрдьї: - нервовий імпульс по м'язовому волокну, викликає звільнення з відповідних депо активуючої речовини - іонів  $\text{Ca}^{2+}$ , що сприяють сполученню актину і міозину у більш жорстку молекулу актолізину.

Пізніше Н-мероміозин, володіючи АТФ-азною (активністю) дією, розщеплює аденозинтрифосфат на складові частини. Звільнена при цьому енергія передається на L-мероміозин, молекули якого, втрачаючи електричний заряд, створюють зморшки, в результаті чого і настає скорочення м'язу.



Х. Хаколі пояснює скорочення м'язів ковзанням молекул актину уздовж молекул міозину.

У процесі ковзання поперечні зв'язки між актином і міозином поперемінно змикаються і розмикаються. Вважають, що це процеси, пов'язані з дефосфорилуванням і ресинтезом АТФ.

У механізмі ковзання протофібрил важливе місце відводиться поперечним місткам, що являють собою спіраль поліпептидного походження. Містки розміщені на кінцях молекули міозини.

Під час скорочення містка, зумовленого розпаданням АТФ, контакт між міозиновими і актиновими нитками порушується, але швидкий реасинтез АТФ відновлює початкову довжину містка і він знову приєднується до активних ниток. Почергове скорочення та розслаблення містків і забезпечує безперервне ковзання тонких ниток актину в проміжках між міозиновими нитками.

У кінцевому підсумку при м'язевій роботі витрачаються вуглеводи, але енергія, що утворюється при їх окисненні, використовується м'язами не прямо, а через посередників креатинфосфорної кислоти і АТФ.

При скороченні м'язів більша частина потенційної енергії хімічних речовин перетворюється у теплову і тільки 25-30% - у механічну, що і становить ККД - відношення кінетичної енергії м'язів до всієї енергії. При тренуванні ККД підвищується, досягає у тварин 45-50%.

### **ІІІ. ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ І ВТОМЛЮВАНІСТЬ М'ЯЗІВ.**

М'яз має силу і виконує певну роботу. Сила м'язу проявляється в її максимальній напрузі. Вимірюють силу м'язу динамометром чи за масою вантажу, який може бути піднятий.

М'язева сила залежить від площі перерізу усіх м'язевих волокон, тобто від товщини м'язу. Найбільшу силу мають перисті м'язи. Сила залежить від вихідної довжини. Розтягнутий м'яз здатен підняти значно більший вантаж порівняно з нерозтягнутим. М'язева сила зростає при тренуванні і з віком. Зменшується при стомленні, голодуванні і старінні.

Абсолютна сила - величина найбільшого вантажу в кг, який м'яз може підняти в перерахунку на 1см<sup>2</sup> смугастого перерізу.

Робота м'язу вимірюється добутком маси вантажу на висоту підняття.

$$W = p \cdot h \text{ (p- маса, h-висота).}$$

Величина роботи залежить від маси вантажу і висота скорочення м'язів. На неї впливає довжина м'язових волокон (чим довше, тим більша висота).

Помірне попереднє розтягання збільшує висоту скорочення, а надмірне розтягання помітно зменшує.

Ізольований м'яз виконує найбільшу роботу при оптимальному навантаженні. Тимчасове послаблення або втрата работоздатності м'яза в результаті його діяльності називається **стомленням**. При втопленні знижується збудливість м'яза, і його лабільність. В результаті цього збільшується латентний період, подовжується час скорочення з одночасним зменшенням його амплітуди. Накопиченні працюючих органах продуктів обміну, попадаючи з кров'ю інші органи, погіршують їх стан.

Збільшення концентрації продуктів метаболізму призводить до звуження

судин і тим самим до погіршення умов роботи органів. **Стомлення необхідно розглядати як загальний стан всього організму**, процес, зв'язаний з порушення регулятивних взаємовідношень між центральною нервовою системою і органом. Стомлення зв'язано з

- втратою джерел енергії і накопичення молочної кислоти як метаболіту;
- ритмом роботи;
- навантаженням;
- судинною реакцією (звуження судин);
- роботою серцевих м'язів (дослід І.М. Сеченова з відпочинком однієї руки при роботі другої);
- ЦНС великих півкуль (стомлена тварина біжить до годівниці);
- емоціональними збудженнями.

### **І У. Функції нервових волокон.**

В 1850 році (Дюбуа, Реймон) встановлено, що нерви збуджуються під дією струму але і продукують їх самі в процесі своєї діяльності. Сучасна уява про проведення нервових імпульсів склалась під впливом мембранної теорії Бернштейна. Всі нервові волокна поділяють на м'якоті і без м'якоті або мієлінові і без мієлінові. М'якоті волокна складаються із вісьового циліндра (аксону), і оболонки, мієлінової і шванівської які його покривають. Мієлінова оболонка створюється в результаті багаторазового обертання вісьового циліндра шванівською клітиною. Мієлінова оболонка через рівної довжини проміжки перериваються, залишаються відкритими ділянками мембрани шириною приблизно 1мкм. Цей перерив дістав назву **перехватів Ранвє**.

Нервові волокна, що проводять імпульси від периферії до центральної нервової системи -центробіжні (сенсорні, чутливі, доцентрові, аферентні); інші, що проводять імпульси до ЦНС до периферії- рухові моторні або референтні.

### **У. Закони проведення збудження нервах.**

В процесах виникнення і проведення нервового імпульсу основну роль відіграє поверхнева мембрана осьового циліндру. Мієлінова оболонка служить електричним ізолятором і виконує трофічну функцію. Виникнення збудження відбувається не на всіх довжині нервових волокон а тільки в перехватах Ранв"є. Проведення збудження підпорядковане певним законам:

**-Закон ізолюваного проведення**, периферичні тисячі нервових волокон нерви мають у своєму складі (чутливих, рухових і.т.д.), що передають імпульси до багатьох органів. Однак нервові імпульси по кожному волокну проводяться ізолювано. Інакше -хана.!

**-Закон цілісності або фізіологічної безперервності.** Збудження по нервовому волокну проводиться тільки при умові його анатомічної цілісності і нормального фізіологічного стану. Процес регенерації нерва проходить досить повільно (3-5 мл за добу) і залежить від контакту перерізаних частин нерва.

**-Закон двобічного проведення.** Нервове волокно проводить збудження

обидві сторони з місця подразнення. В перше довів це російський вчений А.І.Бабухін (1877 рік) на нерви електричного органу нільського сому. Нервові волокна володіють збудливістю особливо висока збудливість м'якотних волокон. Основною особливістю нерва являється його провідність - здатність проводити збудження. На всій довжині нерва ніякого ослаблення швидкості проведення збудження не відбувається. Найбільша швидкість проведення збудження рухових нервах теплокровних - 160 метрів за секунду. Чутливих нервах вона складає 50 м/сек. З найменшою швидкістю проводиться збудження без м'якотних постгангліозних симпатичних нервах (0,3-1,5 м/сек.).

На провідність нерва дуже впливає його функціональний стан. При охолодженні стомленні і наркозі швидкість проведення збудження зменшується. В перше швидкість поширення збудження визначив Гельмгольц.

В без м'якотних нервових волокон збудливість поширюються безперервно.

По м'якотних волокнах збудження поширюються тільки стрибкоподібно, таке проведення називається **сальторним**.

В стані спокою зовнішня поверхня збудливої мембрани всіх перехватів Ранве має позитивний заряд. Різниці потенціалів немає.

Час необхідних для передачі збудження від одного перехвату Ранве до другого , приблизно однаковий уголок різного діаметру .М'якотних волокнах проведених збудження буде прямопропорціональне їх діаметру. Нервові волокна , що проводять імпульси від периферії до нервових центрів називається сенсорними, чутливими, до центрованими або референтними. Інші волокна , що проводять імпульси від центру до периферії називають руховими, моторними, відцентровими або референтними. В організмі тварини нерви частіше змішані, що мають у своєму складі аферентні еферентні волокна.

Нервові волокна за швидкістю проведення збудження , тривалість різних фаз потенціалу дії і структури поділяють на три основні групи: А, Б, С .Вони покриті мієліновими оболонками групу Б складають м'якотні передгангліозні волокна вегетативної нервової системи.

Група С-безмякітні нервові волокна дуже малого діаметру (біля 1 мікрметра). Швидкість проведення у них не більше 3м/сек. Більшість - С волокон відносяться післягангліозних нервових волокон симпатичної нервової системи.

Під час замикання і розмикання постійний струм діє на нерв або м'яз. Механізм цієї дії був сформульований Флюгером (1850) - у вигляді закону полярності подразнення. Згідно цього закону :

-під час замикання подразнюючого струму (чи зростання його сили) збудження виникає в області від'ємного полюсу (анод) і розповсюджується на весь нерв.

-при розмиканні струму (або його ослаблені) збудження виникає в області позитивного полюсу (катод).

-при одній і ті же силі струму подразнюючу дію при замиканні виражено сильніше ніж при розмиканні.

Нерв в стані спокою тим більше при збудженні споживає  $O_2$ (кисень).При збудженні проходить посилений розклад АТФ і креатин фосфату, збільшується утворення молочної кислоти і аміаку. При подразнення м'якотних волокон

збільшується вміст ацетил холіну а безмякотних симпатичних -норадреналіну. Нерв в повітряному середовищі зберігає здатність до проведення протягом тривалого періоду збудження (Введенський - на нерв жаби 8 годин). Умовах порушеного обміну середовище нормальне (середовище нормальне) збудливість і провідність нерва залежно падає.

Відносна невтомливість нерва пояснюється тим, що він при збудженні витрачає мало енергії яка весь час поповнюється.

### **У I. Нерво м'язовий синапс і механізм передачі збудження у ньому**

Як же передається збудження з нерва на м'язове волокно ?. Кожне нервове волокно і нервує 3-160 м'язових волокон. Кінцеве розгалуження аксонів закінчується пластинками особливої структури - синапсами. Якщо по нервовому волокну збудження передається за допомогою електричних імпульсів то з нерва на м'яз - з допомогою медіаторів, таке припущення вперше висловлено А Самойловим (1924).

Синапси складаються із поесинаптичною і постсинаптичної мембрани і синоптичної щілини. Пресиноптична мембрана покриває нервови закінчення яке являє собою нейросекреторний апарат. Тут під час нервового збудження виділяється ацетілхолін який дифундує через щілину між нервовим закінчення і мембраною кінцевої пластинки яка контактує спостсинаптичною і де поляризує цю мембрану.

Ефект деполяризації короточасні, так як холінестераза руйнує ацетил холін

Мембрана кінцевої пластинки стає проникливою для іонів натрію і калію, а не тільки для іонів натрію, як мембрани м'язу і нерву. На постсинаптичній мембрані знаходяться холінорецептори . При взаємодії ацетил холіну з ними зростає проникливість постсинаптичної мембрани іонів натрію і калію.

Мембрана деполяризується , виникає електронегативний постсинаптичний потенціал. Генерація його продовжується тільки мембранах м'язового волокна. Дія цього потенціалу пропорційна кількості медіатора і чутливості мембрана до нього.

В синапсах здійснюється збудження яке визначається часом дифузії медіатора від мембрани нервових закінчень до мембрани м'язового волокна і наявності високочутливих рецепторів постсинаптичних мембран.

## ЛЕКЦІЯ 12

### Тема: "Загальна характеристика центральної нервової системи"

#### План

1. Розвиток нервової системи в філогенезі.
2. Нейрон як структурна функціональна одиниця нервової системи.
3. Рефлекс як акт нервової діяльності.
4. Нервові центри і їх властивості.

#### Рекомендована література

1. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д. Фізіологія тварин : підручник. Вінниця: Нова книга. 2010.
2. Науменко В.В., Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник. К.: ЦУЛ, 2009. 568 с.
3. Науменко В.В., Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум. К.: ЦУЛ, 2009. 264 с.
4. Чудак Р.А., Мельникова Т. В. Фізіологія сільськогосподарських тварин: практикум. Вінниця: ВДАУ, 2003. 144 с.
5. Чудак Р.А., Непорочна О. Т. Фізіологія сільськогосподарських тварин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2011. 104 с.

#### 1. Розвиток нервової системи в філогенезі.

ЦНС- як відомо складається з спинного і головного мозку.

ЦНС виконує наступні функції:

- забезпечує регуляцію і взаємозв'язок між всіма фізіологічними процесами, що відбуваються в клітинах, тканинах і органах;
- забезпечує взаємодію організму як єдине ціле з навколишнім середовищем.

Зв'язок всіх систем в організмі на різних етапах, Еволюції здійснювався по різному.

- 1- шляхом впливу продуктів обміну однієї клітини на іншу.
- 2- гуморальна регуляція (з клітин в кров поступають продукти метаболізму і розносяться по всьому організму);
- 3- нервова система найбільш досконале пристосування організму до дії зовнішніх і внутрішніх факторів. В структурному відношенні розрізняють три типи нервової системи:
  - **сітчастий або дифузний**(медуза гідриактинії), нервові клітини дифузно розкидані серед нервових волокон, що йдуть по всіх напрямках. На подразнення відповідають збудженням всіх елементів.
  - **вузловий або англіозний** - більш складний(черв'як, комахи, раки, моллюски, голкошкірі). Тіла нервових клітин розміщуються вздовж подовжньої вісі організму утворюючи окремі вузли зв'язаними між собою нервовими волокнами. Збудження несе місцевий, обмежений характер.
  - **трубчастий тип** - найбільш досконалий (хордові). Нервові

закінчення знаходяться в мозковій трубці розташованій в хребті. Ця система поділяється на центральний (спинний і головний) і периферичний відділи. Розвивається із чутливих ектодермальних клітин. ЦНС сукупність клітинних тіл зв'язаних між собою короткими відростками. Периферична нервова система утворюється довгими відростками нейронів, що складають стовбури або нерви. У вищих тварин найбільшого розвитку набуває мозок, особливого його передній відділ КВП.

### **И.Нейрон як структурна і функціональна одиниця нервових систем.**

Структурною і функціональною одиницею нервової системи являється нервова клітина (нейрон). Він складається із тіла і відростків. Тіло клітини дорівнює приблизно 100 мкм. Поодинокий нитковидний відросток називається аксоном або нейритом довжина до 1 метра і більше. Короткі гіллячкові відгалуження кілька міліметрів називаються **дендритами**. Тіло нейрону виконує регулюючу і трофічну функцію, а відростки - зв'язку і проведення нервових імпульсів. Збудження в нервовій тканині поширюється від аксону до робочих органів, або від аксону 1 нейрону до дендрита другого нейрону. Місце передавання збудження від нейрону до робочого органу - синапс; існує дві теорії будови нервової системи: 1-нейрона кожен нейрон являється самостійним структурним елементом, відростки не переходять від одного до другого. Згідно з функціональною класифікацією нейрони поділяють на **збудливі і гальмівні**. Залежно від того, які речовини вони виділяють :

**холіергічні (ацетилхолін),**

**адренергічні (норадреналін)**

**пептидергічні (пептиди) гіпоталамус**

За формою нейрони розрізняють зірчасті, веретеноподібні, пірамідальні. За кількістю відростків, що відходять від них: уніполярні, біполярні, мультіполярні.

Друга -нейрофібрилярна теорія. Розмежування між окремими нейронами немає, так як нейрафібрили відростку одного нейрону проникають у відростки іншого нейрону. Таке переплетення являється нейропілем. Нейропільний тип будови характерний для нижчих, кишковопорожнинних тварин. У хребетних нейрони зв'язані синоптичними утвореннями. Нейрони в залежності від функціональних особливостей поділяють на три групи: чутливі або аферентні нейрони, вони сприймають збудження, що виникають при подразненні рецепторів. Рухові або еферентні нейрони передають збудження від ЦНС на периферію до клітин, тканин і органів. Проміжні нейрони зв'язують своїми відростками аферентні і еферентні нейрони.

### **Рефлекс як акт нервової діяльності.**

Діяльність ЦНС проявляється у вигляді рефлексів. Це складна біологічна реакція організму для подразнення рецепторів яка відбувається за участю ЦНС. Термін "рефлекс (від латинського слова reflecto - відображаю) який запропонував чех Прохаско, запозичена з фізики зразу цей термін використовувався для розмежування довільних і недовільних дій і розглядався з чисто екологічних позицій. Перше поняття "рефлекс" поширив на любу діяльність людини М.Сеченов. "Рефлекси головного мозку" (1963)"...всі без винятку виявлення свідомого та несвідомого життя "за способом походження суть рефлексу"". Таким чином М.Сеченов доказав , що всі життєві явища організму результат об'єктивних матеріальних процесів, зв'язані з діяльністю нервової системи , а не з діяльністю, душі. Слідом за Сеченовим Павлов відкрив особливу форму діяльності КВП-умовні рефлекси, у яких проявляються індивідуальний досвід вищих організмів.

Нашій вітчизняній науці належить заслуга поширення "рефлекторних концепцій" на діяльність цих частин ЦНС, що відіграло виключну роль матеріалістичному розвитку фізіології.

Ділянка тіла , подразнення якої супроводжуються певною реакцією, - **рецептивне поле**. Мигання рогивка ока, пчихання - слизова носа, ссання - поверхня губ. Рецептивні поля не мають чіткого обмеження і тому можуть накладатися одне на одного. Шлях, по якому проходить збудження , що викликає рефлекторну реакцію, називається рефлекторною дугою. Вона складається з **5 частин** - рецепторів, що сприймають подразнення і трансформують його в нервовий процес збудження ; - доцентрового нерва по якому нервові імпульси поступають до аферентного нейрону; - шляхи в середині ЦНС. Від центрального нерву , що передає збудження від центру до периферії; - робочого органу або ефектора.

Рецептори в залежності від розташування поділяються на екстеро рецептори і інтерорецептори. Перший на поверхні тіла і органах чуття. Другі всередині організму. Серед інтерорецепторів розрізняють вістерорецептори- нервові закінчення в середині органів і судин і пропріорецептори- нервові закінчення м'язів сухожилок, зв'язок і суглобів. Обов'язковими елементами рефлекторної дуги - аферентний і еферентний нейрони. Можуть входити один або кілька проміжних нейронів. Складність її залежить від кількості вставних нейронів. Рефлекс може бути здійсненим при умові цілісності всіх ланок дуги.

Рефлекси зв'язані з діяльністю обмежених ділянок ЦНС. називаються сегментарними.

### **IV. Нервові центри та їх особливості.**

Нервова регуляція функцій базується на механізмі зворотного зв'язку, тобто зворотна аферентація. Під час дії любого органу в ЦНС передаються імпульси, сигналізуються в його стані. В ЦНС проходить всебічний аналіз що

поступаючої інформації, після чого нервові центри посилають необхідні сигнали до органу. Цей потік інферентних імпульсів супроводжується оборотною аферентною сигналізацією. Акт кругової взаємодії центрів і периферії продовжується до завершення робочого ефекту. Ось приклад кільцевої рефлекторної діяльності приклад: розтягування м'яза збудження пропріорецепторів мотонейрони зупиняється продовження м'язу. Зворотна аферентація забезпечує підтримання м'язу при певній довжині, підтримуюче стійке положення кінцівок. Зворотний зв'язок має місце не тільки при іннервації м'язу але інших сторін діяльності. Завдяки цьому підтримується на відносно постійному рівні кров'яний тиск, температура тіла, резервна лужність. В результаті зворотного зв'язку ЦНС постійно одержує інформацію. із периферії і таким чином координує діяльність не тільки окремих органів але й усього організму. Зворотна еферентація більш точне і досконале управління, завдяки чому досягається найбільша ефективність. В перше А.М.Філомафитський в першій половині 12 століття. Розвинули це вчення А.Ф.Самойлов, і П.К.Анохін. **Нервовим центром** називається *сукупність нейронів ЦНС*, що приймають участь у здійсненні певних рефлексів. Приклад: Центр ковтання, слиновиділення, дефекація інколи в одному рефлекторному акті приймають участь нейрони, розташовані в різних відділах ЦНС. Центр дихання - вентральні роги спинного мозку, довгастий мозок, вароліїв міст, КВП. Таким чином нервовий центрфізіологічне але не анатомічне поняття. **Особливості нервових центрів.** **1.**Одностороннє проведення збудження. ЦНС на відміну від нервового волокна збудження проходить в одному напрямку від аферентного до проміжного і до еферентного нейрону.**2.**Іррадіація збудження - поширення імпульсів від одного нервового центру до другого і на всю нервову систему. Приклад: невелике подразнення здригається шкіра, більше-кінцівка, ще більше все тіло. **3** Сповільнення. Збудження нервових центрів проходить із сповільненням. Швидкість поширення хвилі в синапсах в 200 раз менша ніж нервовому волокні. Чим більше проміжних нейронів, тим триваліший прихований період рефлекторного акту.**4.** Трансформація. Здатність трансформувати змінювати силу і ритм поступаючого до нервових центрів збудження навіть на поодинокий стимул ЦНС відповідає ритмом збудження. Тетанічний характер м'язових скорочень.**5.** Післядія. Явище при якому реакція на подразнення триваліша, як саме подразнення. Воно зв'язане з одержанням імпульсів еферентними нейронами після припинення подразнення від багатьох проміжних нейронів. Яскраво проявляється при сильних і тривалих подразненнях. **6.** Сума збуджень. Перше дослідив М.Сеченов (1863).Поодинокі подразнення підпорогової сили не викликають відповідної реакції. Якщо вони будуть з частотою 20-30 сек - ЦНС відповідає збудженням в результаті рефлекторним актом. Пояснюється здатністю нейронів накопичувати, сумірувати нервові імпульси, перетворюючи місцеві збудження, що не поширюються в збудження, що поширюються. **7.** Полегшення -властивість нервових центрів переходити в стан підвищеної збудливості після попередніх подразнень. Новий імпульс, що поступає в момент підвищеної збудливості, викликає більший ефект (розминка перед змаганням). **8** Протиріччя -здатність одного нервового центра підвищувати збудливість інших центрів. В основі лежать процеси сумації іррадіації збудження. Приклад, собаці на шкіру нанести незбуджуючі механічні подразнення, а потім



вдарити в барабан - чухальний рефлекс. **9.** Високий рівень обміну речовин і підвищена стомлюваність ЦНС споживає  $O_2$  у 10-22 рази більше порівнюючи з іншими тканинами. Інтенсивний обмін речовин призводить до швидкого стомлювання по Н,Є Введенському аферентні стомлюються швидше еферентних. **10.** Тонус-постійне незначне збудження нервових центрів, що підтримуються імпульсами, що поступають до них з периферії. Скелетні м'язи постійно скорочуються. Підтримують тонус моторні нейрони. Перерізка доцентрових і відцентрових волокон завжди викликає втрату м'язового тону. **11.** Домінанта А.А.Ухтомський за цим принципом ЦНС при певних умовах виникає стійкий осередок підвищеного збудження, який не тільки гальмує інші рефлекси але і посилює своє збудження за рахунок любих імпульсів, що поступають в ЦНС (Lat Dominans) - панівний.

Ухтомський - подразнення нерва, що викликає згинання кінцівки при переповненому кишечнику супроводжується дефекацією. Обнімальний рефлекс у самців жаби Біологічна значимість домінанти в тому, що вона дозволяє тільки вибірково реагувати на зовнішні дії, що мають для організму суттєве значення, а менш важливі в цей момент загальмовуються. **12.** Пластичність. це зміна функцій нервових центрів в процесі життя. Проходить у випадку заміни робочого органу, з яким даний центр зв'язаний. П.К.Анохін з'єднував у собаки центральний відрізок блукаючого нерва з периферичним відрізком променевого нерва. Після відновлення рухових функцій деякий час почухування шкіри прооперованої кінцівки викликало кашель і блювоту. Потім наступила перебудова роботи центру і подразнення шкіри викликало звичайний рух. Воно проходить під впливом КВП. **13.** Інертність - це властивість нервових центрів тривалий час приховувати в собі сліди попередніх збуджень Згідно вчення І.П.Павлова інертність мають більше нейронів вищих відділів ЦНС. Подразнюючий слабким електричним струмом окремі ділянки КВП можна заставити людину згадувати події давніх літ. І.П.Павлов сказав: **"Якби у нервових клітин не було інертності..., у нас не було б ніякої пам'яті, не було б ніякої виучки, не існувало ніяких навичок"**.

#### **У. Гальмування взаємодія нервових центрів.**

Процеси збудження та гальмування, що безперервно чергуються є важливою умовою координованої діяльності нервових центрів. Гальмування, яке обмежує поширене збудження по центральній нервовій системі і спрямовує його по відповідних відцентрових напрямках, забезпечує точність усіх рефлекторних реакцій в організмі. Гальмування - нервовий процес, що послаблює або припиняє будь-яку рефлекторну діяльність. Це активний процес спрямований на швидку затримку збудження, що тільки почалося. Згідно з даними останніх років гальмування пояснюється наявністю гальмівних синапсів. Виявлення рефлексу пов'язане з станом нервових центрів та їх взаємодією. Взаємодія нервових центрів, що веде до точної та узгодженої діяльності наз. координацією. В основі координаційної діяльності ЦНС лежать процеси збудження та гальмування. Найпростіший рефлекторний акт, наприклад, згинання кінцівки супроводжується збудженням м'язів згиначів і гальмуванням м'язів розгиначів. При розгинанні кінцівок спостерігається зворотне явище.

Підвищення збудливості одного центра призводить до зниження збудливості іншого, і навпаки. Виникнення протилежного стану ЦНС одержало назву індукції. І.П.Павлов розрізняв індукцію позитивну, коли осередок викликав у сусідній нейронах стан збудження, та негативну, коли у відповідь на збудження з'являється осередок гальмування.

## Лекція 13

### Тема: Фізіологія головного мозку

План.

1. Довгастий мозок
2. Середній мозок.
3. Мозочок
4. Проміжний мозок
5. Стріополідарна система
6. Ретикулярна формація
7. Значення великих півкуль в різних тварин

### Рекомендована література

1. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д. Фізіологія тварин : підручник. Вінниця: Нова книга. 2010.
2. Науменко В.В., Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник. К.: ЦУЛ, 2009. 568 с.
3. Науменко В.В., Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум. К.: ЦУЛ, 2009. 264 с.
4. Чудак Р.А., Мельникова Т. В. Фізіологія сільськогосподарських тварин: практикум. Вінниця: ВДАУ, 2003. 144 с.
5. Чудак Р.А., Непорочна О. Т. Фізіологія сільськогосподарських тварин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2011. 104 с.

## 1

### Головний мозок складається з великого і ромбовидного мозку.

Ромбовидний складається з довгастого, заднього, включаючи **мозочок і варолієв місток**

1. **Довгастий** за рефлекторною діяльністю мало відрізняється від спинного, але біологічно, значно більше його.

До нього входять **аферентні волокна**, від шкіри голови, слизової очей, носа, рота, органів слуху і лабіринтів а також багатьох внутрішніх органів.

**Аферентні волокна** забезпечують захисні реакції очей, руху голови регуляція серцевої діяльності, моторику травного тракту тобто в довгастому мозку відбувається перехід імпульсів з сенсорних ядер на моторні.

Довгастий мозок виконує інтегративну функцію (разом з варолієвим містком).

**Провідна функція.** Із 12 пар черепно-мозкових нервів від довгастого мозку відходить 8 (5-14 пари).

Провідні шляхи довгастого мозку є продовження провідних шляхів спинного мозку, та як усі імпульси, що ідуть до головного мозку від спинного і від спинного до головного проходять через варолієв місток і довгастий мозок. (висхідні провідні шляхи дорсальних стовбурів, дорсальних і вентральних мозочкові шляхів, латеральні спинноталамічні).

Від заднього мозку відходить **низхідні шляхи**, по яким в спинний мозок поступають імпульси, що координують діяльність спинномозкових центрів(пірамідні руброспинальні, вестибулярноспинальний пучок).

**Центри довгастого мозку** - дихання, серцевої діяльності судинорухових рефлексів, ссання, слиновиділення, ковтання, виділення шлункового і підшлункового соку, блювання, кашлю, чхання вуглеводного обміну, ядра Дейтерса і Бехтерьова.

Пошкодження довгастого мозку призводить до смерті.

**Регуляція рівноваги** - здійснюється за допомогою створених вестибулярних центрів. Вестибулярні ядра мають особливе значення для регуляції пози у птахів і ссавців. Переріз головного мозку під довгастим у собаки посилює розгинальні (екстензорні) рефлекси, а у кажанів флексорна (згинальна) аналогічно тим мавпам, які лазять по деревах.

Рефлекторні дуги лабіринтних рефлексів поряд з сітчастою субстанцією довгастого мозку закривають в ядрі Дейтерса.

Ядро Дейтерса підтримуються в стані збудження імпульсами які йдуть від рецепторів розгинальних м'язів і вестибулярного апарату.

На ядро Дейтаса впливає червоне ядро середнього мозку, мозочок, підкоркові ганглії, і КВП. Якщо зв'язок з цими відділами порушена, розвиваються децеребраційна ригідність.

Рефлекси, які забезпечують рівновагу тіла, здійснюються через центр спинного і довгастого мозку.

**II. Середній мозок** до нього входить чотиригорбикове тіло, центральна субстанція, червоне ядро, чорна субстанція і ніжки мозку.

Через середній мозок проходять всі висхідні шляхи до таламусу, мозочку, КВП і низхідні шляхи до довгастого і спинного мозку. В ньому розташовані нейрони ретикулярної формації, він виконує сегментарні і надсегментарні функції.

Сегментарній апарат середнього мозку - це ядра черепно-мозкових нервів: око рухового, бокового і трійчастого.

**Чотиригорбикове тіло** передні його горбики є первинними зоровими центрами. Вони беруть участь в прояві зорових орієнтовних рефлексів. Задні горбики чотиригорбикового тіла - первинні слухові центри (орієнтовні слухові центри). Ядра чотиригорбикового тіла виконують "вартувий" рефлекс. Він готує тварину до нових несподіваних подразнень.

Надсегментарні відділи середнього мозку (червоне ядро і чорна субстанція) відіграють велику роль в установчих рефлексах, а чорна субстанція погоджує акти ковтання і жування.

Здатність подавляти тонічні рефлекси у різних тварин проявляється неоднаково. Гризуни - завжди зберігають положення голови тім'я до гори. Кішка вільно приймає любую позу. Чим вище стоїть тварина за розвитком ЦНС, тим яскравіше проявляється гальмування установчих рефлексів. В цьому проявляється роль КВП.

**Мозочок** є місцем взаємодії аферентних імпульсів, що ідуть від вестибулярних рецепторів і органів бокової лінії, і по висхідних волокнах спинного мозку.

Складається із ланки (червя) зв'язаної з дахом середнього мозку і спинним мозком. По обидві сторони від неї розташовані напівкулі, які поділяють мозочок на передню і задню частку.

Кора мозочка складається з сірої речовини товщиною 1-2,5 мм (три шари: молекулярний, клітини Пуркіне і гранулярний). Основна маса мозочка - біла речовина в якій знаходяться ядра сірої речовини (зубчасті, шишкоподібні, кулеподібні).

Мозочок добре розвинутий у птахів і має велике значення для високорозвинутого в них відчуття рівноваги.

Після видалення мозочка у ссавців усі реакції зберігаються але порушуються точні співвідношення між ними. Відсутня координація рухів багатозайвих рухів.

Після видалення мозочка Л. Лушані (1893) виявив 4 симптоми:

-атонія-втрата тону м'язів, точніше тонус не втрачається, а порушується (дистонія);

-астазія - втрата здатності до злитого тетанічного скорочення (голова хитається, тулуб тремтить);

-астенія - швидка втома наслідок неекономних рухів;

-атаксія - недостатня координація рухів (хитке ходіння, рухи кінцівок незручні і розмашисті).

Клітини мозочка дуже сильно електрично активні, що свідчать про їх безперервну функцію.

В корі мозочка розташовані слухові і зорові зони. Подразнення окремих точок викликає моторні реакції (відстань 1мм -різні реакції), але сенсорна і моторна локалізація в мозочку не так точна, як у КВП.

Мозочок має багатосторонні зв'язки з різними ділянками головного мозку, які мають відношення до руху. Мозочок міцними двохсторонніми зв'язками пов'язані з КВП.

Дані зв'язки забезпечують кореляцію механізмів управління руховими системами організму. При видаленні мозочка КВП не може привести весь об'єм рухів у відповідності з необхідним.

**4.Проміжний мозок** - до нього відносяться зорові горби (таламус), надгорбкова ділянка (епіталамус), підгорбкова область (гіпоталамус).

Таламус - це колектор усіх аферентних (сенсорних) шляхів, які ідуть до великих півкуль. Це центральний пункт через який іде вся інформація організму від рецепторів, які сприймають подразнення від зовнішнього і внутрішнього середовища.

Таламус ділиться на дві області прошарками білої речовини -передню латеральну і медіальну. Вони являють собою скупчення ядер (біля 40). Специфічні ядра своїми волокнами доходять до КВП, де утворюють синапси на окремих клітинах. Не специфічні ядра (волокна) розгалужуються в різних ділянках КВП.

**Специфічні ядра поділяють на перемикаючі**, які отримують імпульси, що йдуть від певного сенсорного тракту (зорового, слухового та ін.) і асоціативні, які отримують імпульси від перемикаючих таламічних ядер. Перемикаючі до таламусу імпульси через довгастих мозок доставляють інформацію від рецепторів

ший голови тулуба і кінцівок.

**Неспецифічні ядра** відносяться до ретикулярної формації, хоча в таламусі проходить початковий аналіз і синтез різних сенсорних імпульсів, диференціювання їх тут більш загальне, ніж КВП.

Гіпоталамус або підгорбкова частина проміжного мозку розташований над зоровими горбами. Він утворює основу мозку, є дном і стінкою третього мозкового шлуночку.

Це одне із самих складних утворень ЦНС.

Гіпоталамус пов'язаний з гіпофізом, його клітини виконують нейросекреторну функцію

В медіальній при оптичній ділянці середнього гіпофізу розташовуються клітини чутливі до змін температури. Дана зона визначає "установчу точку" терморегуляції. Спочатку гіпоталамус має безпосереднє відношення до травних реакцій тварин, пов'язані з прийомом їжі і води.

В даній ділянці проміжного мозку здійснюється інтеграція агресивної поведінки

**5.Стриопалідарна система** об'єднує базальні (підкоркові) ганглії, до них відносяться біде ядро (паллідум) смугасте тіло. Паллідум - рухове ядро так як при його подразненні скорочуються м'язи ший голови кінцівок, тулуба. Він також гальмує нижче розташовані центри.

Смугасте тіло є вищим підкорковим регуляторну - координаційним центром, рухового апарату подразнення його також супроводжується змінами ряду вегетативних функцій обміну речовин, терморегуляції серцево-судинної системи.

**6.Ретикулярна формація** або сітковидне утворення являє собою сплетення нервових клітин різновидної форми з великою кількістю синаптичних зв'язків.(описано в минулому столітті В.М.Бехтєровим і Дейтерсом), всебічне вивчення проведено в 40 роках ХХ століття.

Розташовується в середній частині шийного відділу спинного мозку і стовбурової частини головного мозку, доходячи до зорових горбів і підгорбкової частини.

В процесі еволюції це утворення поступово зменшувалось (у людини 9% за масою мозкового стовбура, а у їжака-39%).

Нейрони цієї формації відповідають на подразнення як екстеро - так і інтерорецепторів, хоча один із них більш чутливий до тактильних подразнень, другий до больових, третій до температури.

Ретикулярна формація характеризується низькою збудливістю і тривалою післядією так як виділяється адреналін і норадреналін, які підтримують збудження.

Висхідні шляхи ретикулярної формації передають збуджуючі імпульси КВП. Вони нібито під заряджають кору.

Ретикулярна формація не тільки впливає на КВП але й КВП впливає на формацію. Частина другорядних імпульсів затримується, що веде до раціонального використання нервової енергії через спинний мозок ретикулярна формація по низхідних шляхах посиляє активуючи і гальмівні імпульси до скелетних м'язів. Вона впливає на діяльність серця легень, печінку нирок залоз внутрішньої секреції і інших внутрішніх органів. Це підтверджено експериментально, подразнення деяких

ділянок посилює виділення гонадотропних гормонів, затримують тітку. Ретикулярна формація приймає участь у проявленні емоцій і стресових станів. Подразнення деяких ділянок може викликати у тварин гнів, страх, задоволення, відчуття болю. Сітчасте утворення володіє підвищеною чутливістю до гормонів, наркотиків, снотворних речовин.

7. КВП головного мозку є результатом багатовікового еволюційного розвитку нервової системи і відрізняється особливо своїм по своїй структурі і функціях відділу ЦНС.

У риби - малопомітні утворення

У людини - добре розвинута, найбільший розквіт має велика кількість звивин. Площа, дякуючи цьому збільшується і доходить до 2 кв.м. Складається з великої кількості нейронів (у людини близько 14 млрд) і клітинних елементів опорної тканини нейроглії.

Товщина кори має 2-3 мм. Має складну будову (5-8 шарів).

Кількість полів залежить від рівня розвитку тварин (у людини близько 200).

Клітинна будова кори визначає функцію окремих зон. Сенсорні зони розміщені на поверхні кори. Рухові зони розміщені в більш глибоких шарах. КВП - сприймає подразнення, які діють на відстані і таким чином здійснює орієнтувальні реакції на все можливе подразнення;

- підсилює або послаблює збудження в центрах, що лежать нижче.;

- носій природжених і індивідуально набутих актів поведінки.

Значення КВП для різних тварин знаходиться в залежності від їх розвитку. Видалення у риби - істотно не впливає на рухові функції і поведінку

- жаба також веде себе так, як і КВП

- птахи втрачають ряд рефлексорних актів (голуб може померти, сидячи на зерні, сонний стан, не впізнає голосів пташенят, не реагує на особини протилежної статі).

- собака живе довго, але більше всього спить. Їжу не шукає, а з'їдає тільки тоді коли кладуть в рот, предмети не обходять а на них спотикаються, гавкають і граються тільки з іншими собаками. Всі набуті навички і умовні рефлекси зникають. Агресивні навіть до господарів.

Мавпи живуть максимум 26 років, у них спостерігається розлад реакції поведінки. Чим вищої організації тварина, тим більше функцій управляються КВП, тим сильніше зміни в організмі при виділенні кори.

Нервові центри КВП локалізовані в функціональному відношенні, тут є обширна зона зосередження центральних або мозкових кінців аналізаторів.

Кожен аналізатор - задня центральна звивина тем'яної зони. Площина поля не відповідає площі шкіри, а залежить від тонкості аналізу.

Інші аналізатори (зорові, слухові, нюхові) мають свої зони.

У тварин, що стоять на більш низькому рівні розвитку, такої чіткої локалізації немає. Наприклад у птахів, порушення функції залежить не від того, яка ділянка видалена, а скільки видаленої маси мозку.

Крім сенсорної області в КВП є моторна зона (руховій, центри посилюючи імпульси до скелетних м'язів протилежної сторони)

Розміри цієї зони у всеїдних більше, ніж у травоядних, так, як у останніх рухи прості.

Величина ділянки відповідає складності функції, а не розміром кінцівок.

Моторна зона у різних тварин з надходить у різних ділянках КВП.

Велике регулятивне значення має **лімбічна система**. Сюди відноситься **поперекова закрутка**, що переходить в гіпокампову, гіпокамп, зубчаста фасція, свод і мигдальне ядро. Ця система розташована навколо місця приєднання півкуль мозку і переднього кінця мозкового стовбура.

Лімбічна система регулює складну поведінку тварин у мавп при видаленні її зникає. страх і гнів:

-бере участь в процесі синтезу аферентних подразнень, так як має тісний зв'язок з різними зонами кори

-бере участь емоційних реакціях, якими тварини проявляють своє відношення до подразнень.

КВП має двосторонній зв'язок з ядрами таламуса

КВП зв'язана з ретикулярною формацією. Ретикул формація тонізує кору, а кора може підвищувати або знижувати збудливість ретикулярної формації. Внаслідок такого взаємозв'язку забезпечує стабільний рівень активності мозкових механізмів.

Найбільш загадкових явищ природи зв'язане з діяльністю ЦНС, **інстинкти** або природжені рефлексии, (переліт птахів, вигодовування потомства, побудова гнізд, переміщення та ін.) Тварини забезпечують збереження виду. Їх поділяють на кілька груп - харчові мотивуються дією голодної крові на харчові центри і голодні рухи шлунку

-статеві і батьківські - проявляються підкоркові центри і



відповідають сегментам спинного мозку

-боротьба з обмеженнями (рефлекс волі)

-орієнтовні інстинкти орієнтація в навколишньому середовищі

## Лекція 14

### Фізіологія вищої нервової діяльності.

1. Умовні рефлекси, як основа діяльності кори головного мозку.
2. Гальмування умовних рефлексів.
3. Іррадіація та індукція.
4. Типи нервової системи тварин.
5. Вчення І. П. Павлова про першу та другу сигнальну системи.
6. Вища нервова діяльність у тварин.

### Рекомендована література

1. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д. Фізіологія тварин : підручник. Вінниця: Нова книга. 2010.
2. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янку І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник. К.: ЦУЛ, 2009. 568 с.
3. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янку І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум. К.: ЦУЛ, 2009. 264 с.
4. Чудак Р.А., Мельникова Т. В. Фізіологія сільськогосподарських тварин: практикум. Вінниця: ВДАУ, 2003. 144 с.
5. Чудак Р.А., Непорочна О. Т. Фізіологія сільськогосподарських тварин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2011. 104 с.

## 1

Вивчаючи процеси травлення, І. П. Павлов звернув увагу на те, що виділення слини у собаки зумовлене не лише подразненням рецепторів ротової порожнини кормом, а й так званими психічними факторами, до яких належать вид і запах корму, дзвін посуду тощо. Глибоко проаналізувавши «психічне слиновиділення», Павлов дійшов висновку про рефлекторну природу «психічної секреції», що виникає внаслідок діяльності центральної нервової системи.

Правила та загальні закономірності утворення умовних рефлексів. При виробленні умовного рефлексу, тобто замиканні нового нервового шляху, слід дотримуватися двох основних правил.

Перше правило. Збіг у часі дії стороннього індиферентного подразника з безумовним рефлексом. Так, при виробленні умовного рефлексу слиновиділення на метроном необхідно, щоб звук метронома збігався з дачею тварині корму, з її підгодівлею.

Друге правило. Сторонній індиферентний подразник повинен на кілька секунд передувати безумовному рефлексу. Наприклад, спочатку ми включаємо метроном, а потім підкріплюємо його дачею корму. У результаті декількох збігів у дії на тварину стороннього та безумовного подразників виявляється умовний рефлекс — виділення слини на умовний подразник.

Для утворення умовних рефлексів має значення ступінь збудливості центра безумовного рефлексу. З великими труднощами виробляється харчовий умовний

рефлекс у нагодованих тварин, у яких збудливість центра безумовного харчового рефлексу знижена.

Важливим є діяльний стан великих півкуль головного мозку. У сонної тварини виробити умовний рефлекс неможливо.

Умавно-рефлекторнадіяльність залежить також від здоров'я тварини. Виникнення патологічного процесу неминуче призводить до утворення в корі головного мозку нового вогнища збуджений, що негативно впливає на утворення тимчасових зв'язків.

Вивчаючи умовні рефлекси, необхідно враховувати силу подразнень. Краще за все користуватися подразниками середньої сили. На дуже слабкі та сильні подразники умовні рефлекси або зовсім не виробляються, або виробляються важко.

Умовними сигналами можуть стати будь-які індиферентні подразники, будь-які зміни як у навколишньому середовищі, так і в середині самого організму. Е. Ш. Айрапетьянц, поєднуючи зрошення слизової оболонки шлунка собаки теплою водою з підгодовуванням м'ясо-сухарним порошком, як безумовним харчовим подразником, зміг виробити умовні слинні рефлекси — одне введення води в шлунок через фістульну трубку викликало виділення слини.

Умовний рефлекс можна виробити і на час. Якщо тварині давати, корм в одні і ті ж години, то пізніше, з наближенням часу годівлі, у неї настає виділення слини та інших соків травлення, внаслідок чого перетравлення і засвоєння корму поліпшуються. Дотримання розпорядку дня на фермах сприяє підвищенню продуктивності тварин. Можна припустити, що умовним сигналом при виробленні рефлексу «на час» є певний стан нервових центрів, який виникає в інтервалах між годівлею або іншою діяльністю організму.

Безумовні рефлекси не забезпечують урівноваження організму з оточуючим його зовнішнім світом, бо вони проявляються лише у відповідь на подразнення певних рецепторів головними ознаками того чи іншого предмета чи процесу. Так, основними ознаками корму є його смакові властивості, які діють безпосередньо на рецептори слизової рота. Тому тварина, перебуваючи поблизу корму, загинула б з голоду, якби запах, його зовнішній вигляд не були тими сигналами, подразниками, які сприяють виявленню корму.

Завдяки взаємодії організму з середовищем, сторонній для певної функції подразник збуджує цю функцію ще до того, як почне діяти головний фактор, що викликає безумовну реакцію. У собаки при виробленні харчового умовного рефлексу слина виділяється на засвічення лампочки раніше, ніж тварину починають підгодовувати м'ясом.

Отже, сигнальна діяльність кори великих півкуль головного мозку є основною, головною, провідною, а рефлекси нижчих відділів центральної нервової системи — підлеглими, що використовуються великими півкулями відповідно до сигналізації, яка виходить з зовнішнього та внутрішнього середовища організму.

Методика вироблення умовних рефлексів. При вивченні вищої нервової діяльності питання методики набуває особливого значення.

### Гальмування умовних рефлексів

Вища нервова діяльність здійснюється завдяки взаємодії процесів збудження та гальмування. Гальмування, будучи результатом зіткнення двох збуджень, сприяє впорядкуванню, узгодженню, координації рефлекторних актів. Завдяки гальмуванню відбувається затримка другорядних умовних рефлексів або тих, що втратили своє значення для тварини і не забезпечують її пристосування до нової обстановки.

Залежно від умов появи та локалізації, розрізняють безумовне та умовне гальмування.

Безумовне гальмування умовних рефлексів природжене. Виникає воно швидко внаслідок дії зовнішніх та внутрішніх подразників і властиве не лише корі, а й нижчим відділам центральної нервової системи. Безумовне гальмування може бути зовнішнім і позамежним. Призовнішньому гальмуванню в корі великих півкуль виникає нове збудження, яке через негативну індукцію зменшує або взагалі припиняє діяльність інших центрів, у тому числі й центрів умовних рефлексів. Нове подразнення викликає у тварини орієнтовну реакцію, рефлекс «що таке?». Тварина повертає голову до джерела подразнення, насторожується, прислуховується, придивляється, внаслідок чого і настає гальмування.

В організмі не можуть здійснюватись одночасно два процеси, різні за біологічним значенням. Тварина не може, наприклад, одночасно приймати їжу і захищатись від ворога. Один з них, менш важливий, гальмується, в результаті чого забезпечується виконання іншого важливішого процесу. Гальмівна дія нового агента залежить від його сили. Слабке подразнення (булькання) не викликає у собаки затримання умовного слиновиділення, виробленого на звук метронома. Сильний подразник (звук тріскачки) різко гальмує секреторний умовний рефлекс. При повторному застосуванні подразник втрачає властивість викликати гальмування умовного рефлексу, за що його і назвали згасаючим гальмом. Зовнішнє гальмування можуть викликати подразнення, що виникають у середині самого організму — переповнення прямої кишки, сечового міхура, статеве збудження, больові відчуття тощо.

Такі подразники одержали назву постійного гальма. Вони гальмують умовно-рефлекторну діяльність і при повтореннях.

Позамежне, або охоронне, гальмування, як різновидність зовнішнього гальмування, пов'язане з фізіологічними властивостями нервових клітин. Клітини кори великих півкуль мають межу працездатності і за певних умов переходять у гальмівний стан. Якщо у тварини виробити рухово-харчовий умовний рефлекс у вигляді побіжки до годівниці на дзвінок, а потім цей дзвінок зробити надсильним, тварина залишається на тому ж місці і до годівниці не підійде. Таку ж картину можна спостерігати у досліді, де дзвінок середньої сили діє тривалий час. В обох випадках коркові клітини з метою захисту впадають у стан гальмування і тим самим, захищають себе від перенапруження та виснаження.

Умовне, або внутрішнє, гальмування властиве лише клітинам кори великих півкуль. Воно розвивається поступово і виникає у центрі умовного рефлексу, тому й називається внутрішнім. В основі вироблення умовного гальмування лежить не

підкріплення умовного подразника безумовним. Розрізняють чотири види умовного гальмування: згасальне, диференційоване умовне гальмо та запізнювальне.

Згасальне гальмування. Якщо дію умовного подразника не підкріплювати безумовним, величина умовного рефлексу поступово зменшується і він згасає. Подразнення клітин кори, яке не супроводжується безумовним рефлексом — харчовим, оборонним, статевим, — призводить до зниження збудливості кори настільки, що умовний рефлекс гальмується. Тривале згасання може викликати сон. Згашений умовний рефлекс відновлюється або самовільно, або шляхом підкріплення умовного сигналу безумовним, подразником. Біологічне значення згасального гальмування полягає в економії сил та енергії організму. Якщо зовнішні подразники не підкріплюються кормом, тварина змушена шукати нове місце для його здобуття.

### 3

## **ІРРАДІАЦІЯ, КОНЦЕНТРАЦІЯ ТА ІНДУКЦІЯ ЗБУДЖЕННЯ І ГАЛЬМУВАННЯ**

Умовно-рефлекторнадіяльність нерозривно пов'язана з процесами збудження і гальмування, з різними формами виявлення їх у часі та просторі.

При виробленні умовного рефлексу сигнали, близькі до умовного подразника, також викликають умовнорефлекторну реакцію. Таке явище у фізіології одержало назву генералізації. Суть її полягає в тому, що збудження, викликане умовним подразником, іррадіює, поширюється на суміжні ділянки кори, втягуючи їх у тимчасовий зв'язок з корковим центром безумовного рефлексу. Надалі, при багаторазовому підкріпленні одного подразника і не-підкріпленні іншого, генералізація збудження зникає і настає диференціювання подразнень. Це результат концентрації збудження в одних пунктах і виникнення гальмування в інших. Порівняно з іррадіацією процес концентрації відбувається повільніше.

Гальмування, подібно до збудження, також може іррадіювати і концентруватися. Наприклад, після згасання умовних слиновидільних рефлексів на дотикове подразнення шкіри собаки в області

плесна спостерігається гальмування позитивних рефлексів на дотик до інших ділянок, розміщених уздовж задньої кінцівки від плесна до тазу. Іррадіація гальмування, виникнувши в одному аналізаторі, поширюється по всій корі мозку. Згасання рефлексу на світло електричної лампи призводить до затримання звукових умовних рефлексів і, навпаки, гальмування із звукового аналізатора може поширитись на зоровий.

Отже, іррадіація збудження або гальмування являє собою поширення цих процесів з місця їх виникнення на зовнішню область кори. Чим більша їх інтенсивність у вихідному пункті, тим сильніша іррадіація. Збудження іррадіює значно швидше від гальмування. Зосередження збудження або гальмування у вогнищах початкової їх появи називається концентрацією.

Крім іррадіації та концентрації у корі великих півкуль спостерігається явище індукції — здатність нервових клітин, які знаходяться в стані збудження або гальмування, створювати навколо себе протилежний стан. Розрізняють позитивну та негативну індукції. При позитивній індукції навколо концентрованого пункту гальмування з'являється ділянка підвищеної збудливості. Розглянемо такий

приклад. У тварини виробили позитивний рухово-харчовий умовний рефлекс, на засвічення електричної лампи і негативний рефлекс на звук метронома. Якщо подати позитивний умовний сигнал через 30–40 с після гальмівного, тоді умовний рефлекс посилюється — скорочується латентний період і прискорюється побіжка до місця підкріплення.

Це зумовлено створенням у корі високої збудливості, індукованої вогнищем гальмування, викликаного негативним подразником.

Позитивну індукцію можна отримати тільки при стійкому гальмуванні. У процесі вироблення диференціювання, коли ще не настало сильне гальмування, застосування умовного подразника відразу після диференційованого виклику не позитивну індукцію, а послідовне гальмування (феномен іррадіації).

Негативна індукція характеризується появою гальмування в результаті виникнення нового вогнища збудження. Так, умовне слиновиділення у собаки можна легко загальмувати, показавши їй kota або голосно свиснути. Фізіологічний механізм цього явища полягає в тому, що нове вогнище коркового збудження, створюючи гальмівний стан в інших центрах, порушує умовно-рефлекторну діяльність

#### 4

Поведінка тварин одного й того ж виду дуже відрізняється. Особливо це виявляється при виробленні умовних рефлексів.

І. П. Павлов відмічав, що у одних собак позитивні умовні рефлекси утворюються швидко і довго зберігаються без підкріплення, проте у них дуже важко отримати негативні рефлекси. Є також тварини, у яких позитивні умовні рефлекси виробляються з великим напруженням і легко гальмуються. Гальмівні рефлекси у таких тварин з'являються порівняно швидко і довго зберігаються. У третьої групи собак і позитивні, і негативні рефлекси утворюються добре.

Одні свині при годівлі верещать, бігають, кусаються, намагаються вилізти з станка і жадібно накидаються на корм, інші — стоять і насторожено дивляться в бік, звідки буде доставлено корм, треті — спокійно лежать, зрідка рохкають і піднімаються при наявності корму в годівниці.

Всі ці індивідуальні відмінності в реакції тварин на подразнення пояснюються властивостями їх нервової системи або, згідно з павловською термінологією, — типом вищої нервової діяльності.

Фізіологія головного мозку нерозривно пов'язана із збудженням і гальмуванням. Ці процеси не в усіх тварин однакові. Вони відрізняються за силою, зрівноваженістю та рухливістю. Залежно від їх поєднання, комбінації і формується тип вищої нервової діяльності.

Сила нервових процесів визначається працездатністю нервових клітин, тобто здатністю витримувати подразнення великої сили. Сильні нервові клітини, на відміну від слабких, маючи більше функціональних речовин, працюють довго і напружено, не переходячи в стан позамежного (охоронного) гальмування.

Під зрівноваженістю збудження та гальмування розуміють співвідношення цих протилежних процесів між собою, тобто рівність або нерівність сили збудження і гальмування в загальному балансі рефлекторної діяльності організму тварини.

Рухливість нервових процесів характеризується швидкістю зміни, переключенням збудження на гальмування і, навпаки, гальмування на збудження.

Залежно від сили нервових процесів усіх тварин можна розділити, на дві групи: сильних і слабких. Представники сильного типу здатні до значного збудження та гальмування. За принципом зрівноваженості цих процесів тварини діляться на незрівноважених та зрівноважених. У незрівноважених тварин у переважній більшості збудження має перевагу над гальмуванням.

Сильні зрівноважені тварини за рухливістю нервових процесів можуть бути поділені на рухливих та малорухливих, або інертних.

5

На основі багаторічних спостережень за тваринами І. П. Павлов дійшов висновку про наявність чотирьох основних типів вищої нервової діяльності.

Типи вищої нервової діяльності

Класифікація за Павловим			Класифікація
за силою	за зрівноваженістю	за рухливістю	за Гіппократом
Сильний	Незрівноважений (невтримний)	—	Холерик
Сильний	Зрівноважений	Рухливий	Сангвінік
Сильний	Зрівноважений	Інертний	Флегматик
Слабкий	—	—	Меланхолік

Павловська класифікація типів вищої нервової діяльності в основному збігається з класичною систематизацією темпераментів людей древньогрецького

лікаря Гіппократа, який вважав, що індивідуальні особливості поведінки людини, її різноманітність у виявленні багатьох хвороб пов'язані з кількісними та якісними комбінаціями в організмі чотирьох соків — води, жовчі, крові та слизу.

Як відмічає П. С. Купалов, латинське слово *temperamentum* означає змішування чогось у певних пропорціях, а теорія темпераментів Гіппократа являє собою теорію змішування соків організму.

Характер відношення організму до зовнішнього середовища, його поведінка, реактивність визначаються типом вищої нервової діяльності.

Тварини з сильними, але незрівноваженими нервовими процесами (невтримні), відрізняються великою рухливістю. На прогулянку вони вибігають першими і знаходяться попереду стада. Нерідко виявляють агресивність по відношенню до інших тварин і навіть людини. Корм з'їдають жадібно. Позитивні умовні рефлекси у таких тварин утворюються швидко, у першому досліді, і довгий час залишаються постійними. Вироблення негативних умовних рефлексів відбувається повільно, з великими труднощами і часто супроводжується «сильним протестом» з боку тварини, аж до руйнівних дій. Пояснюється це відносною слабкістю гальмівного процесу порівняно з процесом збудження. І. П. Павлов визначав, що невтримний тип тварин є винятково бойовим типом, але не типом повсякденного життя з усіма випадковостями та вимогами.

Тварини сильного зрівноваженого рухливого типу нервової системи близько підпускають до себе людину, швидко пристосовуються до нової обстановки. Свині цього типу, починаючи з 8–10-го дня дослідження, по команді «На дослід!» виходять із станка і самостійно йдуть у дожидальню. В цей час виявляються перші ознаки «пози чекання» — за 40–50 с до подачі позитивного сигналу тварина зупиняється біля вихідних дверцят дожидальні і починає зрідка рохкати. Утворення позитивних і негативних умовних рефлексів, а також переробка сигнального значення умовних подразників відбуваються без ускладнень. Серед чотирьох типів це найбільш бажаний і вдосконалений тип. Тварини, що володіють сильним зрівноваженим рухливим типом, краще від інших пристосовані до умов навколишнього середовища.

Представники сильного зрівноваженого інертного типу малорухливі. У таких тварин навіть акт дефекації часто відбувається в лежачому положенні. Під час проведення дослідів вони поводяться спокійно. Умовні рефлекси у них виробляються поступово і відзначаються сталістю. У процесі зміни стереотипу подразників та перероблення рефлексів спостерігається погана рухливість нервових процесів.

Слабкий тип характеризується зниженою працездатністю клітин кори, швидким їх виснаженням, внаслідок чого легко виникає зовнішнє гальмування, широко іррадіюючи по корі головного мозку.



У тварин такого типу недостатньо розвинені процеси збудження і гальмування. Зовнішньо це боягузливі тварини, з різко вираженим пасивно-оборонним рефлексом. У них часто спостерігається поза настороженості. Передні ноги витягнені, вуха припідняті, голова повернена в бік джерела якого-небудь зовнішнього подразнення. В стаді ведуть себе обережно і не вступають у бійку. Дуже болісно реагують на больові подразнення. Умовні рефлекси у тварин слабкого типу утворюються повільно і легко руйнуються під впливом зовнішніх подразників.

## 6

Згідно з вченням І. П. Павлова, тип вищої нервової діяльності складається з природжених рис, так званого генотипу, та всього того, що було набуто за час життя, або фенотипу. Отже, нервова діяльність тварини є сплавом природжених рис і особливостей, набутих у процесі індивідуального життя. Зміна типу вищої нервової діяльності сільськогосподарських тварин відбувається в напрямку підсилення або ослаблення природжених якостей та їх перетворення. Добором та підбором тварин, що мають позитивні особливості вищої нервової діяльності, можна домогтися закріплення цих ознак у нових поколіннях. Саме таким шляхом і були створені високопродуктивні породи різних тварин.

Для визначення типу вищої нервової діяльності сільськогосподарських тварин найкраще користуватися рухово-харчовою методикою, що відповідає умовам життя тварини.

Оцінка основних властивостей нервової системи — сили, зрівноваженості та рухливості, проводиться згідно з «великим» і «малим» стандартами досліджень, що включають певні тести (проби). Найбільш стабільні результати дали вироблення позитивних і негативних умовних рефлексів, підшкірна ін'єкція кофеїну, подовження дії диференційованого подразника, переробка сигнального значення подразників — позитивного в негативний і негативного у позитивний.

Остаточно тип вищої нервової діяльності встановлюють після аналізу спеціальних досліджень та результатів спостережень за тваринами у різних умовах.

Г. В. Паршутін і Є. Ю. Рум'янцева розробили методику, що дозволяє визначити типологічні особливості вищої нервової діяльності у коней протягом п'яти днів.

За останні десятиріччя вітчизняними вченими зібрано великий фактичний матеріал, що підтверджує вплив типу вищої нервової діяльності на корисні якості та продуктивність сільськогосподарських тварин. Доведено, що найвищу рухливість і працездатність виявляють коні сильного зрівноваженого рухливого типу. Коні сильного зрівноваженого інертного типу показали високі робочі якості при перевезенні великих вантажів на далекі відстані, де не потрібна велика швидкість пересування. Використання на роботах тварин невтримного типу, які виявляють агресивність, пов'язане з деякими труднощами. Ці коні здатні до виконання легких

робіт з швидким рухом. Найменшою працездатністю характеризуються коні слабого типу.

Процеси синтезу молока і молоковіддача також тісно пов'язані з індивідуальними особливостями нервової системи. Корови сильного зрівноваженого рухливого типу мають найвищу молочну продуктивність. У них висока сталість лактації, а добове коливання удою незначне. За всіма вищеназваними показниками останнє місце належить тваринам з слабкими процесами збудження та гальмування.

Цікаві дані одержані по спермопродукції кнурів великої білої породи. Дослідження показали, що сперма кнурів сильного зрівноваженого типу має кращу активність і рухливість. У самців слабого і невтримного типів, як правило, сперма буває низької якості.

Низька якість сперми кнурів слабого типу нерідко супроводжується поганим заплідненням маток.

За однакових умов годівлі, догляду й утримання протягом ряду опоросів значною плодючістю (10,3–12 поросят) та молочною продуктивністю (43,2–58,7 кг) володіли свиноматки сильного зрівноваженого рухливого типу. Свиноматки сильного незрівноваженого (невтримного) типу з поганою рухливістю нервових процесів мали низьку плодючість (6,5–10,3 поросяти) та молочну продуктивність (35,9–36,9 кг).

зовнішніх та внутрішніх зв'язків організму. Великі півкулі головного мозку впливають буквально на всі процеси, що відбуваються в організмі. А раз так, то за допомогою умовних рефлексів, що утворюються у великих півкулях, можна впливати на багато сторін життєдіяльності організму тварини.

Поведінка тварини нерозривно пов'язана з утворенням одних і згасанням інших рефлексів. Використовуючи умовні рефлекси, можна полегшити працю людини по догляду за тваринами, підвищити їх продуктивність.

Дотримуючись годин годівлі, поїння, доїння та інших виробничих процесів, ми виробляємо у тварин умовні рефлекси на час, закріплюємо у них певний ритм фізіологічних функцій, тобто створюємо стійкий стереотип, порушення якого негативно відбивається на їх продуктивності. Так, доїння корів з запізненням на 30–40 хв порівняно з установленим розпорядком знижує добовий удій на 5% з одночасним зменшенням вмісту жиру на 0,2–0,4.

Вища нервова діяльність тварин — результат дії на організм подразників навколишнього середовища, що сигналізують про зустріч з безумовним подразником. Наприклад, гавкіт мисливської собаки, її вигляд сигналізують зайцю про велику небезпеку. У відповідь на ці конкретні подразники він тікає, ховається. Це і є його вища нервова діяльність, пристосування до умов життя.

Щодо людини, то для неї навколишня дійсність сигналізується не тільки предметами та явищами природи, а й словесними позначеннями їх. Для людини слово «хліб» є таким же сигналом, як і його вигляд, запах, тобто сигналом сигналу.

Слово, мова виникли в результаті трудової діяльності, коли з'явилась потреба тісного спілкування членів суспільства для спільної діяльності. Саме «слово зробило нас людьми», — образно говорив І. П. Павлов. Сказане дозволяє визначити поняття про сигнальні системи.

Перша сигнальна система — діяльність великих півкуль, пов'язана з сприйняттям подразників, що надходять від предметів та явищ навколишнього світу.

Друга сигнальна система — діяльність великих півкуль, зумовлена мовними (речовими) сигналами. Вона виявляється в реакції організму на словесні подразники, які замінюють собою зовнішні подразники, а також подразники, що надходять з внутрішнього середовища організму.

Перша сигнальна система властива людині й тварині. Однак у людини вона яскравіша, багатша, глибша за змістом. Під впливом

конкретних сигналів біологічного та соціального середовища у мозку людини виникає безліч різних відчуттів, вражень, згадок тощо.

Ви дивитесь чудову картину І. Рєпіна «Запорожці пишуть листа турецькому султану», і у вашій уяві виникають образи, постаті наших далеких предків — запорозьких козаків, які в червоних жупанах, на стрімких конях, з оголеними шаблями ідуть в атаку на ворога.

Друга сигнальна система є тільки у людини. В основі формування умовних рефлексів на слово лежить замикання тимчасових зв'язків між центрами, що сприймають усні або письмові словесні позначення, з одного боку, і центрами, що сприймають подразнення, визначені даними словами, з другого. Перетворення слова в сигнальний подразник відбувається шляхом підкріплення його умовним подразником першої сигнальної системи. Звідси виходить, що друга сигнальна система функціонує у тісному взаємозв'язку з першою. Друга сигнальна система по відношенню до першої займає провідне, домінуюче положення. Це підтверджується всією трудовою діяльністю людини, її вищою орієнтацією у навколишньому середовищі, що відбувається через узагальнення розуміння та абстрактного мислення, в основі якого є слово. Саме завдяки слову, мові ми маємо можливість у порівняно короткий час оволодіти величезними знаннями, виробленими людством протягом багатьох віків.

Умовно-рефлекторні зв'язки другої сигнальної системи людини мають ряд особливостей. Насамперед це швидкість утворення нових тимчасових зв'язків і розрив старих, що не відповідають новим умовам дійсності. Нерідко раз почуте або прочитане запам'ятовується на довгий час. Далі має місце висока ступінь адекватності умовнорефлекторних реакцій вимогам середовища, що постійно змінюється.

**Лекція 15**  
**Фізіологія аналізаторів**  
**План**

1. Загальні властивості аналізаторів.
2. Зоровий аналізатор.
3. Будова, функції та еволюція слухового апарату.
4. Вестибулярний аналізатор.
5. Шкірний аналізатор. Відчуття болю і його біологічне значення.
6. Смаковий аналізатор.
7. Нюховий аналізатор.
8. Руховий аналізатор.

**Рекомендована література**

1. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д. Фізіологія тварин : підручник. Вінниця: Нова книга. 2010.
2. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник. К.: ЦУЛ, 2009. 568 с.
3. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум. К.: ЦУЛ, 2009. 264 с.
4. Чудак Р.А., Мельникова Т. В. Фізіологія сільськогосподарських тварин: практикум. Вінниця: ВДАУ, 2003. 144 с.
5. Чудак Р.А., Непорочна О. Т. Фізіологія сільськогосподарських тварин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2011. 104 с.

1.

Учення про аналізатори (органи чуття) розвивалось у боротьбі з ідеалістичними проявами в фізіології.

Німецький дослідник І. Мюллер (1826), автор «Закону специфічної енергії органів чуття», вважав, що організм сприймає не конкретні подразники навколишнього середовища — світло, звук, тепло, холод та ін., а якість, стан наших нервів, зумовлений зовнішніми причинами.

Г. Гельмгольц, будучи представником непослідовного, символічного матеріалізму, висунув так звану теорію символів, або ієрогліфів.

Глибоко помилкові висновки представників фізіологічного ідеалізму, по суті, відкидали можливість пізнання навколишнього світу з допомогою органів чуття.

Вдійсності пізнання, наші відчуття відбивають об'єктивну реальність, існуючу незалежно від людини та її свідомості.

Усі предмети, які сприймає організм, є їх копіями, знімками, зліпками, а не абстрактними символами або знаками.

Джерело наших відчуттів — навколишній світ, що нас оточує. Єдиними «воротами», через які цей світ сприймається, є аналізатори.

Шлях пізнання природи, суспільного розвитку йде від відчуттів до абстрактного мислення. Сприймаючи та узагальнюючи об'єктивну реальність,

мислення людини набуває величезної сили, здатної не тільки змінити, а й переробити світ.

Показання органів чуття не завжди точно відповідають дійсності (ілюзії, галюцинації), тому вони доповнюються індивідуальною та суспільною практикою.

Воцінці правильності відчуттів особливе місце займає взаємодія аналізаторів. Сприйняття величини предметів, їх форми, розміщення та віддалення проводиться одночасно трьома аналізаторами: зоровим, шкірним та руховим. Якщо один з них виходить з ладу, його функції беруть на себе інші аналізатори.

Сови, втративши зір, добувають гризунів за їх звуками та шарудінням. Термін «аналізатор», введений у науку І. П. Павловим, замінив стару назву «орган чуття», яка не відповідала дійсності. Адже коли говорять, що вухо — орган слуху, а око — орган зору, то це тільки рецепторна, сприймальна частина, крім якої є ще провідникова та мозкова.

Отже, кожний аналізатор складається з: 1) рецепторів, що перетворюють енергію подразнення у нервовий процес — збудження; 2) доцентрового шляху, що передає збудження у великі півкулі і 3) приймальної зони в корі великих півкуль головного мозку, де і виникає відчуття — результат складної взаємодії нервових клітин.

Сприйняття інформації з зовнішнього та внутрішнього середовища організму забезпечується рецепторами — спеціалізованими клітинами або ж закінченнями чутливих нейронів.

Від того, як вони відносяться до дії подразника, рецептори поділяються на контактні та дистантні. Контактні рецептори збуджуються при безпосередньому зіткненні з подразником. Це тактильні, температурні, больові та смакові рецептори. Дистантні приходять у стан активності під впливом світлових, звукових та ароматичних подразників, джерела яких перебувають на певній віддалі від організму.

Залежно від того, до яких впливів найбільш чутливі рецептори, їх розділяють на механорецептори та хеморецептори.

У процесі еволюції організму рецептори спеціалізувались і ускладнювались. Давніми є рецептори шкіри, потім розвивались нюхові та смакові, ще пізніше — вестибулярний апарат, органи слуху та зору.

Утварин, що ведуть нерухомих спосіб життя (губки, корали), розвинені контактні рецептори, у водоплавних — дистантні. Особливо слід відмітити виняткову чутливість нюхового аналізатора у риб. Сьомга, нерка, горбуша та інші лососеві риби за сотні кілометрів від узбережжя океану за запахом знаходять устя рік, у верхів'ях яких відбувається нерест.

Сигнали, які сприймаються з різних дистанцій, мають важливе значення в житті тварини, допомагають їй у пошуках корму, води, попереджають про небезпеку.

Вивчаються аналізатори за допомогою умовних рефлексів. Застосовуючи цей метод, можна установити, які ж подразники розпізнає тварина, ступінь розпізнавання, місце локалізації кіркових частин окремих аналізаторів тощо. Крім того, використовується електрофізіологічна методика (реєстрація біоелектричних струмів у

різних частинах аналізатора), хірургічна (виключення окремих ланок аналізатора), адаптометрична та ін.

### **Основні властивості аналізаторів**

Щоб виникло відчуття, подразник повинен бути певної сили. Мінімальна сила подразнення, здатна викликати те чи інше відчуття, називається порогом відчуття. Однією з властивостей аналізатора і буде надзвичайно висока його чутливість, тобто дуже низький поріг подразнення. Рецепторний апарат аналізатора реагує на винятково малі величини подразника. Деякі риби за допомогою нюху знаходять амінокислоту-серин, яку виділяють їх вороги — котики та морські леви — у концентрації 1:80000 000 000 (Райт).

Іншою властивістю аналізаторів є їх специфічність — здатність вибірково відповідати на адекватний подразник. Це не означає, що вони не реагують на інші подразники. Наприклад, фоторецептори сітківки ока відповідають не тільки на світло, а й на механічні, електричні та інші подразники. Однак за таких умов для одержання зорового відчуття необхідно застосувати сильніший вплив, а ефект від такого подразнення не йде ні в яке порівняння з зоровим відчуттям від оточуючих предметів та явищ.

Важливою властивістю аналізаторів є також адаптація — пристосування до дії подразника. Прикладом адаптації є звикання тактильних рецепторів шкіри до дотику. При першому осідланні або надіванні хомути кінь, як правило, реагує занадто бурхливо. Пізніше завдяки зменшенню чутливості шкірних рецепторів тварина швидко звикає до збруї. Це сприяє своєчасній реакції організму на важливіші подразники.

Адаптацію пов'язують з розпадом медіаторів у периферичній та мозковій частинах аналізатора та кількістю отворів у мембрані рецептора, крізь які проникають іони після механічної деформації. Зниження інтенсивності відчуття зумовлене зменшенням частоти потенціалів дії, що надходять від рецепторів. При підвищенні збудливості аналізатора, викликаного частою дією порогових подразнень, потік нервових імпульсів зростає. Стійке підвищення збудливості позначається як позитивна адаптація, або сенсibiliзація.

Наступна властивість аналізаторів — явище послідовних образів. Виявляється воно у відчуттях після припинення дії подразника. Світло електричної лампи деякий час відчувається після її виключення. Те ж саме спостерігається в діяльності й інших аналізаторів.

Збудливість аналізатора до адекватного подразника підвищується, якщо йому передувало або супроводжує його протилежний подразник. Відчуття білого кольору на чорному фоні значно яскравіше. Взятися в руки два предмети, ми легко визначаємо, який з них важчий. Все це — явище контрасту, що базується на індукції.

## **2. ЗОРОВИЙ АНАЛІЗАТОР**

У більшості ссавців зорова система є найбільш досконалим аналізатором, надзвичайно чутливим до електромагнітних випромінювань. З допомогою зору організм сприймає інтенсивність світла, колір предметів, їх форму, величину, розміщення, переміщення у просторі та відстань до них.

Будова ока. Око, або очне яблуко, складається з білкової, судинної та сітчастої оболонки. Передня частина білкової оболонки прозора. Вона називається роговкою.

Під білковою оболонкою лежить судинна, яка спереду переходить у райдужну (пігментну), і війчасте тіло з його циліарними м'язами. У центрі райдужної оболонки є отвір зіниці, що розширюється в темряві (mydriasis) і звужується при світлі (miosis). Радіальні м'язи, що розширюють зіницю, іннервуються симпатичними нервовими волокнами, а циркулярні, що звужують зіницю, — парасимпатичними.

За райдужною оболонкою розміщений кришталік, подібний до двоопуклої лінзи, зануреної в прозору капсулу. З допомогою циннової зв'язки вона прикріплюється до війчастого тіла. Простір між рогівкою та райдужною оболонкою називається передньою, а між райдужною оболонкою і кришталіком — задньою камерами ока.

Сітківка складається зосновних шарів: зовнішнього — паличок і колбочок, середнього — біполярних клітин та внутрішнього — гангліозних мультиполярних клітин. У людини налічується 125 млн паличок і 7 млн колбочок. Шар біполярних клітин стиковується з рецепторами та гангліозними мультиполярними клітинами, аксони яких і утворюють зоровий нерв, що налічує до 800 тис. волокон. На шляху до гіпоталамуса зоровий нерв перехрещується. У сільськогосподарських тварин перехрещення повне, тобто нерв від лівого ока прямує до правої півкулі, а від правого — до лівої. У приматів і людини перехрещуються лише волокна зорового нерва, які відходять від внутрішньої (базальної) половини сітківки. Далі волокна зорового нерва йдуть до латерального колінчастого тіла проміжного мозку (після хіазми зорові нерви називаються зоровим трактом), звідки починаються інші нейрони, відростки яких закінчуються в потиличній частині кори великих півкуль. Деякі волокна зорового тракту простягаються до ядер передніх горбів чотиригорбикового тіла — центра орієнтовних рефлексів на світлові подразнення.

Під впливом світла у сітківці відбуваються фотохімічні процеси, зміна обміну речовин, а також електричні явища. На світлі родопсин та йодопсин розпадаються. З родопсину утворюється білок опсин, або скотопсин, і жовтий пігмент ретинен, який містить вітамін А.

У темряві та при тривалій дії світла родопсин і йодопсин відновлюються. Нестача вітаміну А в кормах затримує утворення та відновлення родопсину, що негативно позначається на діяльності сітківки (різке погіршення присмеркового зору — куряча сліпота).

Безпосередньою причиною виникнення збудження в сітківці є розпад родопсину та йодопсину. Родопсин, розпадаючись у 1000 разів швидше від йодопсину, викликає частішу імпульсацію у волокнах зорового нерва.

Акомодація та адаптація ока. Акомодацією називається здатність ока ясно бачити предмети, розміщені на різній відстані. У восьминога, багатьох риб та амфібій це досягається за допомогою спеціальних м'язів, які наближають або віддаляють кришталік до рецепторів. У птахів і ссавців акомодація ока пов'язана зі зміною кривизни кришталіка. При погляді вдалину війчастий м'яз, розслаблюючись, натягує циннові зв'язки і кришталік стає плоскішим. Переломна сила його зменшується і паралельні промені від далеких предметів сходяться на сітківці. При розгляданні близьких об'єктів війчастий м'яз скорочується, циннова зв'язка розслаблюється і здавлення кришталіка капсулою припиняється. Завдяки

еластичності кришталик стає опуклішим. Все це призводить до фокусування на сітківці ближніх предметів.

Війчастий м'яз скорочується рефлекторно. Збудливі імпульси передаються до нього ококоруховим нервом, а гальмівні — симпатичними волокнами верхнього шийного вузла.

У міру наближення об'єкта до ока акомодация поступово посилюється, досягаючи своєї межі, після чого ясне бачення порушується. Найменшу відстань, на якій об'єкт чітко видно, називають найближчою точкою ясного бачення.

Чутливість ока до світла залежить від інтенсивності освітлення. При світлі у зв'язку з розпадом родопсину чутливість сітківки знижується (адаптація до світла). У темряві кількість зорового пурпуру збільшується, через що чутливість ока підвищується (адаптація до темряви). Тридцятихвилинне перебування у темряві підвищує чутливість рецепторів ока в 200 000 раз (Лазарєв П. П.).

Сприйняття кольорів. Останнім часом дотримуються трикомпонентної теорії кольорового зору, основи якої були закладені М. В. Ломоносовим (1751). Згідно з цією теорією, у сітківці існує три види колбочок, що містять особливу світлочутливу речовину. Одні з них мають чутливість до насиченого червоного кольору, другі — до насиченого зеленого, треті — до насиченого синьо-фіолетового кольору.

Відчуття багатьох кольорів виникає за рахунок комбінацій основних трьох кольорів. Так, при подразненні одного ока зеленим кольором, а іншого — червоним виникає відчуття жовтого кольору. Оптичне змішування всіх кольорів спектра оцінюється як білий колір.

### **3.СЛУХОВИЙ АНАЛІЗАТОР**

Аналізатор слуху сприймає звукові хвилі і перетворює їх у слухові відчуття. Швидкість поширення звукових хвиль, що являють собою чередування згущення і розрідження частинок повітря, становить 330 м/с. Звук виникає при коливаннях будь-якого тіла.

Провідниками звуку можуть бути повітря, вода та тверді предмети. Добре поширює звук і земля. З історії відомо, як перед Куликовською битвою (1380) князь Д. Донський, притиснувши вухо до землі, почув тупіт татарської кінноти, що наближалась.

У ссавців слуховий аналізатор представлений вухом, слуховим нервом та висковою зоною кори великих півкуль.

Будова та фізіологія вуха. Вухо вищих тварин ділиться на три частини: зовнішнє, середнє і внутрішнє. Зовнішнє вухо включає вушну раковину і зовнішній слуховий прохід. За допомогою вушних раковин тварина уловлює звукові хвилі і спрямовує їх у глибину вуха. Зовнішнє вухо відділене від середнього

барабанною перетинкою. Це дуже тонка еластична мембрана (0,1–0,2 мм), яка складається з радіальних і кільцевих сполучнотканинних волокон з різним напрямом. Барабанна перетинка завдяки своїй будові точно відтворює звукові коливання, що доходять до неї.

Середнє вухо, або барабанна порожнина, розміщується у висковій кістці черепа і складається з системи слухових кісточок: молоточка, ковадла та стремінця. Ручка молоточка прикріплена до барабанної перетинки, а стремінце закріплене в



овальному віконці переддвер'я. Між собою кісточки з'єднані дрібними рухливими суглобами.

Друга функція слухових кісточок полягає в регуляції чутливості вуха. Під впливом голосних звуків спеціальні м'язи зміщують кісточки і натягують барабанну перетинку. Порушення системи передачі звуків, що виникає при цьому, захищає внутрішню частину завитка від пошкоджень.

Середнє вухо з допомогою слухової, або євстахієвої, труби з'єднується з носоглоткою. Вперше описав цю трубу Бартоломео Євстахіо — італійський лікар XVI ст. Основна роль цієї труби — вирівнювання тиску по обидва боки барабанної перетинки. Слухова труба відкривається лише під час ковтальних рухів і позіхання. Вона також забезпечує видалення слизу та ексудату при запаленні порожнини середнього вуха.

Внутрішнє вухо знаходиться у товщі кам'янистої частини вискової кістки і ділиться на Кістковий та перетинчастий лабіринти, розділені тонким шаром рідини — перилімфою. Рідина в середині перетинчастого лабіринта називається ендолімфою. Від барабанної порожнини внутрішнє вухо відділено стінкою з овальним і круглим віконцями. Як відомо, тиск звукової хвилі на рідини внутрішнього вуха передається через барабанну перетинку та слухові кісточки, але рідина сама по собі не стискується. Для того щоб вона була рухливою і існує кругле віконце. При натискуванні стремінця на перетинку овального віконця мембрана круглого віконця випинається в середнє вухо, а при послабленні тиску стремінця вона здійснює зворотний рух. Лабіринт складається з переддвер'я, півколових каналів і завитка. Переддвер'я та півколові канали належать до вестибулярного аналізатора, завитка до слухового. Усі перетинчасті утворення лабіринта з'єднані між собою тоненькими каналцями.

Завиток являє собою спіральний канал, що у тварин має 2,5–4 ходи. Основний завиток бере початок від круглого мішечка, переддвер'я. Закрутка до половини розділена кістковою спіральною пластинкою на верхню частину, що сполучається з переддвер'ям, і нижню, що сполучається з круглим віконцем. Край спіральної пластинки з'єднується з зовнішньою стінкою каналу пружистою перетинкою — основною мембраною, що складається з окремих поперечно розміщених сполучнотканинних волокон, подібних до струн.

На основній мембрані розміщений рецепторний апарат — кортіїв орган (рис. 164), який складається з опорних і волоскових (слухових) клітин, що сприймають звукові коливання. Волоски цих клітин занурені у відносно нерухому покривну мембрану. Коли звукова хвиля викликає коливання основної перетинки, розміщені на ній волоскові клітини приходять у стан рухомості і їхні волокна натягуються або ж згинаються. Деформація волосків і є подразником слухових клітин. Їх збудження передається нервовим закінченням біполярних нейронів спірального ганглія завитка. Довгі відростки цих нейронів і складають завитковий нерв. Завитковий та вестибулярний нерви утворюють слуховий нерв, що йде до ядер довгастого мозку, де починається другий нейрон провідних шляхів. Звідси одна частина волокон спрямовується до чотиригорбикового тіла, друга — до внутрішнього колінчастого тіла зорових горбів. Далі імпульси по волокнах третього нейрона досягають коркового відділу слухового аналізатора, розміщеного у висковій долі кори великих

півкуль. У зв'язку з частковим перехрещуванням провідних шляхів мозковий кінець слухового аналізатора сприймає звуки, що йдуть від обох вух.

Кожне волокно завиткового нерва реагує на звук певної частоти. Це свідчить про те, що первинний аналіз звуків відбувається в кортієвому органі, де механічна звукова енергія перетворюється в нервову.

Передача звуків можлива і через кістки черепа. Звукові хвилі, минаючи середнє вухо, можуть викликати, коливання вискової кістки з наступним коливанням перита ендолімфи. Коливання рідини внутрішнього вуха передається на основну мембрану, з кортієвим органом. У цьому і полягає суть кісткового звукопроведення, яке має значення при руйнуванні барабанної перетинки та слухових кісточок.

### **3.ВЕСТИБУЛЯРНИЙ АНАЛІЗАТОР**

Упідтриманні рівноваги, русі та положенні тіла в просторі беруть участь зоровий, руховий, шкірний та інші аналізатори.

Однак найважливіше значення в цьому складному процесі орієнтування належить вестибулярному аналізатору, представленому переддвер'ям внутрішнього вуха, півколовими каналами, вестибулярним нервом та мозковою частиною.

Упереддвер'ї розташовані два мішечки — круглий (sacculus) та овальний (utricle). Вони є частиною перетинчастого лабіринта, розміщеного в середині кісткового лабіринта. У круглому та овальному мішечках знаходяться дуже чутливі рецепторні клітини. Їх волоски занурені в драглисту масу з отолітами — кристалами вуглекислого кальцію

Адекватним подразником рецепторних клітин є зміна положення голови і всього тіла. Поворот, нахил голови, а також рухи викликають зміщення отолітів і розтягнення волосків рецепторних клітин, збудження, що виникне при цьому, по волокнах вестибулярного нерва передається в мозок, де й виникає відчуття положення голови і тіла.

Від кожного овального мішечка лабіринта беруть початок три півколових канали, розміщених у трьох перпендикулярних площинах. При виході з овального мішечка канали розширюються ампулоподібно. Тут є гребінець з рецепторними клітинами, волоски яких занурені в драглисту речовину, утворюючу купулу. Адекватним подразником волоскових клітин півколових каналів є зміна тиску ендолімфи при кутовому прискоренні, тобто коли змінюється напрям руху. Це й викликає збудження нервових закінчень біполярних клітин вестибулярного ганглію. Звідти імпульси йдуть у довгастий, середній мозок, мозочок та кору великих півкуль головного мозку, викликаючи певне відчуття й відповідну реакцію організму. Місце розміщення центрального кінця вестибулярного аналізатора в корі великих півкуль головного мозку ще не установлене, хоча його існування і підтверджується виробленням умовного рефлексу на обертання.

### **4.ШКІРНИЙ АНАЛІЗАТОР**

Однією з багатьох функцій шкіри є її участь у сприйнятті зовнішніх подразників. У ній є рецептори, подразнення яких викликає тактильні (дотик, тиск), температурні (тепло, холод) та больові відчуття.

Тактильні подразнення сприймаються тільцями Меркеля, Мейсснера, Фатер–Пачіні, холодкові — колбами Краузе, теплові — кистями Руффіні, больові

подразнення — вільними нервовими закінченнями. Провідні шляхи шкірного аналізатора різні. Нервові волокна, що передають больові і температурні імпульси, входять у сіру речовину спинного мозку, звідки починається другий нейрон, що закінчується в зорових горбах. Нервові волокна тактильних рецепторів у складі дорсальних стовпів спинного мозку ідуть до довгастого мозку, звідки бере початок другий нейрон, довгий відросток якого також закінчується в зорових горбах. Кінцевий пункт нервових імпульсів рецепторів шкіри — тім'яна ділянка кори великих півкуль.

Тактильні відчуття. Тактильна чутливість виникає при натиску на шкіру, що спричиняє незначну деформацію. Це почуття виникає також у процесі дотику до волосків шкіри, коли подразнюються нервові сплетення волосяних цибулин. Особливою чутливістю у тварин володіють довгі волоски (вібриси), розміщені навколо отворів рота і носа.

Чутливість шкірного аналізатора великою мірою залежить від температури шкіри, стану кровообігу в ній та інших факторів. Підвищення температури шкіри призводить до підвищення тактильної чутливості, охолодження — до її зниження. Утома організму також супроводжується зниженням чутливості.

Розміщення тактильних рецепторів нерівномірне. У тварин найбільше їх на морді та кінчику язика.

Методом умовних рефлексів доведено, що сільськогосподарські тварини здатні досить точно визначати місце тактильного подразнення. Кінь, наприклад, може розпізнавати подразнювальні точки шкіри, які знаходяться на відстані 3 см одна від одної.

Температурна чутливість. Адекватний подразник температурних рецепторів — зміна температури шкіри. Холодне все те, що забирає від шкіри тепло, тепле або гаряче те, що передає їй тепло. Інтенсивність відчуття тепла або холоду підвищується із збільшенням поверхні подразнюваної ділянки шкіри.

Терморекцептори тварини вивчають методом умовних рефлексів. Згідно з дослідженнями Т. А. Чумакової (1952), коням властива висока температурна чутливість. Вони здатні розпізнавати температуру у межах 1°, тим часом як собаки диференціюють різницю температури в 2–5°C.

Характерною особливістю температурного аналізатора є виражена адаптація до дії холоду та тепла.

Больова чутливість. Відчуття болю має важливе біологічне значення. Почуття болю попереджає організм людини і тварини від різних пошкоджень, опіків, обморожень, поранень, сигналізує про хворобу, сприяє розпізнаванню хвороби, правильній організації лікування. Не випадково древні греки говорили, що «біль — це сторожовий пес здоров'я».

Рецепторами, що сприймають біль, є нервові закінчення у шкірі, слизових та серозних оболонках.

Більшість учених вважає, що в основі больового відчуття лежать хімічні процеси. В результаті удару, уколу, поранення чи опіку у тканинах утворюються або звільняються специфічні речовини, які збуджують нервові закінчення, що передають імпульси у клітини головного мозку. Тут закодовані природою сигнали сприймаються як біль.

## 5. СМАКОВИЙ АНАЛІЗАТОР

Смаковий аналізатор відноситься до контактних. Завдяки його наявності тварина досліджує хімічні речовини, розчинені в рідині, їжі або слині і тим самим відрізняє їстівне від неїстівного.

Деякі комахи визначають смак за допомогою рецепторів, що є на вусиках та лапках. У риб смакові хеморецептори, подібно до больових і температурних, розкидані по всьому тілу (акула має 100 000 смакових цибулин). У наземних хребетних тварин рецепторний апарат смакового аналізатора представлений смаковими цибулинами, розміщеними у сосочках — невеликих підвищеннях язика, піднебіння, гортані та глотки. Залежно від форми сосочки розділяються на листовидні, грибовидні, жолобовидні та нитковидні. У кожному сосочку є декілька смакових цибулин. Найбільше їх у жолобовидних сосочках, що знаходяться біля основи язика. Середня частина дорсальної поверхні язика не має сосочків і тому позбавлена смакової чутливості.

Кожна цибулина містить 10–15 смакових рецепторів у вигляді подовжених клітин з мікрворсинками, що виступають на вершині цибулини. Смакові рецептори функціонують 3–4 дні, після чого дегенерують. Відновлюються вони за рахунок епітеліальних клітин, що оточують цибулини.

Нервові імпульси від смакових цибулин по під'язиковому, язиковоглотковому, лицевому та блукаючому нервах надходять у довгастих мозок і далі в контрлатеральне ядро таламуса.

Розрізняють чотири різновидності смаку: солоний, солодкий, гіркий і кислий. У більшості випадків сосочки чутливі до кількох смакових подразнень. Це пояснюється тим, що один і той же сосочок може мати різні смакові цибулини, які реагують на певні речовини.

У механізмі смакових відчуттів багато неясного. Солодким смаком володіють речовини різного хімічного складу (цукор, деякі амінокислоти, оцтовокислий свинець, солі берилію, гліцерин і т.д.). Відчуття солоного викликають катіони  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ , за винятком  $\text{H}^+$ . До гірких речовин належать алкалоїди (стрихнін, нікотин, хінін, кофеїн). Кислий смак викликається іонами водню.

Велика рогата худоба та інші травоядні тварини розрізняють солоне, солодке, гірке й кисле. Це допомагає їм орієнтуватися під час приймання корму. У птахів смаковий аналізатор розвинений слабо. Якщо у дорослої людини налічується близько 10 000 смакових цибулин, то у курки їх всього 24.

Смаковий аналізатор тісно зв'язаний з процесами травлення. Відчуття смаку рефлекторно викликає почуття апетиту, активує діяльність залоз травлення, що сприяє кращому перетравленню кормів і засвоєнню поживних речовин.

Щоб викликати апетит, тваринам необхідно давати різноманітний корм, відповідно його підготовляти та обробляти (подрібнювати, запарювати, дріжджувати), додавати до кормів смакові речовини (кухонну сіль, м'ясокісткове борошно, патоку та ін.).

Смакова чутливість людини відрізняється від такої у тварин. Телята й кури байдужі до високих концентрацій іонів водню. Вони можуть ковтати кислі речовини, які не вживаються людьми. Неприємний людині гіркий смак приваблює зайців, лосів і коней. Кішки та свійська птиця індиферентні до солодкого.

## **6.НЮХОВИЙ АНАЛІЗАТОР**

Нюховий аналізатор найдавніший, що розвився задовго до появи зору та слуху. Адекватним подразником для нього є газоподібні леткі речовини.

Чуття нюху має важливе біологічне значення. За запахом тварини знаходять і оцінюють їжу, виявляють супротивника, самці визначають присутність самки. У ссавців нюхові рецептори-клітинирозміщуються в слизовій оболонці задньої частини верхнього носового ходу.

Нюхові рецептори — це біполярні нейрони з видовженими клітинними тілами, оточені опорними клітинами. Верхня частина їх виходить на поверхню слизової і закінчується війками діаметром близько 0,1 мкм (рис. 157). Аксони рецепторних клітин збираються в пучки, проходять гратчасту кістку і вступають у контакт з нейронами нюхових цибулин

Останні являють собою вип'ячування передньої частини головного мозку, яке складається з кількох шарів нервових клітин. Нервові волокна цих цибулин, утворюючи нюховий тракт, направляються до ядер аmonoного рогу і до кори великих півкуль.

В епітелії нюхової ділянки, як і на всій слизовій оболонці носа, знаходяться закінчення трійчастого нерва, які сприймають тактильну, больову та температурну чутливість. Поверхня слизової носа постійно зволожується секретом боуменових залоз.

Фізіологія нюху. Відчуття запаху виникає в результаті зіткнення молекул летких речовин з нюховими клітинами. Для одержання виразного запаху необхідні глибокі вдихи з закритим ротом або часті, короткі дихальні рухи (принюхування), що сприяють завихренню повітря у верхньому носовому ході.

З ротової порожнини пахучі речовини потрапляють у ніс через хоани з видихуванним повітрям.

Нюх — винятково гостре і тонке почуття. Людина здатна відрізнити до десяти тисяч запахів (Тамбієв А. Х.). Ще більше розвинене чуття нюху у тварин. Досить протягом кількох секунд потримати долонею дерев'яну палку, як собака швидко знаходить її серед десятків інших. Дослідження показали, що собаки можуть визначати наявність однієї молекули ароматичної речовини в 1 л повітря. Тому не випадково під час війни їх використовували для знаходження мін, а тепер для виявлення наркотиків.

Усі сільськогосподарські тварини також володіють добрим нюхом. Коні, наприклад, відчують запах води на великій відстані, а велика рогата худоба досить легко розпізнає запахи багатьох трав.

Тривала дія запаху приводить до адаптації. У перші хвилини перебування у тваринному приміщенні людина відчуває запах аміаку та інших летких речовин, але з часом перестає їх відчувати.

## **7.РУХОВИЙ АНАЛІЗАТОР**

Руховий аналізатор складається з пропріорецепторів — чутливих нервових закінчень у м'язах, суглобах та сухожиллях, провідних шляхів і корового відділу. За допомогою цього аналізатора організм тварини здійснює координацію рухів у просторі.

І. М. Сеченов (1863) уперше установив роль м'язового відчуття в координації рухів і пізнанні людиною навколишнього середовища.

М'язові пропріорецептори у вигляді спіралі охоплюють серединну частину інтрафузальних волокон м'язових веретен. У сухожиллях м'язів є інші пропріорецептори — тільця Гольджі, збудження яких запобігає надмірному скороченню скелетних м'язів. Адекватними подразниками пропріорецепторів є розтягнення, скорочення та розслаблення м'яза.

Імпульси від пропріорецепторів постійно інформують корковий відділ рухового аналізатора про стан м'язів, сухожилць та суглобів. На основі сукупності цих імпульсів виникає відчуття положення тіла та його окремих частин, які забезпечують переміщення організму в середовищі, що його оточує, змінюється робота органів кровообігу, дихання, травлення та ін.

Надходження аферентних пропріорецептивних імпульсів у центральну нервову систему при м'язовій діяльності підвищує збудливість нейронів спинного і головного мозку, що, в свою чергу, сприяє підвищенню тонусу скелетних м'язів, поліпшенню працездатності організму тварини, полегшенню її нервової діяльності.

Незважаючи на свою невизначеність, відчуття, яке виникає при подразненні рецепторів рухового аналізатора, дозволяє людині і тварині в темряві придати будь-яку позу, відтворити будь-який рух, зберегти рівновагу.

Рухові рефлекси можуть виникати і внаслідок впливу на організм зорових, слухових та інших подразників. Кішка, побачивши хазяйку, піднімається з місця, іде їй назустріч; тварина, яка почула голос свого ворога, тікає. Однак всі ці локомоторні акти відбуваються за типом ланцюгових рефлексів системи органів руху, де один рефлекс є початком другого, другий — третього і т.д. Важливе значення при цьому мають умовні рефлекси, що утворилися в процесі навчання і тренування.

Правильність виконуваних рухів контролюється не лише руховими аналізаторами. При локомоції або зміні положення частини тіла в кору великих півкуль надходять імпульси з рецепторів шкіри, сітківки ока, а також з периферичних відділів інших аналізаторів. Одночасна поява осередків збудження і гальмування в корових зонах рухового та інших аналізаторів викликає утворення міцних умовних зв'язків. Так, згинання і розгинання кінцівок завжди супроводжується зміною натягнення шкіри, тому в сигналізації положення тіла і окремих його частин беруть участь і тактильні рецептори.

Тварина, у якої порушена шкірна та пропріорецептивна чутливість шляхом перерізування всіх аферентних нервів, що зв'язують одну з кінцівок із спинним мозком, втрачає здатність контролювати положення цієї кінцівки.

Істотне значення у визначенні положення і руху організму має також і вестибулярний апарат.

## Лекція 16

### Система крові. Функції, властивості і хімічний склад крові.

#### План.

1. Кров, лімфа, тканинна рідина, як внутрішнє середовище організму
2. Фізіологічні функції крові.
3. Кількість крові у різних видів с.-г. тварин
4. Фізичні властивості крові і хімічний склад крові.
5. Тканинна рідина та лімфа їх значення.

#### Рекомендована література

1. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д. Фізіологія тварин : підручник. Вінниця: Нова книга. 2010.
2. Науменко В.В., Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник. К.: ЦУЛ, 2009. 568 с.
3. Науменко В.В., Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум. К.: ЦУЛ, 2009. 264 с.
4. Чудак Р.А., Мельникова Т. В. Фізіологія сільськогосподарських тварин: практикум. Вінниця: ВДАУ, 2003. 144 с.
5. Чудак Р.А., Непорочна О. Т. Фізіологія сільськогосподарських тварин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2011. 104 с.

#### 1

Кров являє собою чітку і відносно стійку фізико-хімічну організацію. Вона - результат тривалої еволюції гідролімфа, гемолімфа, кров.

В крові як у дзеркалі, відображаються всі зміни, які відбуваються в організмі, так як вона омиває всі клітини, приносить їм поживні речовини і забирає від них продукти метаболізму.

Кров-джерело інформації про інтимні процеси, які проходять в організмі. Проникнення в тайни організму - сокровенне бажання наукових думок. Кров дає можливість це робити.

Кров - перша жива тканина, яку можна пересадити, через кров пробують знайти розгадку імунітету, який перешкоджує пересадці інших тканин.

Середовище організму - це кров, лімфа, тканинна рідина, вона омиває всі клітини організму.

Внутрішнє середовище організму відрізняється відносно сталими своїми фізико-хімічними властивостями забезпечуються нормальною діяльністю всіх організмів і систем і кожної клітини тіла тварин. В кров надходять поживні речовини продукти обміну.

#### І І. Фізичні властивості крові.

Поряд з підтриманням сталістю внутрішнього середовища кров виконує наступні фізіологічні функції:

-живильна - приносять тканинам поживні речовини для будівельних і енергетичних цілей; жири, глюкоза, фруктоза, амінокислотні залишки і т.д.

-видільна - видаляє з клітин продукти обміну не потрібні або навіть шкідливі для організму (аміак, сечовина, сечова к-та, креатинін, різні солі). Вони виділяються через органи виділення(нирки, кишечник, потові залози).

- дихальна - переносить кисень від легень до тканин і вуглекислий газ від тканин до легень. Об'єм переносу залежить від інтенсивності обміну речовин,
- підтримання водного і сольового балансу
- гомеостатичні,
- корелятивна (регуляторна )-здійснюється зв'язок між різними органами тканинами і регулює їх дію за допомогою гормонів., тобто бере участь в гуморальній регуляції організму,
- терморегулююча -переносить тепло від працюючих органів до інших органів, вирівнюючи таким чином температуру внутрішніх органів поверхні тіла ,
- захисна - забезпечує несприймання до різних захворювань , дякуючи наявності лейкоцитів і імунних тіл проходить знезараження мікро організмів, їх токсинів і руйнуванню чужорідних білків.
- екскреторна - видалення непотрібних та шкідливих речовин, продуктів обміну, води. Продукти дезамінування амінокислот - аміак, сечова кислота - також потрапляють у кров ;
- функція креаторних зв'язків - у переносі макромолекул, що здійснюють в організмі інформаційні зв'язки.

### **III. Кількість крові у різних видів с.-г. тварин.**

Кількість крові у різних тварин 6-8 % маси або 1/13.

Кількість крові, %:

кінь - 9,8 (14-15)

корова - 7,5-8,2

свиня - 4,0-4,6

коза - 6,1- 7,3

вівця до - 8,1

собака - 6,2 - 6,8

кролик - 4,3 - 5,7

курка - 7,2 - 8,5

костисті риби - 0,9 - 3,7

Кількість крові - відносно постійна величина , якщо її кількість збільшується - частина рідини переходить а з тканин до органів виділення. Втрата крові 1/3-1/2 - смерть (швидка втрата), повільна 3/4 не приводить до смерті ;циркулює приблизно половина всієї крові . А решта знаходиться в депо: в селезінці - 16%, печінка - 20%, шкіра - 10%. При сильному навантаженні кількість циркулюючої крові збільшується за рахунок депо.

### **4.Фізичні та хімічні властивості крові**

Кров складається з плазми і формених елементів (еритроцити, лейкоцити і кров'яні пластинки) розділяється центрифугуванням при добавленні антизвертаючих речовин (гепарин), плазма 55% -60% еритроцити 40-45%.

Властивості кровів'язкість зумовлена наявністю формених елементів і білків плазми. В'язкість : вода -1; цільна кров 5,0 ;плазма 1,7-2,2. Збільшується при обезводненні і зменшується при гідремії. Питома маса у птиці 1,052; у гризунів



1,051; у людини 1,060 -1,064. Питома маса (г/ мл) плазми 1,025-1,034, еритроцити 1,090. Поверхневий натяг крові відносно стабільний, залежить від колоїдів крові - важлива характеристика загального стану живого організму. Плазма крові здатна нейтралізувати поверхнево-активні речовини. Наприклад, олеїновокислий натрій, жовчні кислоти. Стабільність поверхневого натягу забезпечується наявністю іонів кальцію які органічні кислоти і інші речовини перетворюють в не розчинні солі.

**Осмотичний тиск крові.** Сила - яка обумовлює проникнення води через напівпроникну мембрану наз. осмотичним тиском. Осмотичний тиск має велике значення в обміні речовин, особливо в обміні води між кров'ю і тканиною. Плазмоліз еритроцитів - зморщування в середовищі високого осмотичного тиску. Гемоліз - середовищі з меншим осмотичним тиском, еритроцити збільшуються і руйнуються. Визначають осмотичний тиск криоскопічно по точці замерзання розчину. Чим менша точка замерзання, тим вищий осмотичний тиск. У тварин, які підлягають закону ізотонії внутрішнє середовище повторює коливання зовнішнього осмотичного тиску. На більш високому ступені розвитку настає закон сталості осмотичного тиску.

У с.- г. тварин точка замерзання крові 0,56-0,58 °С вона = осмотичному тиску 7,6-8,1 атм. Концентрація солі у крові самців = 0,9 % .Більша частина (більше 60%) осмотичного тиску підтримується Na Cl. Осмотичний тиск крові с.-г. тварин і людини постійна величина загальний осмотичний тиск - 6000 мм рт ст. (7,3 атм) . Коливається від 5,800-6 100 . Осмотичний тиск підтримується :

- перерозподіл води між тканинами і кров'ю ;
- здатність у тварин фіксувати мінеральні речовини;
- здатність у тканин віддавати мінеральні речовини у потрібний момент.

Для підтримання осмотичного тиску існує сукупність спеціальних осмомеханізмів

- сама кров (перерозподіл між плазмою та еритроцитами )
- В стінках судин , тканинах , гіпоталамусі знаходяться спеціальні осморорецептори , які реагують на зміну осмотичного тиску . Їх подразнення впливає на роботу видільних органів ( нирки , потові залози) осмотичний тиск зумовлений колоїдами крові - **білками наз. онкотичним.** Онкотичний тиск сироватки крові

- кінь 17,4 мм. рт.ст
- корова -15 мм. рт.ст
- свиня -17 мм. рт.ст
- коза -15,2 мм. рт.ст
- собака -18 мм. рт.ст

- Заміна крові чистокристалічним фіз. розчином порушує водну рівновагу. Механізм осморегуляції дуже складний і включає кілька органів . Чим удосконалений організм тим кращий цей організм особливо чітко регулюються катіонами Na, K, Ca, Mg, і аніонів Cl, CO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub> Для отримання осмотичного тиску існує сукупність спеціальних осмомеханізмів: - сама кров (перерозподіл між плазмою та еритроцитами). В стінках судин, тканинах, гіпоталамусі знаходяться спеціальні осморорецептори, які реагують на зміну осмотичного тиску. Їх подразнення впливають на роботу видільних органів (нирки, та потові залози).

**Реакція крові,** обумовлена концентрацією водневих H<sup>+</sup> і OH<sup>-</sup> має велике значення, так як всі органи функціонують при визначенні рН.

Реакція крові - лужна, артеріальна - 7,4; венозна - 7,35 ; в нутрі кліток 7,-7,2; в наслідок продуктів метаболізму кислих.

еритроцитів 0,1-0,2 од. рН більш кисле. Відомі 3 шляхи підтримання рН на сталому рівні.

1.Буферні системи

2.Виділення  $\text{CO}_2$  легеньми

3.Виділення кислих та утримання лужних продуктів нирками.

рН - const-(буферні системи плазми і еритроцитів).

Буферні властивості мають розчини, що містять слабку (малодисоційовану кислоту) і її сіль утворена сильною основою .

**Буферні системи плазми .**

-бікарбонатна  $\text{H}_2\text{CO}_3$  -вугільна кислота

$\text{Na HCO}_3$  - двовуглекислий натрій

7-8%;

Фосфатна система

$\text{Na HPO}_4$  -одноосновний натрій фосфорнокислий

$\text{Na}_2 \text{HPO}_4$  -двоосновний натрій фосфорнокислий

10%;

Білки плазми (амфоліти).

8%;

**Гемоглобінна** система (помічено , що цільна кров має більш виражені буферні властивості ніж плазма).

75%;

На долю бікарбонатної системи припадає 25% буферності- більш ефективно зв'язує кислоти ніж луки (так як відношення  $\text{H}_2\text{CO}_3=1:19$ ). Фосфатна має менше значення ніж карбонатна, хоча відношення оптимальне 1:5.

Буферна система гемоглобіну. Гемоглобін - слабо дисоційована кислота, а коли гемоглобін переходить в легені в оксигемоглобін його кислотні властивості збільшуються в 80 разів.

На долю гемоглобіну приходить 75 % буферної системи. Для зрушення рН плазми в лужну сторону до неї необхідно додати  $\text{Na Cl}$  в 40 -70 разів більше ніж до води.

Для зрушення рН в кислу сторону - 327 разів більше соляної кислоти .

**Метаболічна система кислотно-лужного гомеостазу.**

**Лужний резерв** -це сила з якою ці системи здатні нейтралізувати кислоти. Лужний резерв складає лужні солі слабких кислот.

рисак-560-620 мг %,

ваговоз-470-540 мг %,

ВРХ -460-540 мг % ,

вівці-460-520 мг %,

верблюди -700-780 мг %.

При інтенсивній роботі резерви витрачаються на нейтралізацію кислот. У крові підтримується досить постійне відношення між кислим і лужним еквівалентами - кислотно-лужна рівновага. Підтримується нейрогуморальними механізмами які сформувалися філогенезі. Зрушення в лужну алкалоз, в кисли

ацидоз. Він буває газовий - збільшення  $\text{CO}_2$  і не газовий зменшення лужних резервів. В збереженні сталості - відіграє дихальна система (виділення  $\text{CO}_2$ ). Якщо рН - в кислу із сечею -  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  (фосфорнокислий натрій одноосновний). Лужну із сечею -  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  (фосфорнокислий натрій двоосновний). Досконалий механізм потрібно враховувати тільки в постнатальний період == компенсований (рН залишається сталою) і некомпенсований алкалоз і ацидоз.

Хімічний стан плазми або (сироватки).

вода-92-90 % ,

сухої речовини 8-18% (білків 7-8%), (0,9 % неорганічної речовини) 1,1% - інші органічні речовини.

Білки плазми підтримують онкотичний тиск (знижується обмін між кров'ю і тканинами); молекули не проходять через стінки капілярів і підтримують осмотичний тиск русла.

У крові більше 100 різних білків альбуміни, глобуліни, фібриноген, протромбін. Білки поділяють на фракції методом електрофорезу. Співвідношення змінюється при інтенсивному рості лактації роботі вагітності захворювання годування; в новонароджених відсутні гамаглобулін (молозиво). При інфекційних захворюваннях , запаленнях збільшується кількість імунних білків *бета і гама* глобулін гамаглобулін виконують роботу антитіл, антитіла (гамаглобулін):

лізини (розчиняють чужорідні клітини),

антитоксини (нейтралізують токсини),

аглютиніни (склеюють тканини),

преципітини (дають осад чужорідним клітинам).

Нобелівський лауреат 1996 р. , Австралійський Донгерті Швейдар Цінкернагель механізм розпізнавання і знищення інфікованих вирусом тварин (1120 тис. доларів).

Антибіотики Нобелівська премія 1952 рік. Ваксман Нова Прилука, Липовецький рн. Стрептоміцин .Альбуміни - 60% білків плазми і вони визн. Онкотичним тиском, транспорт. Білірубін, солей, великих металів, жирні кислоти. фармакологічні розчини (1 мол альбуміну зв'язує одночасно 25-30 мол. білірубін).

Глобуліни ; на декілька фракцій альфа, бета, гама.

Глобуліни - прост. групою є вуглеводи і їх наз. глікопротеїнами (в складі глікопрот. Циркулює 60% глюкози плазми.)

Нуклопротеїди- містять церулоплазмін- на кожен білкову молекулу приходить вісім атомів міді (90 % міді плазми).

Глобулін - участь в трансп. Фосфороліпідів, холестерину, стероїдних гормонів, утримують 75% всіх жирів плазми.

Глобуліни - захисні антитіла, ( від вірусів їх бактерій, аглютиніни крові).

Фібриноген - проміжне положення між бета та гама глобулін. Властивість ставати нерозчинним і приймати волокнисту форму , переходити в фібрин.

Сироватка відрізняється за своїм складом лише за відсутністю фібрину.

Альбуміни і фібриноген утворюються в печінці, глобуліни - в печінці , кістковому мозку, селезінці, лімфатичних вузлах , у людини: за добу: 17г альбуміну, 5г глобуліну. Період напіврозпаду альбуміну 10-15 днів, глобуліну 5 днів. Відношення альбумінів : глобулінів = білковий коефіцієнт.

В плазмі наявні продукти обміну білків: сечовина , сечова к-та, пуринові основи , креатини, амінокислоти, аміак і інші, азот цих - продуктів залишковий азот, кількість його зумовлена інтенсивністю білкового обміну і характеризує різний патологічний стан , у с.- г. тварин азоту 20-65 мг %, половина сечовинного азоту із залишкового.

**Глюкоза і фруктоза.** У с.-г. тварин 40-260 мг % залежно від ендокринного апарату, напруження нервової системи і виконаної роботи. Глюкоза буває у вільному і зв'язаному стані ( до 40-50%).

Глікоген 15-20мг% інші продукти проміжного обміну (молочна, піровиноградна, оцтова інші кислоти). Молочної к-ти 12-40 мг %.

Нейтральні жири і продукти їх розпаду (гліцерин, жирні кислоти), їх кількість дуже зростає при надмірному надходженні жирів з кормом (до 0,7) сама більша частка.

**Плазма опалестує . Ферменти продуктів проміжного та кінцевого обміну, амінокислоти, сечовина , фосфати.**

Мінеральні речовини - катіони і аніони в певному співвідношенні:

натрій -0,31-0,33%,

калій -0,018-0,022 %,

кальцій - 0,007-0,008 %,

магній-0,002-0,003 %,

хлор - 0,37-,042%.

Розчини однаково з кров'ю осмотичного тиску - ізоосмотичні або ізотонічні . Ізотонічні для ссавців 0,9 % натрій хлор -фізіологічний гіпертонічні гіпотонічні .

Фізрозчин підтримує життєдіяльність органів деякий час. Фізрозчини Рінгера, Рінгера-локка, Тірде . Для підтримування життєдіяльності ізольованих органів теплокровних тварин розчини насичують киснем , слідкують , щоб рН був 7,35-40.

### **5. Тканинна рідина та лімфа їх значення.**

Тканинна рідина , омиваючи всі клітини організму, приймає участь в живленні і обміні всіх структур організму. Тканинна рідина знаходиться в постійному обміні з кров'ю. Організм вищих тварин має дивовижну властивість жити в земних умовах. Він чинить опір натиску майбутньої стихії , продовжує жити в стресових станах. Це тому , що зберігає постійність внутрішнього середовища. Сталість внутрішнього середовища - показник здорового організму , любий вихід за межі гомеостазу - патологія. Поява гомеостатичних організмів може спостерігатись на самих ранніх стадіях еволюції, у найпростіших тварин. Внутрішнє середовища відрізняються від зовнішнього впливу бар'єрами: шкіра, дихальний апарат, травний тракт, печінка. Існують внутрішні бар'єри, що відокремлюють кров від тканини: чистогематичний, гематоенцефалітичний , плацентарний. Суттєве значення для підтримання проникливості бар'єрів мають іони кальцію. Зв'язок, що руйнується деякими токсинами між ендотеліальними клітинами зміцнюється іонами кальцію які входять в склад " ендотеліального цементу". Цемент - продукт секреції ендотеліальної стінки. Таким чином важливою функцією ендотеліальної клітини являється безперервна секреція міжклітинної цементуючої речовини , що підтримує нормальну проникливість судинної стінки капілярів.

**Лімфа її склад.** Лімфа - рідина , що міститься лімфатичних судинах і вузлах. Вона утворюється за рахунок тканинної рідини яка проникає в лімфокапіляри. Лімфа зв'язуюча ланка між кров'ю і тканинною рідиною має лімфатичні судини і вузли (залози). Довго про неї не знали, Євстафій наштовхнувся на грудну протоку, Азелій описав молочну судину брижейки. Відкрив лімфу систему Італійський студент медичного ф-ту Піке .Лімфатичні капіляри побудовані по типу кровоносних, їх стінка утворена ендотеліальними пластинами. Капіляри утворюють сітку каналів шляхом анастомозів, які збираються лімфатичні стовбури. Стовбури мають клапани (кишені) як вени. В шийну вену відриваються правий і лівий грудні протоки які збирають лімфу з відповідної сторони тіла. По складу лімфа - ультрафітрат крові. Склад лімфи у різних органах різний. Капіляри кишечника - удосконалені колоїдні фільтри і лімфа яка від них відходить не містить гамаглобуліну, в ній знаходяться дрібно дисперсні альбуміни .У лімфі яка знаходиться в печінці навпаки міститься майже така кількість білків як у кров'яній сироватці. Фільтрація тут відбувається дуже швидко і при тиску(5-10 мм р.т.с.т.) , дає таку кількість лімфи як і кишкових капілярах (20-30 мм р.т.с.т.). Зміна складу лімфи обумовлюється зміною складу крові. Перехід речовин із кров'ю у лімфу залежить від :

- дифузної властивості цих речовин;
- особливості проникливості стінок капілярів для білків і солей;
- швидкість проникнення речовин кров'яне русло (якщо швидко вводиться речовина то вона переходить в лімфу, повільно - не переходить).
- легко переходить отрута , токсини (бактерини).

По сучасним уявленням в продукції лімфи відіграє роль не тільки проникливість капілярів але взаємовідношення гідростатичної і осмотичного тиску крові під тканин. Більше значення мають іони нейрогуморальної регуляції, а також фізико-хімічний стан сполучної тканини, через яку проходить обмін речовин між кров'ю тканиною рідиною і лімфою.

В периферичній лімфі мало клітин: в  $1\text{мм}^2$  лімфі собаки 550 лейкоцитів із них 280 лімфоцитів. В лімфі грудного протоку у собаки 7800 лімфоцитів, у kota 12 000, у кроля 32 000, у людини - 20 000

Кількість лімфи, що проходять через грудний проток у собаки (ж. в. 10 кг)-500-600 мл за добу, у людини (60 кг) -1,2-1,4 л. Але не вся лімфа проходить через грудний проток - деякі судини відкриваються в кров самостійно.

Склад лімфи залежить від судин і органу, від якого вона відтікає. Він відрізняється від хімічного складу плазми крові тільки кількістю білка.

Склад лімфи грудного протоку. Зібрана під час голоду або після прийняття нежирної їжі -безкольорова або жовтувата, опалесцентна, солонувата на смак і неприємного запаху.

Густина (1,0175) і в'язкість лімфи грудного протоку (1,36) більше, ніж другі протоки, але менше, ніж крові. Лімфа звертається але повільніше ніж кров. В лімфі більша кількість лейкоцитів з них 98 % лімфоцитів , у молодих тварин більше ніж у дорослих тварин. Також є нейтрофіли, еозинофіли.

Виявлено, що 75-80% лімфи грудного протоку припадає на лімфу органів травлення і печінці. У телят 50%- кишкова, 30% печінкова, при згодовуванні

жирних кормів 97% всієї лімфи -кишкова і печінкова. У високопродуктивних корів лімфа від молочної залози складає 40% в лімфі грудного протоку.

У лімфи багато лімфоцитів, тому , що вони утворюються в лімфо вузлах, а потім з лімфою попадають в кров.

#### Фактори, що впливають на лімфо утворення.

-підвищення осмотичного тиску тканинної рідини і самої лімфи . Підвищення осмотичного тиску тканинної рідини і самої лімфи сприяє переходу в лімфу продуктів дисиміляції. Ці продукти мають малу молекулярну масу і тому підвищують осмотичний тканинної рідини. В працюючих органах осмотичний тиск вищий ніж у крові, так як там відбувається процеси дисиміляції. Продукти розпаду вимиваються лімфою а на їх місце поступають нові. Із кров'ю всмоктується рідина в лімфу, виділяються продукти обміну і по лімфатичних судинах попадають в кров.

#### Рух лімфи.

Лімфатична система судин розгалужена по всьому тілу з лімфовузлами яка разом з венами забезпечує "дренаж" організму , тобто всмоктування із тканин води і розчинених в ній кристалоїдів.

#### **Лімфатична система складається з :**

- початкових сіточок лімфатичних капілярів які всмоктують лімфу із тканин;
- внутрішньоорганних дрібних судинних сплетень ;
- лімфатичних судин з клапанами куди лімфа направляється із лімфатичних капілярів;
- відвідних лімфатичних судин органів.

## Лекція 17

### Тема. Формені елементи і групи крові

#### План

1. Еритроцити , їх властивості.

1. Гемоглобін і його роль в перенесенні кисню і вуглекислого газу.
2. Лейкоцити і їх функції.
3. Тромбоцити. Зсідання крові.
4. Кровотворення і його регуляція.
5. Групи крові.

#### Рекомендована література

1. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д. Фізіологія тварин : підручник. Вінниця: Нова книга. 2010.
2. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник. К.: ЦУЛ, 2009. 568 с.
3. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум. К.: ЦУЛ, 2009. 264 с.
4. Чудак Р.А., Мельникова Т. В. Фізіологія сільськогосподарських тварин: практикум. Вінниця: ВДАУ, 2003. 144 с.
5. Чудак Р.А., Непорочна О. Т. Фізіологія сільськогосподарських тварин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2011. 104 с.

І.Еритроцити, їх властивості.

Формені елементи-еритроцити, лейкоцити і тромбоцити (кров'яні пластинки).

Всі елементи постійно змінюються в залежності від стану організму.

Еритроцити (ερυθρος - червоний) містить до 33% хромопротеїду гемоглобіну  $d=5,1$  мкм, об'єм 88-90 мкм<sup>2</sup>.

Загальна поверхня еритроцитів крові корови-13,5 тис. м<sup>2</sup>, коня15 тис.м<sup>2</sup>, свині 4,3 тис.м<sup>2</sup>.

Еритроцити втрачають ядро, а на його місце утворюється заглиблення - отрочка вигнутий з двох сторін диск. Поверхня еритроциту в 1,63 разів більше кулі такого ж розміру.

Мають "строму - остов" і оболонку (ліпоїдно - білковий комплекс). Оболонка прониклива для аніонів Cl, HCO<sub>3</sub>, а також H<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup> не прониклива для Na, K, Ca.

Мінеральний склад еритроцитів і плазми неоднаковий.

В 1мм<sup>2</sup> міститься кілька млн еритроцитів. Загальна кількість коня (вага 500 кг- 436,5 трильйона ) якби відрахувати по 1 еритроциту / за секунду -14 тис. років. Кількість еритроцитів в мм<sup>3</sup> крові.

Кількість еритроцитів млн/мм<sup>3</sup> крові

коня - 7,7-9,55

ВРХ - 6,0

свині - 6,0

вівці - 5,0

кролик 5,0

кури - 3,5

жаба - 0,38

Збільшення кількості еритроцитів - при мускульній роботі, при піднятті тварин на висоту, втрата води. При мускульній роботі і зниження тиску - збільшується і загальна кількість і концентрація (необхідне надходження O<sub>2</sub>)

При втраті води (посилюється потовиділення ) проходить згущення крові, збільшується тільки концентрація.

**Анемія** - при крововтратах, порушення умов утворення еритроцитів неповноцінному білковому мінеральному живленні.

## II. Гемоглобін і його роль в перенесенні O<sub>2</sub> і CO<sub>2</sub>.

Важлива функція крові - дихальна , цю функцію кров виконує завдяки гемоглобіну. Гемоглобін - це складна хімічна сполука білка глобіну і 4-ох молекул гема. Молекула гема містять атом заліза , що має здатність приєднувати і віддавати молекулярний кисень. Залізо не змінює свою валентність (2-ох валентне).

Гемоглобін знаходиться в середині еритроцитів у вигляді зерен. Гема - активна (простатична група). Глобін - білковий носій гема. Оксигемоглобін - гемоглобін , який приєднав кисень. Визначають гемоглобін спектральним аналізом, він темно вишневий, оксигемоглобін яскраво алий колір (артеріальна кров).

### Артеріальна і венозна кров.

Для визначення насичення кожного еритроциту гемоглобіном служить кольоровий показник або індекс

$$I = \frac{\text{знайдений \% Нв}}{\text{нормальний \% Нв}} : \frac{\text{знайдений кількість еритроцитів}}{\text{нормальна кількість еритроцитів}}$$

звичайно він = 1. Якщо менше, вмістит гемоглобіну в еритроцитах понижена (гіпохромія)

Вміст Нв в крові

Вид тварин	Вміст Салі, %	Коли вання	Вміст в 100 мл крові ,г
Коні	80	50-100	13,6
ВРХ	65	56-74	11,0
Кози	63	45-81	10,7
Вівці	68	54-80	11,6
Свині	60	51-99	10,6



Собаки	80	65-95	13,7
Кішки	65	47-83	11,0
Кролі	69	51-87	11,7
Кури	75	51-99	12,7
Гуси	95	80-100	16,1

У новонароджених кількість еритроцитів вище, ніж у дорослих.

У крові зародка Нв -F (фетальний), що має на 15 % більш високою спорідненістю до O<sub>2</sub>, ніж материнський гемоглобін Нв-А.

Гемоглобін Нв- А і Нв- F адаптовані в тому середовищі, де вони функціонують.

В організмі постійно розпад і синтез гемоглобіну , пов'язані з утворенням і руйнуванням еритроцитів.

Синтез гемоглобіну еритроцитах червоного кісткового мозку. Руйнування гемоглобіну - в ретикулоендотеліальній системі , головним чином, в печінці і в селезінці. За добу руйнується біля 1% гемоглобіну.

Зустрічаються в організмі і інші гемоглобіни.

Карбгемоглобін - Нв CO<sub>2</sub> .

Метгемоглобін (Met Нв) стійка сполука Нв-і O<sub>2</sub>. При цьому Fe із 2-х валентного перетворюється в тривалентне. Віддача кислороду ускладнюється і настає асфіксія. Цей гемоглобін має коричневий колір. Метгемоглобін утворюється під впливом сильних окислювачів; червоної кров'яної солі калію перманганату , калію хлората.

Карбоксигемоглобіну - НвСО (з чадним газом) Він стійкіший оксигемоглобіну. Домішка 0,1 % СО в повітрі блокує 80% Нв.

М'язовий Нв- знаходиться в серцевий і скелетних м'язах. В ньому простатична група така ж а глобін і має меншу молекулярну масу, ніж білок гемоглобіну.

### **Осмотична стійкість еритроцитів.**

Гемоліз - вихід Нв в розчин при руйнуванні еритроцитів.

Повний гемоліз - кров фарбується в рубінову - червоний колір (лакова кров ).Причини різні. Якщо в гіпотонічному розчині - набубнявіють, лопаються , гемоглобін виходить , а з еритроцитів залишаються тіні -це осмотичний гемоліз.

Концентрація NaCl, в якій починається гемоліз -осмотична стійкість або резистентність. Залежить від багатьох факторів, частіше для ВРХ -0,4%. Гемоліз може бути під впливом жиро розчинників (ефір, ацетон та інші.) або інші хімічних сполук (сапонін, пірогалол). Отрути змії будь-яких і особливих сполук (гемолізинів) , що утворюються під впливом повторних введень в кров еритроцитів інших видів тварин.

Швидкість сідання еритроцитів.

ШОЄ- має кров, оброблена антизсідаючими речовинами. Залежить від

величини негативного заряду мембрани еритроцитів і білків плазми. На ШОЄ на впливає ступінь склеювання між собою еритроцитів.

ШОЄ збільшується при патогенних процесах. N- коня 64 мм, ВРХ-0,58, вівці 0,8, свині 30 мм/ год. ШОЄ- показник здоров'я тварин.

### **Ш.Лейкоцити і їх функції.**

Білі, їх функції -**фагоцитоз**, вироблення антитіл, руйнування і видалення токсинів білкового походження.

Можуть самостійно рухатись проходити через стінки судин, виходити в міжклітковий простір.

. N В 1 мм<sup>3</sup>

коні -8 (6-10)тис.

ВРХ - 8 (5-10)

Вівці -9 (6-12)

Кози - 10 (8-12)

Свині - 12 (8-16)

Кролі - 8 (6-12)

Собаки - 12 (7-17)

Кішки -16 (9-17)

Кури -20 (18-24)

Голуби 24 (16-30)

Збільшення лейкоцитозу при патологічних запальних процесах. У здорових після прийняття їжі больових подразненнях, великого м'язового навантаження.

Зменшення -лейкопенія Лейкоцити поділяють на дві групи -гранулоцити і агранулоцити.

Гранулоцити; еозинофіли, базофіли, нейтрофіли.

Еозинофіли (Е)- фарбуються кислим еозином, руйнують і знешкоджують токсини білкового походження, їх число збільшується(1-4 %) всіх лейкоцитів.

Базофіли- (Б - фарбуються основними фарбами метиленовим синім), цитоплазма має гранули, які містять гепарин (біля 1%).

Нейтрофіли-75 % фарбуються нейтральними барвниками основна функція - фагоцитоз і звільнення активних речовин стимулюючих розмноження тканинних клітин і гальмуючих розвиток мікробів.

Мають позитивний хемотаксисом і амебовидний рух. Фагоцитоз ( фаго - пожирає ) відкрито І.І. Мечниковим. Один лейкоцит може знищити 15-20 бактерій, але при цьому він гине. У крові може бути не тільки сегментовані нейтрофіли але і їх попередники незрілі клітини: паличкоядерні (П) 3,5%, і юні (Ю) 1%, і навіть міелоцити їх число збільшується при лейкоцитозі. Агранулоцити - моноцити і лімфоцити.

Моноцити (4-8% всіх лейкоцитів) - найбільші клітки з великим ядром і тонким ободком цитоплазми. Проникаючи в місця запалення перетворюються в макрофаги. Утворюються в кістковому мозку, лімфовузлах, сполучній тканині.

Лімфоцити (21-35 % лейкоцитів ) -Т- клітини і В - клітини. Вихідна їх форма утворюється в кістковому мозку, а закінчується Т- в тимусі, В- лімфодна тканина і сітка кишечника (локалізація).

Дуже багато в місцях запалення пошкодженої тканини, а також в місці

запалення.

Лімфоцити не проявляють особливої активності в місцях запалення. Вони - ведучий організатор і активний учасник всіх імунних реакцій.

Вони сигналізують про появу антигенів і "повідомляють" всіх про вторгнення. Перешкоджають приживанню чужої тканини. Вони слідкують за генетичним процесом ділення кліток і в випадку появи мутантів - знищують їх.

Кістковий мозок виробляє попередників лімфоцитів (стовбурні клітки), а потім вони в лімфовузлах і тимусі перетворюються в імунокомплементні.

### **Дві стадії в розвитку -толерогенна і імуногенна.**

**В першій стадії** лімфоцит негативно реагує на антиген, а по другій - позитивно.

У зародку лімфоцити в толерогенній стадії, у них толерантні відношення до своїх антигенів.

В перші дні постнатального розвитку лімфоцити в обох стадіях. Любий антиген який відрізняється від власного викликає імунологічну реакцію. Поява антигену - лімфоцити, що мають рецептори починають інтенсивно розмножуватись протягом кількох діб, їх тоді млн. Перша група - ступають в боротьбу з допомогою ферментів із спеціальних факторів лімфокинів;

**Друга група** - плазматичні клітини продукують глобулінові молекули які поступають в кров і лімфу, а в контакт з антигеном не вступають;

**Третя група** - безпосередньо не приймають участь в (боротьбі) - клітини пам'яті. Всі учасники цієї (баталії) помирають, а клітини пам'яті залишають і у випадку повторного поступлення цих антитіл організують виробництво ефекторних клітин.

**Клітини пам'яті** - довго вічні, зберігаються в організмі більше року, а потім діляться передаючи по спадковості пам'ять (інші швидко зношуються в результаті боротьби і поділу і гинуть за кілька годи або діб.). Це не завжди позитивно. При алергічних реакціях - важко протікає реакція при повторному контакті антиген.

Лейкоцитарна формула (% відношення) - показник патологічних змін

	Б	Є	нейтрофіли			Л	М
			Ю	П	С		
В	0	3	-	3	1	4	4
РХ	-1,5	-10		-10	0-30	0-77	-10
В	0,	2	-	0,	2	4	1
івці	2-0,8	-8		4-2,0	7-41	3-68	,4-5,8
К	0,	2,	-	0,	4	3	0
оні	1-1,2	6-6,2		9-1,5	0-55	0-51	,1-4,0
С	0	0	0	1	1	2	0
вині	-2,4	-6	-4,2	-7	8-60	9-65	-4,2
К	1,	4	-	0	1	3	3
ури	5-5,0	-26,5		-1	4-33	4-82	-9,5

**Захисні функції крові** - здійснюються фагоцитарною функцією і гуморальними факторами (утворення речовин, обеззаражують мікроби і їх токсини). Стан несприятливості до хвороб при наявності крові і тканинах речовин, що перешкоджають розвитку інфекції - наз **імунітетом**. Уроджений імунітет (сибірська

виразка курей ). Зовнішній вплив може його порушити переохолодження курей - може виникнути сибірська виразка.

### **Набутий імунітет.**

### **IУ. Тромбоцити, зсідання крові.**

Кров'яні пластинки, бляшки або тромбоцити. Плазматичні безядерні утворення повальної або округлої форми,

діаметр 2-6 мкм. Кількість крові тварин від 200 до 400 тис в 1 мм<sup>3</sup>. Живуть 2-5 днів . Утворюються мегакаріоцитами - гігантськими клітинами червоного кісткового мозку і селезінці. На повітрі руйнуються з утворенням речовини, що відіграє важливу роль при зсіданні крові. Процес утворення тромбоцитів 1960 році Японці Редзюн Киносіто і Сусімо Оно. Аномалія в діленні мегакаріоцитів.

При розпаді тромбоцитів виділяється судиннозвертаюча речовина серотонін (5-гідрокситриптанін). Пластинки перешкоджують кровотечі. При доторканні їх з шорсткою поверхньою вони руйнуються з утворенням тромбопластина (важлива роль в звертанні крові).

Зсідання крові - перетворення з рідкої форми в желеподібну, важливий механізм гомеостазу. Заключаються в тому, що тромб закупорює судини.

Якби кров не зверталася тварини гинули від найменшої травми. Швидкість звертання;

Кінь 11,5 хв.

ВРХ 6,5

Кролі 2,5-11,5

Свині 3,5

Вівці, кози, собаки, кішки 2,5

Птиця 0,5

Людина 5-6

Звертання в середині судин при пошкодженні внутрішньої оболонки системи.

Звертання - застосування фізико-хімічної структури білку фібриногену.

Відщеплення від нього кислого пептиду перетворює в фібрин ( біла волокниста речовина). Кров з видаленим фібрином - дефібринована. Вона складається із формених елементів і сироватки.

### **Теорія звертання крові (ферментативна) А. Шмидта (1871)**

**I** - стадія утворення тромбопластину.

**II**- стадія перетворення протромбіну в тромбін під впливом тромбопластину при участі тромботропіну і іонів Ca<sup>++</sup>

**III** - утворення фібрину з фібриногену (відщеплення кислого пептиду) під впливом тромбопластину при участі Ca<sup>++</sup>

**IУ** - згусток фібрину ущільнюється ( ретракція) під впливом ретрактозиму, що звільнився при розпаді тромбоцитів.

**В процесі звертання мають місце і звертаючі і антизвертаючі фактори.**

Вони знаходяться в визначеному співвідношенні і регулюються. Тромбін вводимо швидко - смерть повільно - кров не звертається.

Підвищують звертання крові - АДФ , адреналін, серотонін, гормон вазопресин.

Проти звертаючі - гепарин, герудин ( із слинних залоз п'явки). Гепарин

постійно продукується печінкою, тому кров не звертається.

Щавлевокислі і лимоннокислі солі - протизвертаючі поза організмом. Звертання сповільнюється на холоді, а також в судинах, стінки яких покриті парафіном. В деяких умовах

(операціях, пошкодження матки, плаценти, перед статевої залози) настає швидка активація фібринолітичної системи при якій кров не звертається. Звертання крові регулюються корою великих півкуль.

### **У. Кровотворення і її регуляція.**

Кровотворення кров постійно обновлюється. За добу появляється 200-250 млрд. еритроцитів. Родоначальники еритроцитів - еритробласти червоного кісткового мозку. В їх гранулах відбувається гемоглобін з використанням  $Fe^{++}$  білків феритину і сидерофіліну.

В кров поступають не зрілі еритроцити - ретикулоцити їх (1%), через декілька годин вони дозрівають.

Цикл життя еритроцитів - 120 днів (коней - 100, ВРХ-120-160, вівці 130, кролі 45-60).

Руйнуються еритроцити - в печінці і селезінці, гемоглобін також руйнується.

Для еритропоеза необхідно вітамін  $B_{12}$  і фолієва к-та.

Н-руйнується співпадає утворенню еритроцитів. Прискоренні кровотворення - у крові незрілі еритроцити.

### **Розрізняють еритропоез, тромбоз і лейкопоез.**

У дорослих еритроцити і тромбоцити утворюються в кістковому мозку, а лейкоцити - в лімфовузлах, тимусі і селезінці.

Регуляція кровотворення. Залежить від функції ряду органів: в кістковому мозку (утворення еритроцитів, дозрівання їх, утворення тромбоцитів). Лімфовузли і селезінка (утворюють лімфоцити), ретикулоендотелиальна тканина селезінки (розпад еритроцитів), селезінка і печінка (перерозподіл формених елементів).

Регуляція перерозподілу формених елементів здійснюється нервовою системою через хеморецептори, які мають в селезінці, печінці, кістковому мозку, лімфовузлах.

Кількість формених елементів знаходиться під контролем кори великих півкуль. У 80-роки 19 ст. в лабораторії С.П.Боткіна це було встановлено.

### **Групи крові**

В 1901 р. К Ландштейнер. В крові є сполуки які можуть викликати у інших людей аглютинацію еритроцитів.

У еритроцитах людей - аглютинуючі фактори -аглютиноген А і В, а в плазмі дві аглютинуючі агенти - аглютинін альфа і бета.

В природі не буває аглютинації

За Янським

40% I -гр. в плазмі аглютиніни аглютиногену немає,

30% II - гр. Аглютиноген А аглютинін

15% III - гр. аглютиноген В, аглютинін

5% ІУ гр. аглютиноген А В, аглютиніну немає

У донора потрібно врахувати аглютиногени, а у пацієнта - аглютиніни.

Універсальний донор → І, ІІ, ІІІ, ІУ гр

Універсальний реципієнт → ІУ гр

Нові різновидності аглютиногенів М, N, S, Р і.т.д., вироблені анти - А анти - В аглютинами тому переливання одної групи.

В 1940 Ландштейнер і Вінер відкрили ще один аглютиноген- резус-фактор від мавпи (Macacis rhesus)

85% людей Rh - позитивний

15% людей Rh - негативний

Повторне введення Rh - позитивний крові Rh- негативній людині викликає аглютинацію еритроцитів.

Особливе значення мають - Rh- позитивних матерів, які виношують Rh негативних дітей.

При цьому Rh плода проникає в кров матери і викликає утворення анирезусних речовин, які проникають в кров зародка викликає аглютинацію і гемоліз еритроцитів. У дитини - тяжка гемофілія, потрібна повна заміна крові.

У с.-г. тварин в еритроцитах більша кількість антигенів , які зустрічаються з одноіменними антитілами викликають аглютинацію і гемоліз.

ВРХ-85 факторів, 11 генетичних систем свині -50 антигенів, 11 систем.

Знання про групи важливо для переливання крові і точно з'ясувати рід.

**При шлюбі Rh + чоловік з Rh - жінки = плід батька**

**Резус несумісний 1 раз на 700 випадків**

У батька І- група крові у матери ІУ -група крові =діти ІІ або ІІІ групи крові.

---

## Лекція 18

### Тема: Регуляція розподілу крові в організмі.

План.

1. Нервово-гуморальна регуляція тону судин.
2. Рефлекторна регуляція кровообігу.
3. Кровообіг при різних станах організму.
4. Особливості кровообігу в різних органах.

#### Рекомендована література

1. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д. Фізіологія тварин : підручник. Вінниця: Нова книга. 2010.
2. Науменко В.В., Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник. К.: ЦУЛ, 2009. 568 с.
3. Науменко В.В., Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум. К.: ЦУЛ, 2009. 264 с.
4. Чудак Р.А., Мельникова Т. В. Фізіологія сільськогосподарських тварин: практикум. Вінниця: ВДАУ, 2003. 144 с.
5. Чудак Р.А., Непорочна О. Т. Фізіологія сільськогосподарських тварин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2011. 104 с.

І. Пристосування організму в умовах навколишнього середовища (а вони постійно змінюються) супроводжуються змінами багатьох функцій в т.ч. кровообіг.

Перебудова ця відбувається під контролем нервової системи.

Судинозвужуючий нерв - симпатичний і його волокна він - вазоконстриктор. Судиннорозширюючий - волокна парасимпатичного нерва - **вазодилітатор**.

**2.** В грудному відділі спинного мозку закладені центри другого порядку, діючі на судини після відключення першого.

Наприклад: перерізати спинний мозок на межі з довгастим, тиск падає, а потім буде підтримуватись на певному рівні. Тільки при руйнуванні спинного мозку - тиск падає до 40-50 мм. рт. ст. (смертельно).

**3.** Навіть в цій ситуації адреналін підтримує тиск, на певному рівні, значить регулюючі механізми закладені і в самих стінках судин які чутливі до адреналіну.

Судиноруховий центр знаходиться під контролем центрів вищих поверхів ЦНС. Якщо перерізати стовбур мозку вищий довгастого - кровообіг порушується (смерть).

На судиноруховий центр безпосередньо впливає і хімічні властивості крові (наприклад  $O_2$  і  $CO_2$ ). Вдих  $CO_2$  сильно підвищує кров'яний тиск внаслідок різкого звуження кровоносних судин. Нестача в крові  $O_2$  стимулює судинозвужуючий центр тільки рефлекторно.

Роль нервової регуляції просвіту судин велика так як цим забезпечується постійність тиску, кровопостачання різних органів і зміни обміну речовин в них.

**Судиннорухливий центр.** Звуження і розширення судин проходить під впливом імпульсів що, надходять з ЦНС. Цей центр знаходиться в довгастому мозку (встановив В.Ф.Овсяников, 1871) - регулюють просвіт судин.

1. Розміщений на дні ІУ мозкового шлуночка і складається із двох відділів - **пресорного і депресорного**. При подразненні 1-го звуження артерій, підвищення тиску, при подразненні 2-го - і навпаки. Встановили шляхом перерізування мозку в різних ділянках і вимірюванням тиску.

Центр завжди в стані тонусу.

#### Дія на судини гормонів і продуктів тканинного обміну.

**Адреналін** - має судинозвужувальну дію, особливо в артеріях і артеріолах шкіри, органів травлення, нирок, легень. Судини мозку і серця адреналін розширює. Судини в спокої мускула, адреналін в великих концентраціях розширює, а в малих звужує. Капіляри і вени теж звужують.

В кров адреналін поступає безперервно, але звичайно вміст його невисокий. При інтенсивній роботі і емоціональних збудженнях кількість адреналіну збільшується - судини звужуються. Утворення і виділення адреналіну проходить рефлекторно. При подразненні нервів звільнюються фермент амінооксидаза, інактивуючий адреналін.

**Вазопресин**-гормон задньої долі гіпофізу піднімає кров'яний тиск шляхом звужування капілярів, а також артерій і вен.

**Гормони кори наднирників** - якщо видалити наднирник - кров'яний тиск падає.

**Ренін**- речовина нирок звужує кровоносні судини. Якщо зажати судини, які переносять ниркам кров і обмежити кровоток в нирках - гіпертонія.

**Брадкінін** - судиннорозширюючий поліпептид - із легень, підщелепної і підшлункової залоз.

**Ацетилхолін** - розширяє артеріоли, тиск падає, утворюється в нервових закінченнях судиннорозширюючих нервів.

**АТФ** - сприяє розширенню місцевому судин, покращує таким чином живлення працюючого м'язу.

## II. Рефлекторна регуляція кровообігу.

Відносна сталість кров'яного тиску підтримується судинорухоючими центрами під тиском імпульсів від рецепторів, що розміщені в деяких областях кровоносних судин.

В дузі аорти розгалуження закінчень доцентрових волокон в складі нерва - депресора. При подразненні цього нерва знижується кров'яний тиск.

Розгалуження сонної артерії на зовнішню і внутрішню гілку (каротидне тільце) від нього йде нерв Геринга до судинорухоючого центру. Збудження його приводить до розширення судин і сповільнення биття серця. Значить при зниженні або підвищенні тиску в судинах, рецептори дуги аорти і каротидного синуса подають сигнали в ЦНС, і регулюють тонус центрів.

Судинні рефлекси можна викликати подразненням рецепторів і в інших ділянках: легенях, кишечнику, селезінці.

В артеріальних і каротидних тільцях є велика кількість хеморецепторів. Вони дуже чутливі до рН,  $O_2$  і  $CO_2$ . Зменшення кількості  $O_2$  збуджує хеморецептори, посилює діяльність серця, підвищує тонус кровоносних судин. Таким чином імпульси від хеморецепторів викликають протилежний ефект, ніж барорецепторів.



Вплив КВП- на кров'яний тиск. Доведено, що КВП сильно діє на кровообіг і тиск крові.

Будь який подразник , зв'язаний з часом з діючим агентом, забезпечуючи судинний безумовний рефлекс стає умовним подразником, що викликає ту ж реакцію. Холод і дзвінок, а потім тільки дзвінок - судини звужуються.

Судинні умовні рефлекси підкоряються законом І.П.Павлова.

### **Ш.Кровообіг при різних станах організму.**

Різній інтенсивності функцій різних органів відповідає різний рівень розщеплення органічних сполук, а значить не однакова потреба в кисні.

Посилена робота органу можлива тільки при збільшенні кількості крові, що протікає через нього. Чому ?. Якщо кровообіг в будь-якому органі порушено, то він не може виконувати свою роботу.

Величина кровотоку (на 100г маси в 1 хв.)

*Щитовидна залоза-560мл*

*Нирки-420мл*

*Печінка-150мл*

*Серце-85мл*

*Кишечник-50мл*

*Мозок 65мл*

*Селезінка -70мл*

*Шлунок-35мл*

В органах, що знаходяться в стані інтенсивної діяльності відбувається відкриття капілярів додатково.

Розширення судин і відкриття капілярів на великих ділянках привело б до сповільненню кровотоку і зниженню тиску , якби не наступало збільшення діяльності серця і звуження судин в інших органах.

Приток крові до органу забезпечується не тільки місцевою судинорозширюючою дією різних продуктів обміну (**гістамін, ацетихолін, CO<sub>2</sub>, АТФ, молочна к-та**) але і рефлекторним розширенням судин.

Для вивчення кровообігу в окремих органах користуються приладом плетизмографом. Визначають по об'єму, чим більше збільшення об'єму, тим більший кровоток.

Кровообіг пристосовується до потреби організму. Особливо впливає на кровообіг мускульна робота. Споживання кисню працюючими м'язами в 8-10 разів більше ніж в стані спокою. Маса скелетних м'язів 30%. Іноді працюють всі м'язи, особливо якщо вони скорочуються і розслаблюються (насос).

При скороченні м'язів імпульси з механорецепторів м'язової тканини, барорецепторів м'язових судин рефлекторно викликають посилення роботи серця, звуження судин в непрацюючих органах.

При напруженій м'язовій роботі хвилинний об'єм крові, що проходить через серце підвищується в 4-5 разів, частота серцевих скорочень досягає до 120-180 в 1хв при ударному об'ємі у крупних тварин 1-1,5 л. Підвищення тиску незначне , так як ємність системи збільшується.

## IV. Особливості кровообігу в різних органах.

**Легені** - живляться із малого і великого кола кровообігу. Малого - по легеневій артерії постачається кров з  $\text{CO}_2$  до альвеол, де збагачується  $\text{O}_2$ . Із великого кола по бронхіальній артерії до тканин легко постачається артеріальна кров. Між ними анастомози. Судини малого кола дякуючи наявності в їх стінках еластичних волокон можуть сильно розширятись і потім звужуватись при зменшенні притоку крові. Якщо в великому колі збільшується опір кровотоку, то кількість крові в легенях збільшується. Таким чином легені виконують функцію депо.

**Печінка** - теж особливість. Кров з шлуночка, кишечника і селезінки по ворітній вені поступає в печінку. Ворітна вена розпадається на капіляри, а потім вони об'єднуються в печінкові вени. Таким чином кров двічі проходить через капіляри.

**Мозок** - нервові клітки дуже чутливі до нестачі  $\text{O}_2$ . (Мозок кішки, припинення притоку крові на 20 сек. приводить до повного зникнення електричних потенціалів КВП) → через 5 хв гинуть нервові клітини. Живлення від артерій, що радіально відходять від м'якої мозкової оболонки, в яку кров поступає від артерій вилізієвого кола. Всі капіляри відкриті, анастомозів між венами і артеріями немає.

Мозок міститься в кістковій коробці, при цьому об'єм протікаючої крові постійний, кров тече безперервно. Пульсові хвилі погашаються багаточисельними звивинами і еластичністю судин.

**Селезінка** - роль її особлива. Судини в ній мають особливу будову. Артерії не розгалужуються на капіляри, а утворюють китичку з кінцевих гілочок, закінчуються сліпими розширеннями. Через отвори в цих розширеннях кров попадає в пульпу, а звідти в венозні синуси, що мають такі розширення. При цьому селезінка як губка може всмоктувати велику кількість крові. При скороченні добре розвинутої гладкої мускулатури забезпечує викидання крові в кров'яне русло.

Значення селезінки як резервуара крові вперше встановлено Н.В. Сабінським (1865) і С.П.Боткіним (1875). При м'язовій роботі, при емоційному збудженні внаслідок скорочення розмір селезінки зменшується. Скорочення відбувається під впливом КВП

## Лекція 19

### Тема: Фізіологія серця.

*План:*

1. *Еволюція серцево-судинної системи*
2. *Серце як основний орган кровообігу*
3. *Особливості серцевого м'яза*
4. *Автоматія серця*
5. *Фази серцевої діяльності.*
6. *Динаміка, проходження крові по серцю і роль клапанів*
7. *Тиск крові в порожнинах серця*
8. *Біоелектричні явища в серці.*

### Рекомендована література

1. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д. Фізіологія тварин : підручник. Вінниця: Нова книга. 2010.
2. Науменко В.В., Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник. К.: ЦУЛ, 2009. 568 с.
3. Науменко В.В., Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум. К.: ЦУЛ, 2009. 264 с.
4. Чудак Р.А., Мельникова Т. В. Фізіологія сільськогосподарських тварин: практикум. Вінниця: ВДАУ, 2003. 144 с.
5. Чудак Р.А., Непорочна О. Т. Фізіологія сільськогосподарських тварин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2011. 104 с.

### **I. Еволюція серцево-судинної системи.**

Кров виконує життєву функцію (переносить  $O_2$ , поживні речовини, тепло, продукти життєдіяльності).

Рух крові забезпечується системою органів кровообігу.

Кровоносна система тварин - результат багатотривалої еволюції:

-утворення кров'яних острівців (зародків)

-утворення тяжів навколо острівців

-судини, що мають властивість автоматично скорочуватися.

У червів головна спинна судина вона виштовхує кров судини а потім розслаблюється і знову наповнюється.

З розвитком тварин в філогенезі автоматична діяльність локалізується розростається м'язова оболонка утворюється серце. Стимул його появи - капіляри для яких потрібен насос. Замкнена система кровообігу в найбільш простому вигляді у риб, де серце складається з одного шлуночка і одного передсердя. Кров із великих вен - в передсердя -шлуночок - артеріальна цибулина - зяброві артерії, зябра - аорта - органи і тканини - вени. У амфібій серце складається із двох передсердь і шлуночка. Праве передсердя - шлуночок - аорта - частково в легені залишкова частина по артерії - органи і тканини. Кров із легень (кисень) по легеневій вені в ліве передсердя - праве передсердя де змішується з венозною кров'ю. У жаби цибулина аорти поділяється клапаном на дві частини. Серце трьохкамерне. У птахів і ссавців серце поділено на дві половини праве передсердя -

правий шлуночок - легені артерії - ліве передсердя - лівий шлуночок - по тілу - назад з CO<sub>2</sub> в праве передсердя.

**Артерії** - проводять кров, дрібні артерії артеріоли регулюють надходження крові до капілярів. Вени проводять кров до серця і накопичують її надлишок який серце не може прийняти відразу. Вся система розслаблюється і еластична.

*П. Серце - як основний орган кровообігу.*

**Серце** - основний орган кровообігу складається з 4-ох камер, має три оболонки : **ендокард, міокард, епікард. (серцева сумка)**. Ендокард і міокард зрослися, епікард з одним листком з'єднаний з міокардом а другий відокремлений порожниною (перикардом), заповнений серозною рідиною

**Перикард** - складається з міцної сполучної тканини застерігає серце від сильного розтягування. Серозна рідина забезпечує нормальну діяльність серця (скорочення, розслаблення).

**Міокард** - основна маса серця. М'язи передсердь слабше шлуночків, а лівий шлуночок сильніше від правого (чому?). Складається із двох видів волокон - робоча мускулатура і провідна мускулатура, яка забезпечує погоджені скорочення передсердь і шлуночків.

Серцевий м'яз під електронним мікроскопом - субстрат, який складається із анастомозуючих між собою м'язових перекладин, що покриті сарколемою. По ходу волокон видно вставні диски (мексуси), що перетинають міофібрили на рівні двох смужок. Вони являються місцем переходу імпульсу від однієї клітини до другої.

В серцевому м'язі знаходяться нервовом'язові вузли, де зароджуються імпульси і система яка проводить збудження.

В правому передсерді порожнистих вен синусний вузол (Кейт-Флака), де зароджується імпульс - перегородці між передсердями - атріовентрикулярний вузол (Ашоф Товара), який починає систему, що проводить збудження - пучок Гісса. Отвори між передсердям і шлуночками закриваються клапанами: в лівому - двохстулковий, в правому - трьохстулковий. Півмісяцеві клапани, аорта, легенева артерія. Величина серця залежить від тварини.

Тварини	Фізіологічна активність	Частота серцевих скорочень в хв.	Вага серця % від маси тіла	Тривалість життя, років
Кролик	мала	120-140	0,3	5
Заєць	велика	60	0,9	15
Миша	мала	-	0,7	2
Летюча миша	велика	-	1,9	20-30
Криси	мала	450	0,3	2,5
Білка	велика	150	0,8	15
Корова	мала	75	0,5	20-25
Кінь	велика	35-40	0,7	40-50
Курка		200-300		

Н.М.Амосов,

І.В. Муравов "Серце і фізична вправа "  
"Знання", М, 1982

### Ш. Властивості серцевого м'язу збудливість

Властивості серцевого м'язу - збудливість, скоротливість, провідність.

Збудливість - при дії на неї електричним, хімічним, механічним і термічним подразненням. На відміну від скелетної - в відповідь на порогові подразнення відповідають скороченнями максимальної сили. Сила серцевих скорочень не залежить від величини подразника (закон "все або нічого" (Бодич). Цей закон дійсний в певних умовах. Все змінюється в залежності від  $t^0$ , розтягання м'язу, ступеня стомлення, складу поживного розчину і т.д.

Дослідження з м'язовою смугою. "Драбина" - відповідь на постійне збудження.

Досліджено за допомогою мікроелектронної техніки, що цитоплазма серцевого м'язу клітин заряджена позитивно по відношенню до поверхні (при цьому поверхня поляризована). Величина потенціалу 80-90 мВ. Під час збудження  $Na^+$  переходить всередину клітини, цитоплазма губить негативний заряд (деполяризується) і поновлює позитивний 20-30 мВ.

Потенціал дії продовжується довше, ніж в скелетній мускулатурі 0,3 секунди при частоті скорочень 70 в 1 хв. При прискоренні серцевих скорочень потенціал дії укорочується і навпаки. Чим раніше змінюється одна хвиля скорочення другої, тим швидше протікає потенціал дії. Швидко змінюється довгий час збудливість в серці дозволяє йому переходити з одного ритму на другий.

Під час збудливості м'яз втрачає властивість відповідати на новий імпульс подразнення.

Стан повної незбудливості - абсолютний рефракторний період. Він декілька коротший потенціалу дії. Період рефракторності = тривалості систоли, тому м'яз має властивість відповідати на ритмічні подразнення скороченням тривалості. На збудження великої частоти м'яз відповідає не на кожне, а на 2, 3, 4, в залежності від частоти подразнення. Якщо рефракторний період скоротити під дією будь-якої речовини, то отримає метанічне скорочення.

Абсолютний рефракторний період змінюється деяким підвищенням збудливості. В цей час має здатність відповідати на дуже сильне подразнення, значно більше за поріг. Це - відносний рефлексорний період. За цим періодом наступає фаза підвищеної збудливості (**екзальтації**). В цей час м'яз відповідає піком збудливості і на підпорогове подразнення.

#### Скоротливість.

Збудливість серцевого м'язу супроводжується її скороченням (укорочення волокон). З укороченням потенціалу дії укорочується і період скорочення. Наприклад. В нормі люба хвиля збудження супроводжується скороченням. Однаково, можливий і розрив.

1. При тривалому пропусканні через серце розчину без іонів кальцію

2. В помираючому серці

Потенціал дії і збудження ідуть, а серце не скорочується.

Постачають енергію для серця фосфоромістні сполуки: *аденозинтрифосфат і креатинінфосфат.*

*Ресинтез* їх відбувається за рахунок вуглеводів.

Сила серцевих скорочень залежить від кількості крові, що поступає до серця або від ступеня розтягання серцевого м'язу. Це можна спостерігати на ізольованому серці або на окремій смужці. Звідси (Закон серця) Старлінга - сила скорочення серцевого м'язу тим більша чим дужче розтягнуті мускульні волокна в стані діаспори.

Проведення збудження в міокарді здійснюється шляхом дії зміни потенціалу дії в збуджених клітинах і його впливу на сусідні, що знаходяться в спокою м'язові волокна. Швидкість проведення збудження в різних відділах серця різна (гомойотермні) передсердя 0,8- 1 м/с шлуночки 0,8-0,9 м/с, провідна система шлуночків 2-4,2 м/с. Збудження шлуночків настає пізніше ніж у передсерд'ях, що важливо для погодженої роботи серця в нормі серце - збудження в шлуночках настає на 0,12 -0,18 сек. пізніше початку його в передсерд'ях. В ссавців збудження, що викликає скорочення м'язу починається в стінці передсердя біля місця впадання порожнистих вен

(синаотриальний вузол, Кейт - Флака). Збудження ці і визначають частоту сердечних скорочень (ритм серця).

Наприклад: підігрів і охолодження вузла Кейт - Флака, відведені біотоки і.т.д.

Від синусного вузла збудження передається до правого, а потім до лівого передсердя. Потім імпульси розповсюджуються до атріовентрикулярного вузла, звідки починається пучок Гіса, який ділиться на дві гілки (ніжки) одна із яких іде до правого а друга до лівого шлуночка. Кінцеве розгалуження- волокна Пуркін'є, таким чином імпульси від вузла Кейт - Флака поширюється по передсерд'ях а потім переходять на шлуночки і викликають їх скорочення. У кожної тварини своя частота ритму серця і якщо серце пересадити то воно зберігає свій ритм.

#### **ІУ. Автоматія серця**

**Автоматія серця**- чудова властивість скорочуватись будучи відокремлене від організму. Можна спостерігати на ізольованому серці жабки або черепахи, якщо з допомогою канюлі ввести поживний розчин Рінгера (через одну із дуг аорти). Тривалий час серце ссавців спостерігали за методом Лангендорфа. Для цього серцю дають поживний розчин насичений киснем, глюкозою рН-7,3. Серце може працювати протягом кількох годин. Якщо пропустити поживний розчин через систему коронарних судин то можна оживити серце. Вперше це зробив А.А. Кулябко (1902) на серці дитини. Найбільшу властивість до здатності до автоматичної діяльності має синусний вузол Кейт - Флака - центр автоматизму першого порядку, менший - атріовентрикулярний вузол Ашоф - Тавара. Центр автоматизму другого порядку іще менший - волокна Пуркін'є (центр автоматизму третього порядку).

Цю залежність Гаскелл назвав зникаючим градієнтом автоматизму від венозного до артеріального кінця. Дослід з накладанням лігатури нижче синусного вузла. В нормальних умовах в серці функціонують лиш один місце, автоматії (Кейт - Флака), інші пригнічують їх.

**Природа автоматизму.**

Дві теорії *міогенна і нейрогенна*. Дослід з культивуванням окремих клітин серцевого м'язу (підтвердження міогенної теорії.) Нейрогенна теорія підтверджується тим, що у вузлах накопичується велика кількість нервових клітин.

#### **У. Фази серцевої діяльності.**

Скорочення - систола, розслаблення - діастола. Вони чітко погоджені між собою і складають цикл роботи серця. Скорочення починається в правому передсерді, скорочуються обоє передсердь. Систола передсердь) 0,1 сек. потім скорочуються шлуночки - 0,3 сек. а передсердя знаходяться в стадії діастоли . Потім діастола всього серця а потім все спочатку. Під час систоли передсердь кров потрапляє в шлуночки а при їх скороченні - в артерії . Частота серцевих скорочень залежить від періоду доби ,  $t^0$  повітря і особливо тіла і стану нервової системи. Частота скорочень за 1 хв.

слон-25-28

кінь 32-42

верблюди 32-52

корова, вівця , свиня 60-80

собака 70-80

кролик 120-140

курка 300

співучі птахи 700-1000.

**Екстрасистола-** позачергове скорочення серця внаслідок появи збудження з провідному вузлі в момент закінчення рефракторного періоду в серцевому м'язі. Перерва після не збільшується. Шлуночкова екстрасистола супроводжується тривалою діастолюю (компенсуюча пауза).

**Фібриляція** - швидкі асинхронні скорочення м'язових волокон передсердь і шлуночків, які доходять до 400-600 в 1 хв. Вона може привести до смерті, якщо через тіло не пропустити потужний конденсаторний розряд, для одночасного збудження всіх волокон.

#### **УІ. Динаміка проходження крові по серцю і значення клапанів.**

Кров рухається із передсердь в шлуночки а звідти в артеріальну систему. Скорочуються м'язи передсердь - клапани вен закриваються.

*Атриовентрикулярні* клапани відкриті кров , поступає в шлуночки. Скорочується шлуночок - закриваються атриовентрикулярні клапани (не провалюються так як скорочується сосочки м'язів серця і натягують нитки). Кров поступає у вени . При розслабленні шлуночків створюється від'ємний тиск і півмісяцеві клапани закриваються (артеріальні в лівому і пульмональний в правому шлуночку.)

**Тони серця** - ці звукові явища , які можна почути вухом або стетоскопом. Тонів два - перший глухий, протяжний, низький .Другий - короткий, високий , дзвінкий. Перший тон зумовлений коливаннями натягнутих стулок атриовентрикулярних клапанів і сухожильних ниток, що прикріплені до них.

Другий тон - закривання півмісяцевих клапанів, коли в шлуночках виникає негативний тиск і кров із артерій повертається назад і закриває клапани.

**Фонокардіографія** - метод дослідження роботи серця з її

реєстрацією. При аускультатії прослуховуються два тони, а при фонокардіографії можна зареєструвати три. Два тони характеризують роботу клапанів, а третій - вібрацію шлуночків при інтенсивному їх наповненні.

У високопродуктивних корів перший тон ( 4-6 коливань) - 0,15 - 0,16 секунд, потім коротка пауза 0,22-0,28 секунд, другий тон (2-4 коливань) - 0,11сек., третій тон (4-5 коливань) - 0,2-0,45 сек.

**Серцевий поштовх** - в 5 -му міжребер'ї причина поштовху - зміна форми серця і твердості стінок . Із еліпсоїдного серце стає більш круглим а верхівка вивертається і натискує на грудну клітку. Коливання грудної клітки можна записати кардіографом.

## УІІ. Тиск крові в порожнинах серця .

### Фази серцевого циклу.

Рух крові в системі і серці обумовлений різницею тиску. Перше вивчено через відкриту на шії коня яремну вену і сонну артерію за допомогою зонду безпосередньо в серці. (Шово і Мареев, 1861 рік).

На висоті систоли передсерді тиск 5-8 мм рт.ст., а на висоті діастоли падає до 0. Тиск в передсерді росте відкриваються атріовентрикулярні клапани і тиск падає, кров нагнітається в шлуночок (0,1 сек.).

Скорочується шлуночок , але не зразу, а хвилеподібно. Форма шлуночка змінюється , а тиск не змінюється (0,05 с.) - фаза асинхронного скорочення. Тиск в шлуночку зростає він напружується , півмісяцеві клапани закриті, - фаза ізометричного скорочення.

Ці дві фази складають період напруги шлуночків. Тиск шлуночка вищий ніж в артерії - фаза вигнання крові із шлуночків артерії . Ця фаза починається при тиску в лівому шлуночку 65-75 мм . рт.ст. , а в правому 10-30 мм .рт.ст. На висоті систоли (максимальний ) тиск лівий шлуночок -180-200 мм рт.ст. (ВРХ, коні), правий шлуночок 65-70 мм.рт.ст.

Тиск в аорті і легеневій артерії йде за тиском в шлуночках в аорті 130-165, легеневій вені -55-60.

**Діастола шлуночків** - півмісяцеві клапани закриваються. Час від початку розслаблення шлуночків до закриття півмісяцевих клапанів протодіастолічний період. (0,04 сек.).

Потім шлуночки продовжують розслаблятися при закритих обох клапанах - фаза ізометричного розслаблення. (0,08 сек.).

Клапан відкривається, кров із передсердя поступає в шлуночок (тиск в ньому 0), тиск поступово росте - фаза поступового наповнення.

Під час діастоли шлуночків тиск в артеріях падає в наслідок відтікання крові і складає в аорті 65 -70 і легеневій артерії 15 - 20.

Наповнення серця кров'ю проходить в наслідок рухомої сили, що надається крові і присмоктуючою дією грудної клітки.

## УІІІ. Біоелектричні явища в серці

При збудженні серцевого м'язу виникає потенціал дії. Встановлено, що амплітуда потенціалу дії на 30-50 мВ перевищує величину потенціалу спокою. Виникає різниця потенціалу між



збудженим ділянкою, зарядженим електронегативно, і незбудженим, зарядженим електропозитивно.

Між передсердям і шлуночком завжди є різниця потенціалів, так як один скорочується, а другий розслабляється.

Електричні силові лінії розповсюджуються по всьому організму . Їх можна відвести і за реєструвати.

### **Електрокардіограма**

#### **Зубці P,Q,R,S,T**

P-алгебраїчна сума електричних потенціалів, виникаючих при збудливості правого і лівого передшлунків Q,R,S,- електрозміни в збуджених шлуночках (початок), T- кінець.

Інтервал -P- Q - час проведення збудження по провідній системі.

P - T -співпадає з тривалістю механічної системи.

ЕКГ- у корів, коней і овець мають другу конфігурацію, ніж у кішки, собаки, людини.

Векторкардіографія (ВКГ) являють собою комплекс петель P,Q,R,S,T аналогічно зубцям ЕКГ, відображаючим більш детально зміни електрорушійної сили серця на протязі всього серцевого циклу при відведенні струму дії від 3-4 точок поверхні тіла.

## Лекція 20

### Тема: Серцева діяльність.

### Течія крові кровоносними судинами.

План.

- 1.Систолічне скорочення серця.
- 2.Венечний кровообіг
- 3.Нейрогуморальна регуляція серцевої діяльності
- 4.Рух крові по кровоносних судинах
- 5.Тиск крові і пульс
- 6.Кровообіг в судинах капілярах.

### Рекомендована література

1. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д. Фізіологія тварин : підручник. Вінниця: Нова книга. 2010.
2. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник. К.: ЦУЛ, 2009. 568 с.
3. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум. К.: ЦУЛ, 2009. 264 с.
4. Чудак Р.А., Мельникова Т. В. Фізіологія сільськогосподарських тварин: практикум. Вінниця: ВДАУ, 2003. 144 с.
5. Чудак Р.А., Непорочна О. Т. Фізіологія сільськогосподарських тварин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2011. 104 с.

### І.Систолічне скорочення серця.

Кількість крові, що викидається кожним шлуночком серця за систолу, наз. **систолічним об'ємом**.

Об'єм крові, яка протікає через аорту за одиницю часу, менше, чим через легеневу артерію , так як коронарні артерії відходять від аорти біля серця.

Визначити систолічний об'єм можна:

1). Шляхом обліку крові, залишаючи П і Л шлуночки за одиницю часу і поділити число скорочень серця.

2).По зміні об'єму шлуночка при кожному скороченні. Щоб одержати величину для кожного шлуночка необхідно цей об'єм поділити на 2.

Систолічний об'єм у коня 500мл, у корови 600, у вівці 70 мл. Він залежить від сили серцевих скорочень, ємністю порожнин, величини артеріального тиску і кількості протікаючої крові.

Хвилиний об'єм = систольний об'єм x число скорочень в хвилину: кінь 20-30л, ВРХ-40-50л. Збільшення систолічного об'єму дає можливість підвищити КПД роботи і досягається тренуванням.(У людини 0,4 т в год. 27 систол).

**II. Венечний кровообіг**, забезпечує нормальну роботу серця ссавців. Робота серця залежить від забезпечення його  $O_2$  і поживними речовинами. Коефіцієнт кровопостачання серцевого м'язу дуже високий (на 1г тканини за 1хв.) і може досягти 5мл.

Серце живиться двома коронарними артеріями: ліва і права коронарна артерія.

Між Л і П артеріями є анастомози як в поперечній борозні, так і на вершині.

Ліва артерія більша, бо вона живить лівий шлуночок. Із капілярів кров попадає в праве передсердя через венозний синус.

Важливу роль відіграють судини Тибезія - в передсердях вони у вигляді вен, а в шлуночках у вигляді звитих ходів. При великому навантаженні серце може одержувати живлення через судини Тибезія прямо із шлуночка.

Своєрідність судин серця в тому, що серце постійно скорочується, і впливає на стан отворів судин. Відрізняється тим, що артеріальне кров'яне русло дуже коротке, а капілярне - велике.

Підсилене скорочення серця (наприклад під впливом адреналіну) завжди супроводжується розширенням коронарних судин і збільшеним струмом через них крові.

### **Ш.Нейрогуморальна регуляція серцевої діяльності.**

В результаті тривалої еволюції удосконалювались форми пристосування організму до умов навколишнього середовища. Це досягається завдяки складним механізмам нейрогуморальної регуляції серцево-судинної системи.

Органи кровообігу - складна саморегулююча система. Будь-яка реакція серцево - судинної системи на зовнішню дію або зміна в самому організмі являють собою складну структуру.

#### **Екстракардинальні нерви серця.**

Нервова регуляція здійснюється імпульсами, що поступали до серця із ЦНС по парасимпатичних і симпатичних нервах. Нейрони блукаючого нерву розташовані в довгастому мозку.

Нейрони симпатичної нервової системи розташовані в 5-ти верхніх сегментах грудного відділу спинного мозку.

Дія блукаючого нерва на серці вперше встановлено в 1845 (брати Вебер). При подразненні цього нерву сила скорочення зменшується, а тривалий подразник може викликати навіть зупинку серця. А потім воно починає скорочуватися (вислизання серця з під впливу n Уадис).

Якщо в ссавців перерізати два блукаючих нерва, то серце починає битися частіше.

#### *Дія на серце симпатичних нервів.*

При подразненні цих нервів ритм серця в період діастолі прискорюється. Цей феномен встановлений І.Ф. Ционом і тісно вивчено І.П.Павловим, має назву - позитивним хронотропним ефектом. Під впливом цих нервів підвищується збудливість і провідність серця. Дія починається після 10 сек. латентного періоду.

Павлов довів, що нерви, що можуть прямо впливати на силу серцевих не змінюючи ритму. Нерви, регулюють живлення серцевого м'язу він назвав трофічними.(розвинули це вчення А.Д.Сперанський і Л.А.Орбелі).

Діяльність серця регулюють нервові центри симпатичних і парасимпатичних волокон.

Підвищення тонуусу ядер блукаючих нервів приводить до сповільнення серцевої діяльності (брадикардія), а при пониженні тонуусу центрів блукаючих нервів спостерігається прискорення серцевої діяльності (тахикардія).

Робота серця регулюється також і рефлекторним шляхом через рефлексогенні зони судинної системи.

Гуморальна регуляція серцевої діяльності.

Адреналін - що виділяється наднирниками в кров і лімфу стимулює роботу серця, а ацетилхолін гальмує ритм і зменшує силу серцевих скорочень.

Дія його обмежується місцем утворення, тому, що він руйнується холінестеразою. При подразненні симпатичного нерву звільнюються симпатин, близький за дією до адреналіну.

Впливають на роботу серця і інші гормони: тироксин, підвищує чутливість серця до дії симпатичних нервів.

Надлишок в крові  $K^+$  пригнічує серцеву діяльність, а  $Ca^{++}$  діє в протилежному напрямку. При надмірному надлишку  $Ca^{++}$  серце зупиняється в систолі.

#### **ІУ. Рух крові по кровоносних судинах.**

У тварин зустрічається дві системи кровообігу - **незамкнута і замкнута.**

При незамкнутій системі рідина (гемолімфа) пересувається по судинах тільки в певних місцях, а потім переходить в міжтканинний простір, де забезпечує контакт зі всіма клітинами.

При замкнутій системі - кров циркулює по системі судин, зв'язаних між собою. Кров не являється безпосередньо поживним середовищем для клітин. Це виконує міжклітинна рідина і частково лімфа.

Енергія, надана рідиною, витрачається двома шляхами - на надання швидкості руху рідини і на подолання опору тертя в судинах. Чим більший опір, тим повільніше рух рідини.

#### **У. Тиск крові і пульс.**

Тиск крові і пульс по всій системі позитивний. Крові більше, ніж можуть вмістити судини, тому вони розтягуються і тиснуть на кров.

Тиск крові коливається. В артеріях під час систоли максимальне або систолічний тиск, а під час діастоли тиск спадає мінімальний або діастолічний. Різниця між ними - пульсовий тиск або пульсова різниця. Пульсовий тиск найбільш великий в артеріях, які знаходяться ближче до серця.

Тиск в різних ділянках має різну величину. По мірі віддалення від серця тиск падає, тому, що частина енергії витрачається на опір відтоку крові.

Різниця тиску між артеріями і венами створюється нагнітальною діяльністю серця і всмоктуючою функцією.

Р - в аорті 150-180 мм рт.ст

в артеріях 100-120

в артеріолах 70-80

в капілярах 20-40

поступає у вени 10-15 мм. рт.ст.

Опір судинної системи (100%) - артеріальна сітка - 20%, венозна система - 10%, артеріоли і капіляри - 70% (із них 3/4 на запобігання тертя в стінки артеріол та 1/4 - опір відтоку крові з капілярів.)

Отвори капілярів в 800 разів більше, ніж в аорті, тому опір в них незначний.

Коливання тиску можна записати на кімографі. У великих судинах тиск залежить від вдиху і видиху.

Вони підвищуються - при видиху

- прискорення серцевого ритму

- при звуженні артеріол

- при збільшенні об'єму крові, що тече до серця в наслідок збільшення сили серцевих скорочень.

Тиск збільшується з віком. У корови 2-5 років (хвостова артерія)- 107-120 мм рт.ст, а 8-12 років 123-128.

Тиск в легеневій артерії в 6 разів нижче, ніж в аорті.

### **Безперервність течії крові.**

Кров нагнітається в аорту і легеневу артерію під час систоли. Під час викидання швидкість збільшується. Поштовхоподібність спостерігається тільки в великих судинах. В дрібних артеріолах, капілярах, венах кров тече з постійною швидкістю Це пояснюється еластичністю судин.

### **Швидкість течії крові в артеріях.**

Лінійна швидкість струму крові залежить від різниці тиску і опору судинної стінки. Чим більший діаметр судин, тим менша швидкість.

В аорті кров тече значно швидше, ніж в капілярах.

Об'ємна швидкість - залежить від органів і тканин. Чим інтенсивніше працює орган, тим більше крові до нього поступає. Це буває за рахунок розширення судин, тоді опір зменшується і рух крові збільшується.

Артеріальний пульс - це ритмічне коливання стінки артерій, обумовлене систолічним тиском крові. При кожній систолі тиск підвищується і це підвищення передається у вигляді хвилі еластичною стінкою артерій.

Швидкість пульсової хвилі (7-9м/с) не зв'язана із швидкістю руху крові (в аорті 0,6 м/с). Пульсова хвиля затухає до периферії.

Пульс характеризується частотою, яка відповідає ритмові биття серця швидкістю - тривалість пульсової хвилі, величиною -ступінь наповнення судин, напруженням - силою, який можна стиснути артерію до зникнення пульсу.

Тому пульс розрізняють прискорений і зріджений; швидкий і повільний; високий і низький, твердий і м'який. Пульс відображає роботу серця і стан судин.

Пульс досліджують у коней в судинній ямці нижній щелепі, у ВРХ на краю жувального м'язу, у дрібних тварин в паховій області.

Записувати пульс сфігмографом на сфігмограму, де розрізняють висхідне коліно спускне коліно.

## **VI. Кровообіг судин**

Рух крові по вена обумовлюється - позитивним тиском на початку венозної системи (5-15 мм. рт.ст.), який обумовлений серцем;

-від'ємним тиском у грудній порожнині ;

-діяльністю скелетних м'язів (при чому краще коли вони чергують скорочення, ходьба а не стояння);

- будовою венозних клапанів, які не дають можливості крові вертатися .

**Венний пульс.** Артеріальна хвиля згасає в капілярах в дрібних і середніх венах вона відсутня. Проте біля серця відмічається коливання стінки. Під час систоли передсердь кров затримується у венах , тиск в них зростає. Під час діастоли тиск падає. Це є венний пульс .

**Кровообіг в капілярах** забезпечує нормальний обмін у кожній клітині організму. Довжина капіляру у тварин 0,2-4 мм. Діаметр просвіту 0,007. Об'єм визначається мільйонами, частками, мм. Якщо швидкість крові 5 мм/с 1мл крові проходить за кілька годин. Мала величина кровотоку компенсується їх кількістю. Довжина у людини 100 тис. /км. Капіляри , що починаються із артеріол які називаються прекапілярами. Прекапілярний сфінктер може викликати повне виключення капілярів. Просвіт капіляр може звужуватись або повністю закриватись . Під час спокою більше капілярів закриті, при інтенсивній роботі їх збільшується в 10-20 разів.

Деяких ділянка тіла (шкіра, легені, нирки ) є артеріовенозне анастомози, що являють собою найбільш короткий шлях.

У звичайних умовах вони закриті, кров тече через капіляри.

Приклад дії анастомозів висока (більше 35<sup>0</sup>С) і низька (нижче 10 <sup>0</sup>С) температура. В такому випадку кров тече через анастомози, що застерігає її від перегрівання або переохолодження.

## Лекція 21 Дихання.

1. Легеневе дихання і його механізм.
2. Газообмін в легенях.
3. Транспорт газів кров'ю.
4. Регуляція дихання.
5. Особливості дихання птахів.

### Рекомендована література

1. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д. Фізіологія тварин : підручник. Вінниця: Нова книга. 2010.
2. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янку І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник. К.: ЦУЛ, 2009. 568 с.
3. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янку І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум. К.: ЦУЛ, 2009. 264 с.
4. Чудак Р.А., Мельникова Т. В. Фізіологія сільськогосподарських тварин: практикум. Вінниця: ВДАУ, 2003. 144 с.
5. Чудак Р.А., Непорочна О. Т. Фізіологія сільськогосподарських тварин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2011. 104 с.

### 1. Метою лекції є вивчити

*Дихання — це універсальне біологічне явище, властиве всім живим організмам, які існують у повітряному середовищі. Головною умовою життєдіяльності організму є обмін речовин, припинення якого призводить до смерті, особливо при нестачі кисню, необхідного для підтримання обмінних процесів. Організм забезпечується киснем за рахунок дихання. Зупинка дихання швидко викликає розлад діяльності нервових, а потім і інших клітин організму. Лавуазьє (1771) вперше показав, які фізіологічні та хімічні процеси лежать в основі цього явища. Він виявив, що кисень необхідний для окислення поживних речовин (вуглецю та водню), в результаті якого утворюються вуглекислий газ, вода і енергія, необхідні для життєдіяльності клітин.*

*Дихання — це обмін газів між навколишнім середовищем та організмом. Його головна роль полягає у забезпеченні клітин організму киснем і звільненні їх від вуглекислого газу. Процес дихання ділять на три етапи. Перший — легеневе, або зовнішнє дихання відбувається на рівні легень. Другий — фіксація та транспорт газів кров'ю. Третій — обмін газів між кров'ю та клітинами, що становить тканинне, або внутрішнє, дихання. Зовнішнє та внутрішнє дихання тісно пов'язані між собою дихальною функцією крові, тому інтенсивність кровообігу має важливе значення для адаптації процесів дихання до потреб організму. Таким чином,*

**дихання -це сукупність процесів, що забезпечують поглинання, транспорт та виділення газів організмом.**

Крім того, за рахунок дихання вирівнюється реакція крові міжклітинної рідини і лімфи, здійснюється також *терморегуляція*. Основним органом дихання є легені. Обмін газів відбувається ще й через шкіру, але навіть у нижчих тварин цей шлях відіграє незначну роль у життєдіяльності.

*Дихання ссавців включає слідуєчі процеси:*

-обмін повітря між зовнішнім середовищем і альвеолами легень (зовнішнє дихання, вентиляція);

-обмін газів між альвеолярним повітрям і кров'ю (дифузія газів в легенях);

-обмін газів між кров'ю і тканинами і споживання  $O_2$  тканинами (внутрішнє дихання );

-транспорт газів кров'ю.

*У одноклітинних і нижчих багатоклітинних обмін газів проходить через поверхні (дифузія). У комах -розгалужена система трубок (трахеї). Запас повітря поповнюється з допомогою спеціальних дихальних рухів.(Зоологія)*

У водних тварин -зябра добре забезпечені кров'ю і омиваються потоком води;

У земноводних - газообмін на 2/3 здійснюється через шкіру, легені розвинуті слабенько.

У плазунів , птахів і ссавців легені розвинуті добре. Шкіряне дихання займає 1% всього обміну дихання. У сільськогосподарських тварин шкіра вкрита шерстю і її дихальна активність становить менше 1% загального обміну газів.

*Дихальний апарат - верхні дихальні шляхи (порожнина носа, рота, глотки) У таких тварин, як коні та корови, тут лишається 1,5 л повітря., нижніми дихальними шляхами (трахея, бронхи, бронхіоли), а також І і ІІ легені.*

*Верхні дихальні шляхи відіграють важливу роль у зволоженні, нагріванні або охолодженні повітря, що вдихається. їх слизова оболонка вкрита миготливим епітелієм, який виконує захисну функцію. Механічні домішки вдихуваного повітря (пил) адсорбуються слизом, який спрямовується рухами ворсинок епітелію до гортані, де під час кашлю видаляється.*

У повітроносних шляхах 30 % повітря не приймає участі в газообміні (шкідливий простір). Однаково дихальні шляхи мають велике значення для дихання. В слизовій носа рецептори за допомогою яких аналізується повітря.

**Легені** — це два повітряні резервуари, вкриті плеврою. Еластичні та м'язові волокна плеври створюють умови, у яких легені розширюються та спадаються майже без тертя. Паренхіма легень ділиться сполучною тканиною — стромою на окремі частки. Кожна частка має бронхіальну гілку, яка переходить у кінцеву бронхіолу, потім розгалужується на дихальні бронхіоли, що спрямовують повітря в альвеоли. У сполучній тканині проходять кровоносні та лімфатичні судини, а також симпатичні та парасимпатичні нерви.

Паренхіма легень складається з альвеол. *Альвеоли діаметром 0,15-0,5 мм вистелені альвеолярним епітелієм, який тісно контактує з ендотелієм кровоносних*



капілярів. Ця перетинка складається з двох шарів клітин і має товщину 0,004 мм. Загальна площа альвеолярного епітелію у вівці становить майже 80 м<sup>2</sup>.

Їх дуже багато (у вівці їх площина 80 м<sup>2</sup> в 100 разів більше поверхні тіла). Покриті одношаровим плоским епітелієм. Внутрішня стінка альвеол покрита рідиною. В зв'язку з цим газообмін дуже ефективний.

Злипання альвеол під час видиху не відбувається, так як внутрішня поверхня альвеол покрита альфа-лецитіном *сульфактантом* який має негативний заряд і це стабілізує розміри альвеол та перешкоджає спаданню.

В організмі, що виконує середнє фізичне навантаження, легені одержують щодня близько 8000 л крові і 10000 л повітря. При цьому поглинається близько 500 л кисню і виділяється приблизно 450 л вуглекислого газу. Специфічна будова альвеол та велика площа дихального епітелію (у 100 разів більша від поверхні тіла) сприяли швидкому обміну газів між кров'ю та альвеолярним повітрям.

Вентиляція альвеол здійснюється рухом грудної клітки. При вдиху розширюється грудна клітка, легені, там тиск стає нижчий атмосферного - повітря направляєється туди. При видиху грудна клітка звужується і повітря виштовхується.

*Чому легені пасивно ідуть за грудною кліткою?*

*Легені знаходяться в герметичній закритій порожнині, утворюючої грудну клітку і діафрагму. З середини порожнина вистелена плеврою - вісцеральний листок (до легень) і парієнтальний - до грудної клітки. Між ними небагато серозної рідини, запобігає від тертю.*

У ембріона легені в сплющеному стані, при першому вдиху м'язи піднімачі ребра залишаються в тонусі, і легені знаходяться в розтягнутому стані. З віком легені ще більше розтягуються, так як грудна клітка росте швидше, ніж тканина легень.

Об'єм легень у дорослих тварин менше об'єму грудної клітки. Під час видиху легені продовжують бути розтягнутими. Вони заповнюють весь простір навіть при сильному вдиху. *Якщо проколоти стінку грудної клітки - легені спадаються.* Проникнення повітря у плевральну порожнину називається *пневмотораксом*. При однобічному пневмотораксі дихати стає важко, а при двобічному — неможливо, оскільки легені не можуть рухатись за грудною кліткою. На відміну від людей і молодих тварин, у дорослих (коней, овець) плевральні порожнини обох легень сполучаються між собою, тому однобічний пневмоторакс у них дає такі ж наслідки, як і двобічний.

В зв'язку з наявністю еластичних волокон і розтягування стінки альвеол, легені завжди прагнуть до скорочення.

### **Негативний внутрішньогрудний тиск.**

Рухи легень зумовлені зміною тиску внутрігрудної порожнини.

Для забезпечення постійного обміну газів у легенях необхідне постійне поновлення альвеолярного повітря за рахунок вдиху (інспірації) та видиху (експірації), що відбуваються завдяки дихальним рухам грудної клітки. При розширенні тиск у ній і в легенях стає нижчим під атмосферного, тому зовнішнє повітря проникає в легені і розтягує їх. Коли грудна клітка звужується, вона тисне на легені і повітря з них виштовхується назовні, бо атмосферний тиск стає нижчим

від тиску у легенях. Під час вдиху об'єм грудної клітки і легень збільшується, а при видиху — зменшується.

Зусилля вдихальних м'язів втрачається на подолання опору легень і реберних хрящів. При вдиху розширюються м'язи гортані і носа (у коней).

### **Механізм зовнішнього дихання.**

Для забезпечення постійного обміну газів у легенях необхідне постійне поновлення альвеолярного повітря за рахунок вдиху (інспірації) та видиху (експірації), що відбуваються завдяки дихальним рухам грудної клітки.

*Акт вдиху (інспірація)* - здійснюється в результаті руху грудної клітки в продовженому і поперечному напрямку. Розширення проходить за рахунок скорочення зовнішніх міжреберних м'язів і діафрагми.

Об'єм вдихуваного повітря залежить від ступеня розширення грудної клітки. Чим глибше дихання, тим краща вентиляція легень.

*Ребра з'єднані з грудною кліткою - хрящами, а з хребтом - суглобом, бугорком з відростком хребця. При видиху ребра ідуть вниз і назад при вдиху - вперед і вгору.*

Збільшення грудної порожнини відбувається за рахунок скорочення діафрагми. Вона складається із центрального сухожилки (форма купола). По периферії вона має м'язові ділянки. При вдиху ці пучки відтягують центральне сухожилля до низу, а легені ідуть до низу. Збільшення об'єму грудної клітки проходить за рахунок більш вираженого конусовидного стану. Діафрагма розтягується натискає на органи черевної порожнини - живіт при цьому збільшується.

*Крім діафрагми і міжреберних м'язів в акті вдиху приймають участь і інші м'язи (інтенсивне дихання) - піднімач ребер, драбинчастий надреберний м'яз, дорсальний зубчастий.*

*Акт видиху (експірація)* в нормі носить пасивний характер. Вдихальні м'язи розслабляються і грудна клітка в силу свого тяжіння вертається в вихідне положення.

Купол діафрагми стає випуклим внаслідок натиску органів черевної порожнини.

Приймають участь внутрішні міжреберні м'язи (видихаючі, експіраторні).

*Допомагають м'язи живота: зовнішні і внутрішні, косі, поперечні і прямі черевні м'язи, а також дорсальний зубчастий вдихач. Спадаюча грудна клітка тисне на легені і витискає із них повітря. (Морфологія)*

*Слід зазначити, що навіть після максимального видиху легені залишаються розширеними незначно, тому в них постійно знаходиться повітря, а це в свою чергу забезпечує постійний обмін газів.*

Рух грудної клітки можна записати за допомогою пневмографа.

### **А). Типи та частота дихання.**

-грудний (скорочення міжреберних м'язів);

-черевний (діафрагмальний);

-реберно - черевний найбільш частіше всього у с.-г. тварин, приймають участь однаково і міжреберні м'язи і діафрагма).

При деяких захворюваннях органів черевної порожнини тип дихання може змінитись ближче до грудного і навпаки. (Вагітності)

Зміна об'єму легень проходить пасивно.

Частота дихальних рухів неоднакова. У тварин різних видів і залежить від:

-інтенсивності обміну речовин

-м'язової роботи

-температури навколишнього середовища

-продуктивності тварин.

Чим менше за розміром тварина, тим вища частота дихання.

Підвищення  $t^0$  повітря з 20 до 40<sup>0</sup> призводить до підвищення частоти дихання у телят (вік 6 міс.) з 29 до 86, у корів з 16 до 32. Чим старша тварина, тим яскравіше виражено вплив високих  $t^0$  повітря. (Чим старша людина тим частіші дихальні рухи, які пов'язані із зменшенням еластичності та тяги легень.)

Частота дихання залежить від віку. У телят в перші дні життя частота дихання 67 в 1 хв., а в віці 10-12 днів знижується до 36.

У високопродуктивних корів при найвищому рівні лактаційної кривої частота дихання вища, ніж у середньо продуктивних корів.

Частота дихання

в 1хв.

Кінь 8-12, ВРХ 10-30, вівці 8-20, коза 10-18, свиня 8-18, олень 8-16, собака 10-30, кішка 10-25,	кури 22-25, кролик 10-15, голуб 50-70, щур 100-150, миша 200.
---	---

### Життєва і загальна ємність легень

Під час спокою людина видихує в середньому 500 мл повітря, кінь 5-6 л, корова -4,5-6л. Це дихальне повітря або глибина дихання. Об'єм його залежить від розміру тіла (великої тварини більше) і частота дихання (з збільшенням частоти об'єму зменшується).

Після нормального вдиху людина може ще вдихнути 1,5л, а кінь 12л. → додаткове повітря.

Після нормального видиху людина може ще видихнути 1,5 л, а кінь -12л. → резервне повітря.

Дихальний + додатковий + резервний = життєва ємність легень. У людини вона -3-4л, у коня 25-30л.

Після максимального видиху - ще залишається залишкове повітря людина -1л, кінь 10. Воно видштовхується при повному спаданні альвеол.

Життєва ємність легень + залишкове повітря = загальна ємність легень.

### **Легенева вентиляція**

Легенева дихання складається з двох процесів: обміну газів між навколишнім середовищем і альвеолярними просторами легень (легенева вентиляція) та обміну газів між альвеолярним повітрям і кров'ю капілярів малого кола кровообігу. Другий

процес — фізико-хімічний. Він зумовлює перехід кисню з альвеолярних просторів легень у кров, а вуглекислого газу у зворотному напрямку.

**Легенева вентиляція** — це здатність легень забезпечувати обмін повітря за одиницю часу.

Звичайно визначають за 1хв.хвилинний об'єм легеневої вентиляції - кількість повітря, проходить через легені за 1 хв. При сильному видиху повітря з легень не виштовхується. Якщо корова вдихає 4-5л., то в альвеоли потрапляє лише 2,8-3,5 л (70%).

Якщо врахувати, що в альвеолах знаходиться біля 20л, то при кожному вдиху повітря вентилюється лише на 1/6 частину.

Відношення вдихуваного повітря до альвеолярного прийнято називати коефіцієнтом легеневої вентиляції.

Хвилинний об'єм залежить від величини дихального повітря і числа дихальних рухів.

*На них впливає:*

- м'язова робота,
- живлення,
- температура навколишнього середовища,
- стан тварини.

У коней при спокої хв. об'єм 40-50л., при роботі 100-200, а при напруженій роботі 400-500л.

При підвищенні температури повітря з 19-28<sup>0</sup> легенева вентиляція в коня збільшується з 45 до 105. Так як і в корів.

У корів під час лактації легенева вентиляція на 100 кг живої маси, вища, ніж в сухостійних.

Добова ритміка хв. об'єм. Так, у биків - одноліток ранком 29,14л, в обід 40,54, ввечері 36,55.

## **2. Газообмін в легенях та склад вдихуваного і видихуваного повітря.**

Обмін кисню та вуглекислого газу між альвеолярним повітрям та кров'ю легеневих капілярів відбувається шляхом простої дифузії за рахунок різниці парціальних тисків цих газів по обидва боки альвеоло-капілярної перетинки.

Між кров'ю і повітрям альвеол встановлюється майже повне газова рівновага.

Нормальному насиченні артеріальної крові O<sub>2</sub> сприяє ретельна кореляція між обміном повітря і кровозабезпеченням легень

Відомо, що завдяки дихальному повітрю постійно оновлюється альвеолярне. Дихальне повітря — це атмосферне повітря, яке складається переважно з трьох газів: кисню, вуглекислого газу та азоту. Процентне співвідношення цих газів у повітрі характеризує їх *парціальний тиск*, тобто тиск молекул окремо взятого газу на стінки судин.

Встановлено, що азот не бере участі в газообміні, тому його кількість у вдихуваному та видихуваному повітрі майже постійна. Вміст або напруження цього газу в крові змінюється у випадках підвищення чи зниження атмосферного тиску, а разом з тим і його *парціального тиску*. Що ж до кисню та вуглекислого газу, то їх

кількість у вдихуваному та видихуваному повітрі змінюється. З даних таблиці видно, що близько 5% кисню залишається в організмі, а 4,5% двоокису вуглецю виділяється.

Атмосферне повітря  $O_2$ -20,93%,  $O_2$ -0,03 % N-79,03

Видихувальне  $O_2$ -16,3%  $CO_2$ -4,4 % N-79,7

В організмі залишається 5%  $O_2$  і виділяється 4,4%  $CO_2$ , азот в газообміні не бере участі.

*Склад видихуваного повітря залежить від*

*-інтенсивного обміну речовин,*

*-об'єму легеневої вентиляції,*

*-глибина дихання.*

Аналіз повітря за період видиху.

Перші порції - близькі до атмосферного, послідувачі порції - кількість  $O_2$  зменшується, а  $O_2$  збільшується.

Спочатку повітря "шкідливого простору", потім з ним змішується альвеолярне повітря, а останні порції - тільки-альвеолярне.

Для обміну газів між альвеолярним повітрям і кров'ю велику роль відіграє їх парціальний тиск. Загальний тиск альвеолярного повітря = атмосферному.

Якщо із загального тиску відняти тиск парів то сумарний тиск ( $37^{\circ}C$ ) =  $760 - 47 = 713$  мм рт.ст

Тиск N  $713 \times 0,807$  (80,7%) = 575 мм

тиск  $O_2$   $713 \times 0,142$  (14,2%) = 101 мм

тиск  $O_2$   $713 \times 0,056$  (5,62%) = 40 мм

Парціональний тиск  $O_2$  і  $CO_2$  в альвеолах підтримується на постійному рівні. При збільшенні  $CO_2$  в альвеолах - вентиляція збільшується, при зниженні - зменшується.

Вміст  $CO_2$  в альвеолах змінюється мало. В кінці вдиху-5,54%, в кінці видиху - 5,79, в середині 5,62%.

*Газообмін здійснюється в результаті дифузії  $CO_2$  із крові в альвеоли, а  $O_2$  із альвеол в кров. Дифузія газів проходить в силу різниці парціального тиску в альвеолярному повітрі і напругою їх в крові.*

**Напруга  $O_2$  в артеріальній крові = 100 мм. рт. ст. а  $CO_2$  - 40. В венозній  $O_2$ -40,  $CO_2$  - 46.**

**Таким чином різниця між тиском альвеолярному повітрі і напруга їх в венозній крові складає для  $O_2$  - 60 мм, а для  $CO_2$  - 6 мм.рт.ст.**

За короткий час прибуття крові напруга в ній майже зрівнюється з парціальним тиском в альвеолярному повітрі.

Швидкість дифузії  $CO_2$  з крові в 25 разів більше  $O_2$ , при цьому  $CO_2$  швидко переходить із крові в альвеоли.

### 3. Транспорт кисню кров'ю.

*Кисень транспортується кров'ю переважно у хімічно зв'язаному стані. У легенях кисень, який шляхом дифузії надійшов у плазму, швидко переміщується до еритроцитів, де з'єднується з гемоглобіном. Він має чотири атоми заліза, кожний з яких утримує одну молекулу кисню. Один грам гемоглобіну може зв'язати 1,34 мл<sup>3</sup> кисню. Сполука кисню з гемоглобіном — оксигемоглобін — нестійка.*

*Атмосферне повітря багате O<sub>2</sub>. При цьому тварини не навчилися його запасати. Без O<sub>2</sub> тварина може жити 1-2 хв. Енергетичні затрати в організмі зв'язані з окисненням білків, жирів, та вуглеводів при обов'язковій участі O<sub>2</sub>.*

*Клітини завжди знаходяться в стані кисневого голодування з жадністю відбирають його від пігментів крові.*

Насичення крові (безперервне) є обов'язковою умовою існування тварин і людини.

Іонізований O<sub>2</sub> існує всього біля 10 хв., при цьому створити запаси його неможливо, а O<sub>2</sub> без позитивного заряду не в стані підтримати нормальну життєдіяльність.

Дихальна функція крові заключається в перенесенні O<sub>2</sub> до тканин і CO<sub>2</sub> з тканини. В цьому процесі приймає участь гемоглобін (кров пігмент), буферні системи крові, вугільна ангідраза.

Каскад O<sub>2</sub> -атмосферне повітря, - повітря мертвого простору, -альвеолярне повітря - артеріальна кров - венозна кров -лімфа - тканини.

*Вчення про гази крові розробили І.М.Сеченов, дисертація "Про поглинання вугільної кислоти сольовими розчинами і кров'ю". Англійський фізіолог Дж. Холден (1898) запропонував метод витіснення O<sub>2</sub> із крові червоною кров'яною сіллю.*

*Апарат Ван Слайка і Нейля- з'єднав сеченовські і холденовські розробки. Зараз з допомогою оксигемометра (Е.М.Крепс, 1959).*

*Перенесення кисню кров'ю.*

Артеріальна кров у рівновазі з альвеолярним киснем. Парціальний тиск O<sub>2</sub> в альвеолах 100мм, в артеріальній крові -95-98. При різних співвідношеннях O<sub>2</sub> в газовому середовищі насичення гемоглобіну O<sub>2</sub> буде не однакою.

В крові ссавців і людини майже весь гемоглобін переходить в оксигемоглобін (98,6% насичення).

Неповне насичення зв'язане з неоднаковою вентиляційною здатністю всіх альвеол: в основі легень вентиляція - краща, а в верхівках - гірша.

При цьому в артеріальній крові міститься не 20, а 18 об'ємних процентів O<sub>2</sub>.

В крові гази можуть знаходитись або розчиненому, або в хімічно зв'язаному стані.

Розчинення газів залежить від їх парціального тиску і t<sup>0</sup>. Кількість газу, фізично розчинного в розчині, прямопропорційно тиску цього газу, знаходжений над рідиною і температурою (закон Генрі).

Кількість газу (см<sup>3</sup>), який розчиняється в 1 мл рідини при парціальному тиску, дорівнює 1 атм, називається коефіцієнтом розчинності даного газу.

Так, при t<sup>0</sup> тіла для O<sub>2</sub> крові він дорівнює 0,22, для CO<sub>2</sub>-0,51, для азоту -0,11.

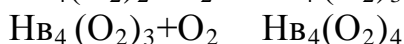
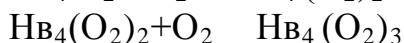
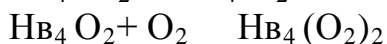
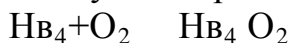
Гази крові знаходяться в двох стадіях: у вільному розчинному стані і в неміцному зв'язку з гемоглобіном.

Розчинні і зв'язані гази знаходяться між собою в стані рівноваги.

Хімічно зв'язаного кисню в 80-100 разів більше, ніж розчиненого, а  $\text{CO}_2$  розчин - тільки 3%.

Азот міститься тільки в розчинному вигляді. В артеріальній крові знаходиться 20 об. %  $\text{O}_2$  і 50-52  $\text{CO}_2$ , а в венозній відповідно 12 і 56-58.

В крові підтримується відносна газова рівновага як в легенях, так і в тканинах. Газообмін безпосередньо не стикається з повітрям. Обмін газів проходить за допомогою плазми. Клітини тканин постійно споживають  $\text{O}_2$  із лімфи. Реакція гемоглобіну з  $\text{O}_2$  проходить в 4-ох незалежних формах.



Перехід гемоглобіну в оксигемоглобін не являється окисненням, так як валентність Fe не змінюється. Це оксигенація, на відміну від окислення (оксидації).

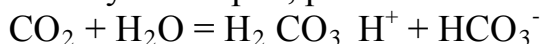
Встановлено, що в різних тварин напівнасичення крові  $\text{O}_2$  досягає при різному тиску. Тварини, які знаходяться в умовах бідних на  $\text{O}_2$ , мають властивість зв'язувати  $\text{O}_2$  при дуже низькому тиску і навпаки мешкають в середовищі, збагаченому  $\text{O}_2$  лише при дуже при високому тиску.

Чим більше працює орган, тим більше утворюється  $\text{CO}_2$ , тим більше утворюється в ньому вугільної кислоти, тим швидше проходить дисоціація гемоглобіну. Віддача  $\text{O}_2$  збільшується і при підвищенні  $t^0$  навколишнього середовища.

### **Транспортування вугільної кислоти кров'ю.**

Вуглекислий газ утворюється на рівні клітин, тому у тканинах його найбільше (60-70 мм рт. ст.). У міжклітинній рідині та венозній крові концентрація газу зменшується (46 мм рт. ст.). За рахунок такої різниці (14-24 мм рт. ст.) він переміщується з тканин у венозну кров.

Цей складний процес, в якому немало участь приймають еритроцити.  $\text{CO}_2$  з тканин поступає в кров, розчиняється в  $\text{H}_2\text{O}$  реагує з нею.



В зв'язку з цим, що в крові підтримується лужна більша частина  $\text{H}_2\text{CO}_3$  змінюється в бікарбонат.

У венозній крові 55-58 об. %  $\text{CO}_2$ , в основному в плазмі і еритроцитах у вигляді солей, 4-5 об. % в сполученні з гемоглобіном. 3 об. %- у вигляді газового розчину.

Утворення  $\text{H}_2\text{CO}_3$  з  $\text{CO}_2$  відбувається в еритроцитах під дією ферменту карбоангідрази. Вона може посилити реакцію  $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{H}_2\text{CO}_3$  як в одному, так і в іншому напрямку.

*Ця реакція каталізується ферментом еритроцитів — карбоангідразою, яка прискорює синтез вугільної кислоти чи її розпад залежно від напруження вуглекислого газу у крові. У тканинах, де концентрація двоокису вуглецю значна, карбоангідраза прискорює (у 150 разів) синтез вугільної кислоти, а в легенях, де вміст вуглекислого газу зменшується, цей же фермент сприяє дисоціації утвореної*

раніше вугільної кислоти. Каталізуюча дія карбоангідрази виявляється тільки в еритроцитах, бо у плазмі крові цього ферменту немає.

В умовах більш низької напруги  $\text{CO}_2$  (в легенях) карбангідраза прискорює реакцію дегідратацію, що приводить до витиснення  $\text{CO}_2$  із крові.

В процесі перетворення вугільної кислоти і переходу  $\text{CO}_2$  з плазми в еритроцити важливе значення відіграють іони  $\text{K}^+$  і  $\text{Na}^+$ . Транспортування вугільної кислоти в основному плазмою крові.

Частина вугільної кислоти транспортують не в формі  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , а в вигляді карбамінової форми, тобто з'єднання  $\text{CO}_2$  і  $\text{NH}_3$  групою білку.

Це з'єднання дисоціює без участі ферменту з великою швидкістю (наприклад в крові зародка).

### **Газообмін в тканинах.**

Внутрішнє, або тканинне, дихання відбувається на рівні клітин організму. Воно складається з таких процесів: обмін кисню між артеріальною кров'ю і міжклітинною рідиною, переміщення кисню до клітин, використання його у процесах окислення, утворення вуглекислого газу та його перехід з клітин у кров венозної частини капілярів. Окислення — це біологічний процес, що починається з відщеплення водню від речовини, яка окислюється. Цей процес відбувається за участю ферментів дегідраз. Після відщеплення водню речовина, збагачена киснем, розпадається на прості складові, що супроводжується звільненням енергії. Далі водень з'єднується з киснем, утворюючи воду. Вуглекислий газ утворюється внаслідок відщеплення вуглецю та кисню від карбоксильних груп за участю ферментів декарбоксилаз. У ссавців кількість утвореного вуглекислого газу становить 2-8 мл за 1 хв в 1 кг м'язів.

Різні тканини у стані відносного спокою споживають неоднакову кількість кисню. Так, за 1 хв кілограм печінки споживає 27 мл кисню, підшлункової залози — 40, а селезінки — 50 мл. Якщо в тканини надходить менше кисню, ніж потрібно, то цей стан характеризується як гіпоксія. До неї дуже чутлива нервова тканина. При гіпоксії спостерігається втрата свідомості через розлади, що мають місце у центральній нервовій системі. Якщо постачання кисню припиняється повністю, то настає аноксія, що спричиняє морфологічні зміни у тканинах і призводить до смерті. Нестача кисню у крові має назву гіпоксемії.

У тканинному диханні важливу роль відіграє міоглобін, тобто гемоглобін, що міститься у м'язах. Міоглобін забезпечує резервне джерело кисню і віддає кисень тканинам, коли напруження цього газу знижується в умовах інтенсивної роботи м'язів. Міоглобін знаходиться в саркоплазмі клітин у концентрації 0,2-0,6%. Особливо багато його у тварин, що добре пірнають і довго перебувають під водою (тюлені, кити). У цих тварин міоглобін може зв'язувати майже половину кисню, що надходить в організм з вдихуванням повітрям. Підвищений вміст міоглобіну виявлено також у овець, які утримуються на гірських пасовищах. Це зумовлено тим,



що на значних висотах атмосферний тиск, а разом з тим і парціальний тиск кисню знижені. Багато міоглобіну міститься у серцевому м'язі, де він під час діастолі приєднує кисень, а в момент систоли віддає його міокарду.

Напруга  $\text{CO}_2$  в клітинах - 60мм.рт.ст., тканинної рідини -46, артеріальної крові -40. При цьому  $\text{CO}_2$  іде в бік більш низького тиску.

Тиск  $\text{O}_2$  в клітинах (вони його поїдають)=0, тканинної рідини 20-40, а в артеріальної крові 100, тому  $\text{O}_2$  іде до тканин.

Кількість  $\text{O}_2$ , що поступило в тканини називається коефіцієнт утилізації кисню.

$$K = \frac{\text{вміст } \text{O}_2 \text{ в артер. крові} - \text{вміст } \text{O}_2 \text{ в веноз. крові}}{\text{вміст } \text{O}_2 \text{ в артер. крові}}$$

В спокої він дорівнює 30-40 %, при м'язовій роботі 60%.

У м'язах міститься міоглобін (м'язи крил, ноги, серце). При роботі м'язів кровообіг сповільнюється і тканини  $\text{O}_2$  беруть з гемоглобіну. Коли умови для надходження крові покращується, гемоглобін насичується  $\text{O}_2$ .

Тканинне дихання (внутрішнє) - процес внутрішньоклітинного споживання  $\text{O}_2$  з виділенням  $\text{CO}_2$ . Між потребою  $\text{O}_2$  і виділенням  $\text{CO}_2$  - пряма залежність. Про інтенсивність дихання судять по кількості  $\text{O}_2$ .

При диханні в ізольованих клітинах окислюються поживні речовини з утворенням  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2\text{O}$ .

В клітинах знаходяться ферменти оксидази, що забезпечують взаємозв'язок флавінових ферментів з  $\text{O}_2$  і отримуючи назву цитохромів (хромопротейди) (близькі до гему гемоглобіну). Цитохроми - посередники між  $\text{O}_2$  і відновленими формами флавінових ферментів.

$\text{CO}_2$  утворюється в результаті відщеплення від органічних к-т карбоксильних груп (декарбоксилірування).

#### **4.Регуляція дихання.**

Механізм регуляції дихання надзвичайно складний. Частота й глибина його залежать від потреб організму в кисні і змінюються завдяки нервовим та гуморальним регуляторним механізмам. Дихальний центр має складну будову, його нервові клітини розміщені на шести рівнях центральної нервової системи.

**Нервові центри дихання.** Ще Флуранс у, 1842 та наш вчений у 1885 р. М. О. Миславський встановив, що нервові клітини, які регулюють дихання, знаходяться у довгастому мозку зліва і справа на дні четвертого мозкового шлуночка. Подразнення одних (вентральних) супроводжувалось вдихом, а інших (дорсальних) — видихом. Це дозволило поділити згадані клітини функціонально і морфологічно на центр вдиху (інспіраторний) і центр видиху (експіраторний). Вони зв'язані між собою нервовими волокнами.

Дихальні рухи потребують координаційні діяльності великої кількості м'язів.

При вдихові одночасно повинні скорочуватись м'язи діафрагми, грудної клітини, крил носа і гортані. Поступово їх скорочення визначається глибиною видиху.

Видих проходить при одночасному розслабленні цих м'язів. Ритм і величина скорочень забезпечує необхідну вентиляцію легень.

А потім було встановлено, що в області варолієва моста знаходиться вищий дихальний центр (пневматичний). Він забезпечує ритмічне чергування вдиху і видиху.

*Рефлекторна регуляція вдиху видихом і, навпаки, видихом вдиху відбувається за участю механорецепторів, розміщених у гладеньких м'язах бронхів та бронхіол. Під час вдиху подразнюються рецептори, чутливі до розтягування легень, Імпульси від цих рецепторів передаються по аферентних волокнах блукаючих нервів у центр дихання, а саме у центр видиху. Як наслідок стимулюється діяльність центру видиху і гальмується центр вдиху.*

*При видиху подразнюються інші механорецептори, чутливі до спадання легень. Збудження від них йде по блукаючих нервах у центр вдиху, стимулює його і гальмує центр видиху. Така залежність діяльності дихального центру від зміни об'єму легень вперше досліджена Е. Герінгом та Брейєром, тому такі рефлекторні впливи саморегулювання на дихальний центр називаються рефлексом Герінга — Брейєра.*

Від дихального центру ідуть імпульси до мононейтронів, розташованих і в грудному відділі спинного мозку, іннервуючим м'язи грудей діафрагму.

При відокремленні спинного мозку від довгастого дихання припиняється, а ніс і гортань ще рухається, так як імпульси до них ідуть безпосередньо від довгастого мозку.

Детальне вивчення показали, що дихальний центр розташований в області дна 4-го мозкового шлуночка і є парним. Кожна його половина іннервує дихальні центри тієї ж половини.

*Автоматія дихального центру.* Дихальний центр характеризується ритмічністю своєї діяльності, яка обумовлена автоматичними розрядами в нейронах дихального центру. Це можна судити за ритмічними коливаннями біопотенціалів.

Вперше відмітив І. М. Сеченов, що автоматія дихального центру регулюється імпульсами, що йдуть від рецепторів легень, судинних рефлексогенних зон, дихальних і скелетних м'язів, а також імпульсами від розташування нервових центрів, що розташовані вище.

Дихальний центр здатний змінювати глибину і частоту дихання, пристосовуючи легеневу вентиляцію до потреби організму.

Накопичення в крові  $\text{CO}_2$  є фактором, що викликає подразнення дихального центру.

### **Роль вугільної кислоти в регуляції дихання.**

Основним фактором, що регулює дихання **нейрогуморальним** шляхом, є вугільна кислота.

Пряма дія вуглекислого газу на дихальний центр довгастого мозку підтверджується дослідом Фрідеріка (перехресний кровообіг). Кров з підвищеною концентрацією вугільної кислоти обтікає нервові клітини дихального центру і сильно стимулює їх діяльність через так звані центральні хіміорецептори. Як наслідок, дихання підсилюється і стає частішим.

Дослід полягає у тому, що у двох, розміщених поряд, собак, що перебувають під наркозом, перерізають по одній сонній артерії і з'єднують їх нахрест.

Дослід на собаках Л.Фредерика. В досліді Дж. Холдена в газовій камері, де  $\text{CO}_2$  повністю поглинається лугами зниження  $\text{O}_2$  до 14% не викликало помітного посилення дихання. Якщо проходить порушення аерації дихального центру, то настає посилення і прискорення дихальних рухів.

Збільшення складу  $\text{CO}_2$  в вдихувальному повітрі збільшує його вміст в альвеолах і в артеріальній крові. При цьому різко збільшується легенева вентиляція.

При коливаннях вмісту  $\text{O}_2$  і  $\text{CO}_2$  у вдихальному повітрі дихання регулюється так, що підтримується постійність вмісту  $\text{CO}_2$ , а не кисню.

Стимуляція дихального центру вугільної кислоти крові відбувається так як при безпосередньому впливу на інспіраторні нейрони, так і шляхом збудження хеморецепторів судинних рефлексогенних зон.

Введення вугільної кислоти в ділянки мозку посилює дихання і збільшує електричні заряди.

Думка про те, що діє не сама  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}^+$  не зовсім справедливо.

У регуляції дихання беруть участь також інші хімічні речовини — продукти обміну, гормони, ферменти, вітаміни і т.д. Наприклад, гормон мозкової частини надниркових залоз — адреналін, як і інші катехоламіни, діє подібно симпатичній нервовій системі, тобто прискорює дихання.

### **Рефлекторна регуляція за різних умов.**

Дихання дуже сильно реагує на різні подразники екстеро- і інтерорецепторів.

Майже будь-яке підпорогове подразнення рецепторів супроводжується рефлекторною реакцією дихання.

*При вдиху збуджуються барорецептори, імпульси від яких в центрі (довгастому мозку) передаються на експіраторні нейрони, і проходить видих, і навпаки, імпульси, які виникають при видиху, в дихальному центрі передаються на інспіраторні нейрони, і проходить вдих.*

**Умовно-рефлекторна регуляція дихання.** Великі півкулі забезпечують найтонше пристосування організму до змін умов навколишнього середовища.

*Зміна частоти і глибини дихання можна одержати під впливом умовних рефлексів (лампочка +  $\text{CO}_2$  → посилює дихання, лампочка → посилює дихання).*

*Зниження кров'яного тиску в аортально-каротидній зоні стимулює дихальну діяльність, а підвищення її веде до ураження дихання.*

*Короткочасне больове подразнення в перший момент викликає коротку зупинку дихання, а тривала біль - збільшує частоту дихання.*

*Захисні рефлекси -запобігають несподіваному проникненню в легені великої кількості подразнюючих сполук.*

*При вдиханні подразнюючих газів ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{Cl}$ ) настає затримка дихальних рухів. Відбувається закриття голосової щілини і скорочення бронхіальної мускулатури, що звужує отвір повітряносних шляхів.*

*Рефлекторна зупинка дихання супроводжує кожен акт ковтання, щоб їжа не потрапляла в дихальні шляхи.*

**Чейн-стоксово або періодичне дихання** - характеризується довільною зміною дихання і спокою. Воно зумовлює падіння збудливості дихального центру. Тварини роблять декілька дихальних рухів і знову настає пауза.

Таке дихання настає після підсиленої легеневої вентиляції, а також в результаті поверхневого дихання.

**Регуляція дихання при м'язовій роботі.** М'язова робота завжди супроводжується збільшенням легеневої вентиляції, вона служить в процесі еволюції основним стимулом до розвитку механізмів дихання.

При раптовій інтенсивній м'язовій роботі утворюється велика кількість молочної кислоти, яка повністю не може окислитись до кінцевих продуктів (води та вуглекислого газу) через нестачу кисню. Такий стан називається кисневою заборгованістю. Він зникає після припинення м'язової роботи. Наявність різної кількості вуглекислого газу в організмі визначається термінами гіпер-, нормо- та гіпокапнія.

### **Дихання в умовах пониженого атмосферного тиску.**

Відомо, що при підйомі вгору атмосферний тиск, а разом з ним і парціальний тиск газів знижується — кисню та вуглекислого газу у вдихуваному повітрі стає менше. Тварини, що не пристосувались до таких умов і переселені на високогірні пасовища, одразу відчувають нестачу кисню. У них може виникнути гірська, або так звана висотна хвороба, яка виявляється у сповільненні роботи серця, зниженні тиску крові, порушенні рівноваги, появі некоординованих рухів та розладу вищої нервової діяльності. У людей спостерігаються запаморочення, втрата свідомості. Всі ці розлади спричиняються гіпоксією. При гіпоксії організм намагається компенсувати нестачу кисню збільшенням частоти дихання. Але разом з цим значно зростає вентиляція легень, що призводить до надмірного видалення з крові вуглекислого газу, необхідного для нормальної роботи дихального центру.

Від нестачі кисню на висоті виникає **гіпоксія**. Гіпоксія буває дихальна, циркуляторна, анемічна і гістотоксична.

Швидкий підйом на висоті і вдихання чадного газу призводить до швидкої втрати свідомості. Від нестачі  $O_2$  перш за все страждає мозок і сітківка ока (за 5-6 хв. в мозку не зворотні явища при відсутності  $O_2$ ).

Скелетні і гладенькі м'язи без  $O_2$  зберігають життєдіяльність довго.

**Дихання при високому атмосферному тиску.** Зміна дихання відбувається також при підвищенні атмосферного тиску, наприклад, у водолазів та людей, що працюють у кесонах на значних глибинах. Щоб протистояти тиску води, у скафандр чи кесон нагнітається повітря під тиском, що призводить до підвищення парціального тиску газів у альвеолярному повітрі. За таких умов у плазмі крові значно збільшується кількість кисню, вуглекислого газу та азоту у фізично розчинному стані. Саме ця частина кисню та двоокису вуглецю через хіміорецептори змінює активність дихального центру. Складність полягає ще й у тому, що при різкій декомпресії, а це буває під час швидкого підняття організму з глибини, надмірно розчинений у плазмі азот не встигає залишити організм з видихуванним повітрям. За умов зниженого тиску азот плазми перетворюється на пухирці газу, які, рухаючись разом з кров'ю до судин вузького діаметра, закупорюють їх, тобто настає емболія, що спричиняє так звану кесонову хворобу.

*Нестерпний біль пронизує організм, різко змінюється дихання та діяльність усіх систем, може бути втрата свідомості та смерть. Вийти з такого коматозного стану можна, повернувши організм у попередні умови підвищеного атмосферного тиску.*

**Дихальні функції шкіри.** *Якщо шкіру собаки покрити лакуючими речовинами, то вона з часом загине від задухи.*

*Дихання через шкіру доповнює легеневе. Особливо посилено через шкіру виділяється CO<sub>2</sub> з потом.*

*Газообмін на одиницю поверхні шкіри і легень однакова (площа альвеол в 100 разів більша площі шкіри, а газообмін кожної складає 1% загального газообміну). Обмін газів в шкірі, як і в легенях, в силу різниці парціального тиску газів.*

*Залежить від фізичної роботи, t<sup>0</sup> повітря, барометричного тиску.*

*Слід зазначити, що дихання чистим киснем, особливо а умовах підвищеного тиску (4-6 атм), дуже шкідливе. Через 3-4 год виникає кисневе отруєння, яке супроводжується розладами в діяльності центральної нервової системи, судомами. Тривале вдихання кисню призводить до морфологічних змін у паренхімі легень і в результаті до смерті. Озон в збільшених кількостях також отруює організм. Чадний газ ще шкідливіший, оскільки у 200-300 разів легше за кисень, з'єднується з гемоглобіном. При наявності у вдихуваному повітрі 0,5% (об. доли) чадного газу, 88% гемоглобіну перетворюється в карбоксигемоглобін і тому втрачає здатність з'єднуватися з киснем та переносити його. За таких умов потрібно забезпечити дихання чистим киснем під тиском 3 атм.*

*При відсутності дихальних рухів у новонароджених тварин і зупинці дихання з різних причин треба застосовувати штучне дихання методом стиснення грудної клітки. Стиснення забезпечує видих, а розширення — вдих.*

### **5. Особливості дихання птахів.**

*Система органів дихання відрізняється від ссавців.*

*-відносно довга трахея;*

*легені міцно прикріплені до ребер і хребців і зв'язані з повітроносними мішками;*

*-відсутня діафрагма;*

*-грудна кістка далеко видається назад і закриває грудочеревну порожнину знизу;*

*- ребра складаються із двох частин, пряме прикріплення грудної частини ребра до кістки без хрящів.*

*- Характерна особливість - наявність повітроносних мішків, які у вигляді складок розміщені між петлями кишок, навколо серця і відростками заходять в трубчасті кістки. Повітроносні мішки - резерв повітря, необхідний при польоті, являються охолоджувачами, зменшують вагу птиці в польоті і при плаванні. Вони не приймають участі в газообміні. Число дихальних рухів за 1 хв, у курей -22-25, гусей -9-10, качок - 10-15.*

Механізм вдиху - зміщуються ребра назад і вниз і збільшується грудночеревна порожнина. Повітря всмоктується в легені і через них по бронхам поступає в повітроносні мішки.

При видиху - грудна клітка стає в першочергове положення, повітря повертається в легені і другий раз проходить через них. Внаслідок цього - нормальний обмін, хоча легені маленькі.

**Лекція 21**  
**Тема: Виділення.**  
**План**

1. Видільна функція нирок.
2. Клубочкова фільтрація сечі.
3. Реабсорбція сечі.
4. Регуляція діяльності нирок.
5. Виведення сечі.

**Рекомендована література**

1. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д. Фізіологія тварин : підручник. Вінниця: Нова книга. 2010.
2. Науменко В.В., Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник. К.: ЦУЛ, 2009. 568 с.
3. Науменко В.В., Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум. К.: ЦУЛ, 2009. 264 с.
4. Чудак Р.А., Мельникова Т. В. Фізіологія сільськогосподарських тварин: практикум. Вінниця: ВДАУ, 2003. 144 с.
5. Чудак Р.А., Непорочна О. Т. Фізіологія сільськогосподарських тварин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2011. 104 с.

1. В результаті життєдіяльності організму накопичуються непотрібні продукти обміну і навіть шкідливі. Вони виділяються в основному нирками. Крім нирок в процесі виділення приймають участь легені, шкіра, травний тракт.

**Система виділення нирок (регуляторна)**

- водний обмін
- осмотичний тиск
- іонний склад і кислотно-лужна рівновага плазми.

**Будова нирки.** два шари: **корковий і мозковий.**

В корковому нефроні - функціональні одиниці нирок, пред'явлені капсулами Шумлянського - Боумена.

Капсули переходять в каналці - проксимальний звитий каналець I порядку (корковий шар) петля Генле (мозковий шар), дистальний каналець II порядку, збірний каналець.

До капсули підходять приносні кровеносні судини, що приносять кров розгалужуються, утворюють мальпігієвий клубочок, що складається з 50 петель. Від судини відходять капіляри, обвиваючи звивисту частину каналця.

Тиск в середині капіляру мальпігієва клубочка 70-90 мм.рт.ст., а в капілярах відвідної судини 20-40 мм. Різниця в тиску забезпечується різницею діаметру судин.

На межі між корковим і мозковим шаром розташовані клубочки які більші звичайних. Ця зона наз. **юкстамедулярна** або **інтермедуальна**. Приносна артерія в них по діаметру рівна вивідній.

Вивідна артерія не розпадається на капілярну сітку, а опускається у вигляді окремих судин в мозковий шар нирки, де кожен із них розпадається на групу прямих

паралельних судин, діаметр яких лиш небагато менше, ніж у відповідних артеріол. Ці судини ідуть від клубочка по напрямку до сосочка, де утворює петлю, повертається в корковий шар і вливається в дугову або міждольові вени.

Передбачають, що ці прямі судини являють собою потенціальний обхідний шлях для прямого проходження крові із артеріальної системи в венозну через юкстамедулярні клубочки.

Цей шлях використовується при ішемії нирки (кори). При цьому юкстамедулярні судини розширюються і вся кров, що проходить через них може залишатися артеріальною.

В нормі - відведенню крові з кори в юкстамедулярну зону перешкоджають спеціальні запираючі механізми (шунти). В нормі 80% крові проходить через звичайні коркові клубочки і тільки 20% - через юкстамедулярні.

Важливу роль відіграють юктагломерулярний навколочубочковий комплекс - група епітеліальних клітин, утворюють навколо приносних артеріол муфту. Багато хто вважає, що цей комплекс виділяє гормон **ренін**, що підвищує кров'яний тиск.

Згідно сучасній фільтраційно - реабсорбційній теорії сечоутворення, в порожнину капсули Шумлянського-Боумена з плазми крові, що проходить через капіляри клубочка, фільтрується вода і розчинні в ній сполуки. В ниркових канальцях проходить зворотне всмоктування - реабсорбція води і ряд сполук, які в ній розчиняються.

## **II. Клубочкова фільтрація сечі.**

Продукти обміну виділяються в капсулі Шумлянського-Боумена в склад первинної сечі внаслідок великої різниці гідростатичного тиску в капілярах і порожнині капсули.

Первинна сеча (итііа) - це безбілковий фільтрат плазми крові. Однаково в первинній сечі всіх тварин білки знаходяться  $\approx 30\text{мг}\%$ . За добу складає до 50 г. Через клубочковий апарат можуть проходити частинки молекулярної маси  $< 65000$ , а альбуміни (найпростіші білки) мають масу 75000. Весь білок, що попав в первинну сечу всмоктується назад в проксимальних канальцях. Зворотне всмоктування проходить через цитоплазму епітелію. Якщо ці клітини уражаються - білок з'являється в сечі.+

Клубочків дуже багато - на  $1\text{м}^2$  поверхні тіла теплокровні тварини нараховується 2млн. клубочків. Функціонує їх 50-90%.

Кількість первинної сечі визначається вмістом  $\text{H}_2\text{O}$  в організмі, рівнем обміну речовин. Її дуже багато. У корів за добу виділяється 540-1800 л первинної сечі. Це можливо при багатому кровозабезпеченні. Якщо корова виділяє 15л сечі, то через нирки проходить 18000 л крові. Із кожних 6-10 л. крові утворюється 1л фільтрату.

Фільтруючою силою є кров'яний тиск в капілярах клубочків, а силою протидіючої фільтрації - онкотичний тиск крові і тиску сечі в капсулі. Якщо кров'яний тиск в капілярах клубочків вищий ніж сума цих протидіючих сил - фільтрація проходить нормально. Зниження кров'яного тиску в нирковій артерії або підвищення його в середині капсули припиняє утворення первинної сечі.

Ниркові канальці- це тонкі трубочки, складаються із 3-х сегментів :



1). проксимальний відділ, проксимальний відділ від капсули до петлі Генле (звивисті каналці I порядку);

2). тонкий сегмент петлі Генле;

3). дистальний - від петлі Генле до збиральної трубочки (звивисті каналці другого порядку).

Епітелій - в каналцях I-го порядку циліндричної форми, нисхідна частина петлі Генле - сплющується; висхідна петля і каналці II -го порядку - кубічний епітелій. Клітини збиральних трубочок - плоскі, а між ними розташовані клітини з великою кількістю зерен і мітохондрій. Вони здійснюють реабсорбцію і секрецію.

Поверхня циліндричних клітин проксимального відділу має щіткову кайму, яка збільшує робочу поверхню клітин в 40 разів. В цьому відділі повністю назад всмоктується глюкоза, біля 80% профільтрованого Na і Cl. З'ясовано, що з 90л первинної сечі утворюється 1 л вторинної, яка за складом різко відрізняється від плазми крові. Так, кількість CO (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> сечовина збільшується в 60 разів, NH<sub>3</sub>-в 40 разів, фосфатів - в 30 разів, сечової кислоти а 25 разів.

Отже в ниркових каналцях проходять фізіологічні процеси, що ведуть до утворення вторинної сечі.

### **III. Реабсорбція сечі.**

Водовидільна функція нирок включає слідує процеси:

- фільтрацію
- проксимальну (обов'язкову) реабсорбцію
- дистальну (факультативну) реабсорбцію
- осмотична концентрування сечі

Перші два процеси стабільні. Вода дифундує через стінку каналців іде слідом за натрієм, який активно реабсорбує глюкозою іншими речовинами. При цьому вирівнюється осмотичний тиск між кров'ю і сечею по мірі її утворення. 6/7 води фільтрату знову всмоктується а 1/7 поступає в східну частину петлі Генле.

Дистальна (факультативна) реабсорбція дуже мінлива. Її розміри повністю визначаються умовами водно-солевого обміну. Вона може повністю бути відсутньою, або проходити інтенсивно (сечі виділяється мінімальну кількість, необхідна для виведення осмотично активних продуктів).

Рушійна сила дистальної і проксимальної реабсорбції - осмотична нерівномірність, що створюється роботою клітин. Різниця в тому, що проксимальний кінець завжди проникливий для води, а дистальний - регулюється ступенем гідратації клітин.

В дистальному сегменті вода і Na абсорбуються як незалежні сполуки, тому в сегменті може виділятися або майже чиста вода або сильна гіпертонічна сеча.

Функціональну діяльність ниркових каналців з'ясовують по вмісту сульфатів в плазмі і сечі. Допускають, що сульфати, переходячи в первинну сечу не піддаються зворотному всмоктуванню.

Різні сполуки не в однаковій мірі піддаються зворотному всмоктуванню. Глюкоза і амінокислоти реабсорбуються майже повністю, а (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO всмоктується дуже слабенько.

Механізм реабсорбції сполук неоднаковий Na, глюкоза, амінокислоти і деякі інші сполуки всмоктуються активно за їх концентраційним градієнтом.

Вода і хлориди поступають пасивно на основі закону дифузії і осмосу. Цей пасивний процес іде паралельно активному транспорту органічних і неорганічних сполук. В звивистих каналцях першого порядку сеча ізотонічна з кров'ю.

В петлях Генле ізотонічність сечі порушується внаслідок функціонування особливого механізму - зворотно - протитечійної системи.

В чому ж функція петлі Генле. Насхідне і висхідне коліно стикаючись між собою функціонують як єдиний механізм.

Епітелій нисхідного відділу проксимального петлі пропускає воду в тканини, але не пропускає іонів Na.

В висхідному відділі (дистальному) петлі всмоктується Na, а H<sub>2</sub>O епітелій не пропускає.

Перехід H<sub>2</sub>O в проксимальному відділі здійснюється завдяки всмоктуванню в дистальному відділі Na. А- всмоктування Na-сприяє реабсорбцію H<sub>2</sub>O.

Таким чином петля Генле працює як концентраційний механізм, що приводить до реабсорбції великої кількості H<sub>2</sub>O і Na<sup>+</sup>.

В звивистих каналцях II (другого) порядку іде далі всмоктування Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, H<sub>2</sub>O і інші сполуки. Але величина всмоктування цих сполук залежить (на відміну від петлі Генлі і проксимальних каналців) від рівня цих сполук в крові, що являється важливим регулятором концентрації іонів в організмі.

Реабсорбція Na<sup>+</sup> в проксимальному сегменті припиняється, тоді концентрація його в первинній сечі падає до рівня 1/2 його концентрації в плазмі. В дистальному ж сегменті Na<sup>+</sup> може реабсорбуватись нирки повністю, в залежності від кількості Na в організмі.

В збиральних трубках проходить подальша концентрація сечі внаслідок всмоктування води.

Ниркові каналці несуть і секреторну функцію.

В підтримці осмотичного тиску крові (осмотичного гомеостазу) особлива роль належить ниркам.

При доступі в організм великої кількості води або солей нирки видаляють їх і тим самим відновлюють осмотичний тиск. Цим займаються і потові залози і травний тракт, і нирки реагують на зміну осмотичного тиску дуже швидко.

Введення гіпотонічних і гіпертонічних розчинів в організмі веде до зміни діурезу.

### **ІУ. Регуляція діяльності нирок.**

Регулюють осмотичний тиск осмоцентри, які знаходяться в проміжному мозку.

Осморецептори - клітини, в яких є вакуолі, заповнені рідиною. Осмотичний тиск цієї рідини дорівнює осмотичному тиску крові і тканинної

рідини. Якщо тиск збільшується - вода з вакуолі виходить і навпаки.

Імпульси передаються в проміжний мозок і гіпофіз виділяє відповідний гормон.

При гідремії крові кількість гормону зменшується і нирки виділяють багато води.

Гідроурез і натрійурез забезпечується в організмі переважно шляхом секреції альдостерону і вазопресину. Ці гормони стимулюють реабсорбцію, тобто

зменшують виділення натрію і води. Якщо воду і  $\text{Na}^+$  в організмі багато, то секреція гормонів зменшується.

Реагують на це волюмрецептори. Ці рецептори знаходяться в лівому передсерді. Вони рееструють ступінь розтягнутості м'язів передсердя під час діастоли. В області черепа знаходяться волюмрецептори, реагують на зменшення об'єму інтерстиціальної рідини.

Осморецептори є в усіх організмах і тканинах (гіпоталамусі, печінці, селезінці і інші.)

З виведенням з організму  $\text{K}^+$  є свої особливості. Весь  $\text{K}^+$ , що переходить реабсорбується в проксимальному відділі, а в дистальному відділі він з'являється як продукт екскреції клітин.

Виведення калію знаходиться під контролем мінералкортикоїдів.

Осморегулюючі механізми дуже чутливі. Зміна осмотичного тиску на 2% призводить до зменшення реабсорбції у 2 рази.

Зворотне всмоктування окремих сполук знаходиться в залежності від їх концентрації в крові.

На цьому базується уява про поріг виведення. Це концентрація сполук в крові, при якій воно не може бути повністю реабсорбовано в каналцях і попадає в кінцеву сечу. Глюкоза вище 180 мг % в крові - виділяється з сечею, при цьому посилено виводиться вода (поліурія при цукровому діабеті).

Нирки - відіграють велику роль в підтримці кислотно - лужної рівноваги. Реакція сечі -4,7-6,1 а крові 7,35-7,45. Це тому, що двовуглекислий натрій краще реабсорбується, ніж фосфати, а фосфати роблять її кислою. При ацидозі виділяється більш кисла сеча ( $\text{Na H}_2\text{PO}_4$ ), (однозамін. фосфорнокислий натрій), а при алкалозі - більш лужна ( $\text{Na}_2 \text{HPO}_4$ ) (двозаміщений фосфорнокислий натрій)

$\text{NH}_3$ , який виділяється нирками, нейтралізує кислі продукти, заміщає в солях  $\text{K}^+$  і  $\text{Na}^+$ , сприяє їх збереженню.

Нирки регулюють також іонний склад крові, підтримує співвідношення Ca, P, K, Na. Це проходить в дистальних звивистих каналцях, де реабсорбція проходить в відповідності з наявністю того чи іншого елемента в крові.

Функція нирок регулюються симпатичною і парасимпатичною нервовою системами прямим шляхом або через гіпофіз.

На утворення сечі впливає:

-антидіуретичний гормон гіпофізу (збільшує зворотне всмоктування води);

-кортикоїди наднирників - збільшує діурез стимулює реабсорбцію Na і поглинає K.

-тироксин - пригнічує реабсорбцію води, збільшує діурез;

-паратгормон - стимулює реабсорбцію  $\text{Ca}^{++}$ .

При зменшенні функції задньої долі гіпофізу виділення сечі посилюється і розвивається хвороба "нецукрове сечовиснаження".

Функція нирок регулюється також і нервовим шляхом.

При больовому подразненні відмічається різке обмеження сечовипускання (олігурія) і навіть повне його припинення.

Подразнення блукаючого нерва супроводжується зменшенням, а переріз збільшується вміст в сечі кухонної солі.

Управління діурезом здійснюється і корою великих півкуль головного мозку. Нервова регуляція функції нирок має велике значення для новонароджених тварин. Денервація у них веде до переродження ниркової паренхіми.

Утворення сечі досягає максимуму через 30-40 хв. після прийому рідини, зниження діурезу відбувається, якщо 60% введеної  $H_2O$  вже виділялось нирками.

### **У.Виведення сечі.**

**Сеча** - збирається в ниркових мисках, а звідти по сечоводу в сечовий міхур. По сечоводах сеча рухається завдяки перистальтичним скороченням стінок міхура.

Сечовий міхур - порожнистий. Стінки його складаються з 3 (трьох) шарів гладеньких м'язів.

Середній кільцевий, а зовнішній і внутрішній - поздовжній.

Сфінктер сечового міхура знаходиться в місці переходу міхура в сечовипускний канал.

По ходу каналу знаходиться м'яз, виконує функцію зовнішнього сфінктера. Обидва сфінктера погоджені в дії.

При переповненні сечового міхура сеча затримується в мисках і сечоводах.

З сечоводів в результаті антиперистальтичних рухів повертається в миску. Тиск там перешкоджає фільтрації первинної сечі.

Рухальними нервами сечового міхура являється парасимпатичний (подразнення скорочує мускулатуру і розслабляє сфінктер) і симпатичний (подразнення розслабляє мускулатуру і скорочує сфінктер).

Центри рефлексів сечовипускання знаходяться в спинному мозку.

Рефлекторні реакції здійснюються під контролем центрів довгастого мозку.

Рецептори закладені в стінках міхура.

Кількість сечі в різних с.-г. тварин.

кінь-5-10

корова -6-25

вівця-0,5

свиня-2-5

кішка-0,05-0,2

кріль-0,04-0,1

собака 0,5-2,0

Залежить кількість від кількості надходження в організм води і солей, а також від втрати води випаровуванням з поверхні тіла і дихальних шляхів.

У птиці сечового міхура немає, сечоводи відкриваються в клоаку, де сеча змішується з калом і виділяється з організму. Напіврідка маса. В ній багато сечової кислоти в вільному стані.

Нирки - головний, але не єдиний орган виділення. Через шкіру і з потом виділяється вода, сечовина, сечова кислота, мінеральні речовини. Потові залози до деякої міри замінюють нирки. При захворюванні нирок кількість поту може бути збільшено в 2-3 рази. 96 %  $H_2O$  і 4% сухої речовини. Щільність сечі 1,032-1,042 г/см<sup>3</sup>. Реакція у жуйних і коней лужна -(7,1-8,7)рН, у свиней слабокисла або лужна (рН5,7 -7,1).

До складу:

Органічні речовини: сечовина, сечова кислота, пуринові основи (аденін, гуанін, ксантин, гіпоксантин), гіпурова кислота, креатинін.

Пігменти: уробілін, урохром.

Неорганічні сполуки:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ , сірчанокислі та фосфорнокислі солі.

Осмотичний тиск сечі 23-30 мм.рт.ст.

## Лекція 23

### Фізіологія лактації

План.

1. Лактація як взаємозв'язана функція цілого організму.
2. Ріст і розвиток молочних залоз.
3. Форма вимені у корів і її значення для молочної продуктивності і машинного доїння.
4. Молоко і його склад у різних с.-г. тварин.
5. Молозиво.
6. Фізіологія молокоутворення.

#### Рекомендована література

1. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д. Фізіологія тварин : підручник. Вінниця: Нова книга. 2010.
2. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник. К.: ЦУЛ, 2009. 568 с.
3. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум. К.: ЦУЛ, 2009. 264 с.
4. Чудак Р.А., Мельникова Т. В. Фізіологія сільськогосподарських тварин: практикум. Вінниця: ВДАУ, 2003. 144 с.
5. Чудак Р.А., Непорочна О. Т. Фізіологія сільськогосподарських тварин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2011. 104 с.

#### **І.Лактація як взаємозв'язана функція цілого організму.**

Всі ссавці виділяють молоко ,яким вигодовують.

**Лактація** - це процес утворення нагромадження і виведення молока з молочної залози. Секрет молочної залози. В цьому процесі приймають участь всі системи організму.

Рівень молочної продуктивності залежить не тільки від розвитку молочної залози, а також і від розвитку і діяльності всіх функціональних систем організму.

В процесі одомашнення відбору, підбору тварин людством були створені високопродуктивні породи ВРХ, овець, зебу, буйволів, кіз. Ці породи дають значно більше молока, а ніж для вигодовування приплоду.

У різних видів с.-г. тварин молочні залози розміщені в різних місцях. Продовження лактаційного періоду також різна.

**Лактаційний період** - це час на протязі якого молочна залоза синтезує і виділяє молоко.

У диких тварин він знаходиться в зворотній пропорційній залежності від тривалості; чим довше виношують малята тим більше розвинуті вони народжуються.

#### **Вагітність:**

ВРХ- 305 днів,  
свині 115 днів,  
кобила-270 днів,  
вівці-150 днів,  
качконіс 13-14 днів  
морські свинки-2 місяці,

#### **Лактація:**

9 міс.  
60 днів.  
360 днів  
4 міс.  
3-4 міс.  
10-12 днів,

тюлень-275 днів.

14-17 днів.

Тривалість лактації у с.-г. тварин залежить від виду, породи, походження, індивідуальних особливостей.

Секреторні процеси в молочній залозі відразу після отелу збільшується до 4-6 тижнів, і утримуються на конкретному рівні і до кінця лактації знижується. (**лактаційна крива**)

Існує функціональний зв'язок між лактацією і відтворювальними функціями.

### **II.Ріст і розвиток молочної залози**

Молочна залоза так, як і потові залози є прохідним шкіри.

Складаються з епітеліальної тканини (секреторна функція), м'язової тканини (локомоторна функція), сполучна тканина (опорний апарат), кровonosні, лімфатичні судини і нерви (регулюють молокоутворення і молоковіддачу).

Молочна залоза у телят починає розвиватися в ембріональний період.

Закладається в перші 1-1,5 міс. ембріонального розвитку у вигляді м'язових полосок.

У 2-місячного зародка - виникає 4 лінзи, складаються з епідермісу, утворюється у вигляді колби, потім перетворюється в секреторні і видільні клітини.

У 2,5 міс. - у вигляді колби орган набуває форму епітеліальної лійки.

У 3 міс.-епітеліальний тяж приростає під сосок і в середині нього утворюється вузький канал.

У 4 міс. виникає лійка, шийка лійки, соскова і вим'яна цистерна. Потім ці утворення ростуть.

У 8-9 міс.-навколо лійки розростаються гладенькі м'язи утворюючи сфінктер каналу соска і вивідні протоки. Утворюється жировий шар навколо секреторних і вивідних елементів вим'я.

### **Будова вим'я.**

Зовні еластична шкіра, поверхнева фасція, глибока фасція, розділяє вим'я на дві половини (підтримуюча зв'язка). Кожна половина ділиться на дві частини (долі). Задні долі як правило розвинуті краще, а ніж передні.

**Кожна доля складається** із строми і паренхіми. Паренхіма представлена альвеолами, в яких утворюється молоко  $d = 0,1-0,8$  мм. Стінка альвеол складається з 3-х шарів - внутрішнього, який складається з циліндричних і кубічних залозистих і епітеліальних секреторних клітин, середнього - міоепітелій; поверхневого волокниста сполучна тканина.

Від альвеол відходять маленькі, потім вони об'єднуються в середні і в великі молочні ходи.

Останні відкриваються в молочну цистерну.

Кожна четверта частина вимені закінчується соском, маючи канал і сфінктер. На першому році життя у телиць сфінктер слабо розвинутий, а на 2-му - являє собою великі пучки гладеньких м'язів.

Живиться кров'ю через поверхневі соромітні артерії, а відтік крові - по поверхневих і внутрішніх соромітних і підшкірній черевній венах.

**Іннервація** - відбувається чутливими рухальними, вазомоторними і секреторними нервами. Шкіра - доцентровими волокнами спинномозкових нервів, а паренхіма - гілками від переднього і заднього пучків поверхневого сім'яного нервів.

### **III. Форма вим'я у корів і її значення.**

**За об'ємом вим'я** поділяється на велике, середнє і мале.

**За формою** - ванноподібне, чашоподібне, округле, звужене, козяче, і примітивне.

**За структурою** вим'я залозисте, залозисто- сполучнотканинне і сполучнотканинне.

Залозисте - краще, після видоювання сильно спадається і стає м'яким.

До першої тільності - у вимені переважає жирова тканина. У верхніх ділянках вимені більше залозистої тканини, в нижніх - сполучної. Інволюція залозистої тканини швидше настає також в нижніх ділянках вим'я.

Розвиток молочної залози проходить під впливом гормонів статевих залоз, гіпофізу, плаценти. В перші 2 місяці після розтелу - залоза функціонує дуже швидко за рахунок збільшення альвеол і підвищення їх секреції. В цей період вим'я досягає 3% маси тіла. Для синтезу 1л. молока через залозу повинно пройти 400-500 л крові.

Діяльність молочної залози залежить від:

- рівня енергетичного обміну,
- дихання і кровообігу,
- масажу,
- догляду за тваринами,
- годівлі і утримання.

### **IV. Молоко і його склад у різних с.-г. тварин.**

Молоко служить перш за все для задоволення харчової потреби новонароджених. Ця біологічна рідина складається з плазми (дисперсійне середовище) і найдрібніших частинок різних речовин (дисперсійна фаза). рН-6,3-6,9 (слабокисла), Осн. Тиск 6,6 атм.

Фізичні властивості - білі, замерзають при  $t^0$  -0,55 - 0,57  $^0C$ , закипає при 100,2  $^0C$ , щільність, питома вага -1,028-1,033.

Найважливіші складові частини: вода, молочний жир, молочний цукор, білки, фосфатиди, солі органічні, і неорганічні кислоти, ферменти, вітаміни і ін. Вони легко засвоюються.

**Вода** - це середовище в якій розчинні або завислі складові частини молока.

**Сухий залишок.**

**СОМО**- сухий обезжирений молочний залишок.

Калорійність молока -680-720 ккал/кг.

**Жир** - в молоці корів 2,7-6%. Фізичні властивості молочного жиру визначають вищі жирні кислоти. В молоці переважають від низькомолекулярних жирних кислот - масляна, капронова, капрілова, капрінова.

Знаходиться у вигляді емульсії або суспензії.

Жир у вигляді кульки, покриті найтоншою ліпопротеїновою оболонкою. При відстоюванні - кульки збираються на поверхні.

З різних ліпідів в молоці міститься фосфатиди (лецетини лецитинова), а також стерини (ергостерин, холестерин).

**Білки** - подані казеїном (81% всіх білків), лактоальбуміном і лактоглобуліном.

**Казеїн** - фосфопротеїди, в молоці з'єднані з солями Са і утворюють казеїн - кальцієвий комплекс. Знаходиться у вигляді казеїногену, під впливом органічних і інших кислот перетворюються в казеїн (відщеплення пептид) і випадає в осад.



Розрізняють 3(три) фракції **L, B, Y** звертання під впливом сичужного ферменту (при приготуванні сиру). Містить багато лейцину, глютамінової к-ти, лізину, проміну.

**Лактоальбумін** - сірковмістний розчинник у воді простий білок. Осаджується під впливом  $t^0$  (70-75<sup>0</sup> C). Молекулярна маса - 1,2-1,7 тис. В молоці 0,3-0,5 % в молозиві -10-12%.

**Лактоглобулін** -0,1-0,2% має захисні функції. Електрофорезом розділяють на еуглобулін і псевдоглобулін. Молекулярна маса 130 тисяч.

З небілкових азотистих сполук - сечовина, сечова кислота.

*Ксантин, пуринові основи, креатин, креатинін, гіпурова к-та, поліпептиди, амінокислоти, аміак.*

**Лактоза** - біля 4,7 % складається з глюкози і галактози. Легкозасвоювана. Має велике значення при виробництві кисломолочних продуктів, кумису.

**Мінеральні речовини** - 0,7- 0,8 % подані солями соляної, фосфорної і лимонної кислоти.

Найбільше всього солей Na, K, Ca, а також Fe, Si, J, Co та інші .

**Багато ферментів** - біокатализаторів. Більше всього - **пероксидаза, редуктаза, каталаза, ліпаза, фосфатаза, лактаза, протеїназа, пептидаза, АТФ-таза.**

**Вітаміни А,В,С,Д,Е,К, каротин.**

**У** кожної тварини - характерний хімічний склад молока (див. таблицю).

Склад молока змінюється під впливом:

- породи,
- стадії лактації,
- годівлі,
- умов утримання,
- періоду,
- індивідуальних особливостях.

Молоко як біологічна рідина має свій морфологічний склад. Воно містить багато різних клітин та інших частинок.

Більше всього в молоці епітеліальних клітин (великих, малих і середніх). Крім них нейрофільні лейкоцити і молочні тільця. При різних стадіях лактації в молоці міститься різна кількість клітин.

Молозиво-1,5-5,5 млн. в 1мл.

5-10 день-0,5 млн. в 1мл.

до кінця 1 місяця - 50 тис. в 1 мл.

По цитологічному складу молоко поділяють на три групи:

- молозиво,
- перехідне,
- зріле.

Кількісний і якісний вміст клітин в молоці має значення, при діагностиці захворювання.

**У.Молозиво.**

**Молозиво** - багате на нейтрофільні лейкоцити, епітеліальні клітини, вільні ядра та ін.

В перехідному молоці - ці клітини зустрічаються в малій кількості. В зрілому молоці - відсутні клітинні елементи в мазках.

Молозиво - секрет молочної залози 3-7 днів.

Фізичні явища - жовте, липке, має особливий запах, солонуватого смаку, при нагріванні звертається.

**Містить багато альбуміну а особливо глобуліну.**

Молозиво корів:  $H_2O$ -75%, білку 15-20% (глобуліну 7, альбуміну 5, казеїну 5%) жиру-5,5%, лактози-3,5%, мінеральних речовин -1%. Вітаміни.

Молозиво незамінний продукт. Від нього підвищується перистальтика, виділення меконію (первинного калу), функція травного тракту. Захисні функції.

**У I.Фізіологія молокоутворення.**

Синтезує молоко в клітинах залозистого епітелію і в епітеліальних клітинах вузьких протоків з попередників при участі ферментів. В цьому процесі беруть участь епітеліальні клітини великих молочних протоків, цистерни вимені і соска.

В період лактації змінюється форма і розмір клітин.

**Молокоутворення** - це складний процес, що включає поглинання попередників з крові, утворення більш складних речовин, виділення їх з клітин (екструзія) і відновлення попередньої структури клітин.

Забезпечує високий рівень синтетичних процесів кровопостачання. Із крові попередники поступають в клітини, мають місце реабсорбції.

Із клітин молоко поступає в альвеоли, де дозрівають під впливом ферментів і гормонів.

Процес екструзії здійснюється по різному:

Мерокріновий тип - (у середині лактації).

Леммокріновий - краплини відривають шматки плазматичної мембрани.

Апокріновий - (молозивний період) відриваються і відносять з краплинами молочного жиру частини клітинної мембрани і елементів цитоплазми залозистої клітини.

Голокріновий (інволюція) за рахунок дегенерації клітин і утворення всієї клітини в краплину секрету.

Молокоутворення відбувається нерівномірно. Найбільш інтенсивно - в перші 3 години після доїння.

Молоко у вимені умовно розділяють на центральну, альвеолярну і залишкову порції.

Порожнина альвеол молочних ходів і цистерн складає ємкісну систему вим'я.

По мірі заповнення вим'я м'язи вим'я розслаблюються, об'єм вим'я збільшується, тиск підвищується до 70 мм рт.

Механорецептори подразнюються, секреція гальмується молоком.

	Суха речов.	Жир	Білок	Молочний цукор	Мінер. реч.
Корова	12,5	3,7	3,3	4,7	0,7
свиня	15,9	4,6	7,2	3,1	1,1
кобила	11,0	2,0	2,0	6,7	0,3
коза	13,1	4,1	3,4	4,6	0,9
вівця	16,1	6,7	5,8	4,6	0,8
буйволиця	18,7	8,7	4,3	4,9	0,8
верблюд	13,6	4,5	3,5	4,9	0,7
Важанка	15,9	4,9	7,2	3,1	1,1
зебу	16,4	6,5	5,0	5,6	0,9

кит	54,3	40,0	12,0	1,1	1,2
тюлень сір.	67,7	53,2	11,2	2,6	0,7

**Жіноче молоко.**

Білки - 1,15 на протязі 5-6 міс.

цукор - 7,50 -тирозин, триптофан, лізин

жир -3,26 ліпази у 15 разів а амілази у 100 разів більше ніж у коров'ячому.

мін. речовин - 021

-лужна реакція

-А,В,В<sub>2</sub>, С,Д,

Вітамін Д мало (риб'ячий жир),

-захисні тіла (лізоцин).

## Лекція 24

### Регуляція молокоутворення та молоковиведення

План.

1. Попередники: - білків молока,  
- жиру молока,  
- цукру
2. Регуляція молокоутворення
3. Молоковиведення і його регуляція
4. Фізіологічний механізм доїння

#### Рекомендована література

1. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д. Фізіологія тварин : підручник. Вінниця: Нова книга. 2010.
2. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник. К.: ЦУЛ, 2009. 568 с.
3. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум. К.: ЦУЛ, 2009. 264 с.
4. Чудак Р.А., Мельникова Т. В. Фізіологія сільськогосподарських тварин: практикум. Вінниця: ВДАУ, 2003. 144 с.
5. Чудак Р.А., Непорочна О. Т. Фізіологія сільськогосподарських тварин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2011. 104 с.

### І. Попередники білків молока

Утворення білків молока відбувається з амінокислот крові. Біосинтез білків молока проходить так як білків інших тканин. Білки молока специфічні.

В крові, що відходить від вим'я, утримується 0,92-1,26 мг % менше вільних амінокислот, а ніж у тих які надходять. Білки молока специфічні.

В крові, що відходить від вим'я, міститься на 0,92-1,26 мг % менше вільних амінокислот, а ніж у тих які надходять. Ця різниця спостерігається і вмісті Са, Р і ін.

В цьому процесі беруть участь і білки крові, пептиди і замінні амінокислоти, що утворюються в тканинах вимені.

Для ліпопротеїдів використовується тригліцериди крові, глікопротеїдів - вуглеводи, нуклеопропротеїдів - нуклеїнові кислоти.

Секреція білку молока починається заздалегідь до отелу, секрет залози в цей час зберігає всі білки, що характерні звичайному молоці, але в інших співвідношеннях.

Перед отелом більша частина білків - це сироватка альбуміну,  $\hat{Y}$  - казеїн і імунні глобуліни. В першу добу підвищується їх синтез і секреція.

Особливо багато в молозиві  $\hat{Y}$ - глобулінів. Перший удій - 70,19%, а до 7-го дня-19,53%.

**Склад білку** в молоці залежить від багатьох причин, в тому числі від породи, віку тварини, терміну лактації, годівлі та ін.

Наприклад айрширі мають більше білку, а ніж чорно-ряба.

З віком змінюється рівень молочної продуктивності і рівень синтезу азотовмісних сполук молока.

1-4 лактації - незначні зміни в амінокислотному складі молока.

В 5-ту лактацію в молоці збільшується лізин, метіонін, валін, аргінін, фенілаланін і ін. амінокислоти на 3-12%.

5-6-ту лактацію в більшості рівень амінокислот знижується.

**По періодах лактації змінюється амінокислотний склад молока.** Відмічено, наприклад, що цистину найменше на 5-му місяці, лізину - на 5-му і на 9-му. На 3-му і 9-му найбільше в молоці фенілаланіну, на 3-му - глікокола. Все залежить від функції клітин залози і їх органодів.

П. Попередники і синтез жиру.

Жир молока синтезується з нейтральних жирів ЛЖК, глюкози, продуктів дезамінування кислот (аміно).

Тканини вим'я можуть поглинати жир з крові, повертати його назад розщеплюють поглинальний жир і знову його синтезують.

Гліцерин - поступає з крові, а також може синтезуватися в самій залозі з глюкози шляхом її гліколітичного і пентозофосфорного окислення. Існує прямий зв'язок синтезу молочного жиру з вмістом цукру в крові.

Крім гліцерину вихідним матеріалом являються тригліцериди, фосфоліпиди, холестерин, вільні жирні кислоти, а також нейтральний жир самої молочної залози.

Синтезується жир в залозистих клітинах альвеол, а також в жировій і сполучній тканині вимені, потім вони поступають в залозисту тканину.

В залозистих клітинах формуються жирові кульки.

У жуйних основне джерело жиру оцтова к-та, використовується у вигляді ацетону, оксибутірату і інші з'єднання. Чим більше всмоктується в передшлунках оцтової кислоти, тим вище у них жирність молока.

Половину всього молочного жиру синтезується з двоокисних фрагментів, а амінова, пальмітинова і стеаринова к-ти приносяться в вим'я кров'ю, головним чином  $\beta$ -ліпопротеїновою фракцією.

У вимені відбувається біосинтез ненасичених жирних кислот з насичених. Кількість жирної кислоти, фосфоліпидів в плазмі крові збільшується в перші місяці лактації і знижується до кінця її.

Жири в період лактації в крові знаходяться навпаки, на низькому рівні так як вони інтенсивно поглинаються молочною залозою.

На початку лактації в молочному жирі переважають низькомолекулярні жирні кислоти, це зв'язано з неоднаковою секрецією жиру і рівнем поглинання з крові жирних кислот в окремі періоди лактації.

У різних порід різна вираженість процесу синтезу жирних к-т і поглинання їх молочної залози з крові. І тому корови окремих порід мають різний показник жирномолочності.

Чим вища жирність молока, тим менше жирних к-т і білку в крові. За виключенням альбуміну, так, як він сприяє мобілізації жирних к-т із жирових депо і транспортування до місця синтезу жиру (молочного).

В клітинах жир накопичується у вигляді кульок, які концентрують в апікальній зоні, входять в контактування з мембраною, в результаті переплітання виділяються в порожнину альвеол.

#### Кульки по розміру:

- дуже дрібні (менше 1 мкм),
- дрібні (1-2 мкм),
- середні (3-6 мкм),
- великі (7-10 мкм),
- дуже великі (11-40 мкм).

В загальному жирові кульки середніх розмірів. Величина залежить від періоду лактації вагітності, і ін. умов. До запуску переважають кульки великого розміру.

В механізмі біосинтезу жиру важливе значення мають концентрація ліпідів в клітинах молочної залози. Найбільше їх відразу після родів і в кінці лактації.

У всіх клітинах молочної залози міститься ліпаза, активність в якій підвищується до кінця тільності і утримується на високому рівні на протязі всього лактаційного періоду. Оболочки жирових кульок володіють АТФ-азною активністю, що зв'язано з процесами синтезу жиру.

Жирність молока знаходиться в прямій залежності від рівня процесу бродіння в рубці (оцтова кислота). Підвищується жирномолочність корів при згодовуванні ім  $\text{CH}_3\text{COONa}$ . Засвоєнню оцтової к-ти сприяє активна функція щитовидної залози.

### **Попередники молочного цукру.**

Лактоза утворюється з вуглеводів крові, які знаходяться або у вільному стані (глюкоза і ін), або у вигляді глікопротеїдів. 1/3 вуглеводів крові - моноцукри, а 2/3-вуглеводобілкові комплекси. У людини → глюкоза. У корів і свиней → глюкоза і галактоза. Під дією мол. кислих бактерій лактоза → легко піддається бродінню → до молочної кислоти.

Синтезується лактоза в епітеліальних клітинах молочної залози при участі різних ферментів (гексокіназа, лактозосинтетаза і ін.)

Мікросоми клітин каталізують синтез лактози з УДФ і глюкози. Акцептором галактози в останній стадії синтезу лактози є вільна глюкоза. Під дією ферменту лактоза → гідролізується на глюкозу і галактозу.

Лактоза в молоці - найбільш стабільна сполука, або вона в найбільшій частині сприяє зберіганню осмотичної сталості молока.

### **П. Регуляція молокоутворення.**

Регулюється молокоутворення нейрорефлекторним механізмом, а також гормонами аденогіпофіза, наднирників, яєчників, щитовидної, паращитовидної, підшлункової і інших залоз.

До кінця вагітності процеси молокоутворення загальмовані, а після родів - секреція відбувається інтенсивно і підтримується на протязі всієї лактації.

Вона залежить від регулярного і повного видоювання молока. Переповнення вим'я - гальмує не тільки молокоутворення, а і на інші системи організму.

В регулюванні лактації важлива роль належить нерворефлекторним реакціям. В молочній залозі знаходяться особливі секреторні нерви, які регулюють молокоутворення (*сім'яний нерв*). Денервація молочної залози і поперекова перерізка спинного мозку веде до припинення лактації.

**КВП** головного мозку диференціює подразнення, які ідуть від правої і лівої половини вимені, аналізує частоту і характер подразнення рецепторів сосків. В корі формується домінантна лактація, а нервові утворення, регулюючі лактаційні процеси, знаходяться в спинному і продовговатому мозку.

Подразнення екстерорецепторів (ссання , доїння) сприяє підтримці тонуусу нервоворефлекторних механізмів.

Важливу роль відіграють барорецептори залози. Так, при зниженні тиску в альвеолах процес молокоутворення підсилюється.

Рефлекторний сигнал може виходити також з гіпоталамічних ядер і ін. центральних рецепторів. Особливо важливу роль відіграє гіпоталамус, так як він безпосередньо реагує діяльність молочної залози і пристосовує всю ендокринну систему до особливості лактації.

Гіпофіз - пролактин (пусковий механізм секреції), а рівень секреції підтримується гормонами наднирників, щитовидної , статевих залоз.

Естрогени - готують вим'я до сприйняття лактогенних гормонів, здійснюють стимулюючу дію на молочну залозу. Для успішної функції залози , необхідне відповідне співвідношення гормонів різних залоз.

Лактація регулюється і іншими метаболітами, вітамінами, макро і мікроелементами.

### **Ш. Молоковиведення і його регуляція.**

Молоко, по мірі утворення в залозі переміщується з верхніх в нижні відділи. Але це не механічне переміщення. За допомогою катетеру можна випустити тільки частину молока і то тільки з нижніх відділів.

Для повного видоювання необхідно добитися скорочення м'ясопителию вимені, що витискує молоко з ділянок , що лежать вище.

При правильному доїнні або ссання змінюється тонус гладеньких м'язів всіх протоків і судин молочної залози, скорочуються альвеоли і розслабляється сфінктер каналу соска.

Центр дуги рефлексу молоковіддачі знаходиться в ядрах гіпоталамусу. Якщо їх подразнювати струмом - виведення молока посилюється.

Від гіпоталамусу еферентні шляхи ідуть до нейрогіпофізу, де утворюється активний гормон окситоцин, що викликає скорочення м'ясопителию альвеол і видалення частин молока із них. Доїння посилює виділення окситоцину, в перші 2 хв. концентрація окситоцину в крові підвищується.

Подразнення рецепторів соска при доїнні стимулює надходження в кров окситоцин. За період доїння його концентрація то збільшується , то зменшується.



Якщо в залозі накопичується велика кількість молока, подразнюються барорецептори, процес секреції окситоцину сповільнюється.

При статевому збудженні прихований період рефлексу молоковидедення помітно зменшується.

Імпульси від подразнення сосків по аферентним нервам поступає в ЦНС, там аналізуються, синтезуються і по еферентних шляхах іде до молочної залози, де впливають на секрецію.

Процес молоковидедення ділять на дві фази:

I-подразнюються рецептори залози, передаються по нервових шляхах, в результаті розслабляється сфінктер і посилюється рухальна реакція гладкої мускулатури протоків і цистерни;

II - скорочення альвеол, включається гуморальна ланка.

Кора головного мозку впливає, як центр умовно-рефлекторних реакцій, які виробляються на різні подразники: місце доїння, умови доїння, обслуговування персоналу і ін.

У корів сильно урівноваженого типу спостерігається швидке гальмування молоковидедення, ніж у корів слабого типу нервової системи. При гальмуванні молоковидедення змінюється клітинний склад молока і його біохімічний склад.

**ІУ. Фізіологічний механізм доїння.**

Фізіологічний механізм доїння включає рефлекс молоковидедення і час підвищеної секреції молока.

**Важливо:** - масаж (екстерорецептивний подразник),  
- зниження тиску у вимені (інтерорецептивний подразник).

**Роздій корів** в перші 5-6 неділь після розтелу. Доять 4-5 разів, попередній масаж і заключний. Це сприяє розростанню альвеолярної тканини, перехід більш жирного молока з верхньої частини вимені - в нижню.

**Кратність доїння.** Доїти дуже рідко і дуже часто не рекомендується. Необхідно, щоб в проміжках між черговими доїннями ємкість вимені заповнювалося повністю.

Потрібно врахувати стадію лактації, загальну молочну продуктивність, ємкість вимені і швидкість молокоутворення.

Ємкість вимені - кількість молока, видоєне з переповнювального вимені (з пропуском однієї дійки).

Швидкість молокоутворення - час, на протязі якого заповнюється ємкість молочної залози.

Корову з великою швидкістю молокоутворення потрібно доїти частіше.

Правильним і регулярним доїнням можна запобігти інволюцію вимені, передчасний запуск, підтримати лактацію на високому рівні.

Коли розпочинати доїння (напруга сосків). Доїти потрібно швидко, коли більше всього виділяється окситоцину.

В цей час міоепітелій скорочується і молоко з альвеол виділяється

Окситоцин виділяється 5-7 хв. ( рідко 12 хв.) Це потрібно враховувати при машинному доїнні.

**Умовні рефлекс**и - виробляються на підхід до тварини, масаж, обтирання вимені і т.д. Необхідно , все це враховувати. Особливо послідовність операцій, лагідне звертання, температура стаканів, непотрібно перетримувати стакани. Тоді молоковіддача буде утруднятися.

Доїння не тільки акт спорожнення вимені від молока, але й потужній стимул для активації ендокринної системи і в результаті всіх обмінних функцій організму.

Досягти високої молочної продуктивності можна лише при умові правильної годівлі (всі поживні речовини), водопою, моціону, правильного утримання..

За 60 днів до отелу корів запускають.

**Сухостійний період** . Запуск проводять поступово, в цей період в раціоні зменшують кількість соковитих кормів.

**Особливості запуску** - розгальмування домінанти лактації. У залозі в цей час настає інволюція тканин і знижується функція клітин . Альвеоли та дрібні протоки спадають , вим'я зменшується в об'ємі , синтез молока припиняється. Епітелій клітин відторгається , розсмоктується.

У залози з'являються макрофаги, поглинаються редуковані тканинні елементи , кров через залозу протікає у значно меншій кількості .

Перед родами під дією нейрогуморальних механізмів проходять генеративні процеси, гіпертрофований орган знову здатний синтезувати молоко.

сприяє









































## Лекція 25 РОЗМНОЖЕННЯ.

### План

1. Статева зрілість самців і самок
2. Функція органів розмноження у самців.
3. Фізико-хімічні властивості сперми.
4. Функція органів розмноження у самок.
5. Статевий цикл і його фази.
6. Видові особливості і регуляція статевого циклу.

### Рекомендована література

1. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д. Фізіологія тварин : підручник. Вінниця: Нова книга. 2010.
2. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник. К.: ЦУЛ, 2009. 568 с.
3. Науменко В.В. , Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янка І.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум. К.: ЦУЛ, 2009. 264 с.
4. Чудак Р.А., Мельникова Т. В. Фізіологія сільськогосподарських тварин: практикум. Вінниця: ВДАУ, 2003. 144 с.
5. Чудак Р.А., Непорочна О. Т. Фізіологія сільськогосподарських тварин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2011. 104 с.

### 1. Статева зрілість самців і самок.

Розмноження - складний біологічний процес, забезпечує відтворення с.-г. тварин і збереження виду. В цьому процесі розрізняють статевий цикл, вагітність, післяродовий процес.

Функція розмноження починається в ранньому віці. При хороших умовах годівлі і утримання; у ВРХ, овець-6міс, свиней-5 міс., коней 18 міс. Це початок полової зрілості. Потім період становлення статевих функцій (у теличок в 12 міс.).

Початок статевої зрілості характеризується особливістю організму продукують гамети і синтезують гормони, що визначають комплекс внутрішніх змін і зовнішньої поведінки властивих кожній статі і виду тварин.

Рівень гормонів в крові, мкг/100мл

	1-мес.	4-мес.	6-мес.
ЛГ	1,1	2,9	6,8
ФСГ	4,8	6,8	10,5
естрогени	1,4	6,7	20,5

70 % від маси статевозрілих тварин

Парують: ВРХ 16-18 міс (самка)

Коні 3-4 роки

Вівці 1-1,5 роки

Свині 8-10 та кнурі 10-12

Здатність до запліднення у самців зберігається до глибокої старості, а у самок втрачається у певному віці:

Кобили 22-27 роки;  
Корови 20-22 роки;  
Вівці і кози 8 років  
Собаки і кішки до 10 років.

З першої охоти тварини можуть бути запліднені і стать вагітними. Розділяють за статтю.

## **II. Функції органів розмноження у самців.**

**Органи розмноження самців:** семеники з придатками, сім'япроводи, додаткові статеві залози, статевий член. (парувальний орган).

**Семеники-** з придатками знаходяться в мошонці, яка виконує захисну і терморегулюючу функцію.  $t^0$  на 2-3<sup>0</sup> нижче (оптимум для сперматогенезу).

В семениках утворюється гамети-сперми і гормони.

Головна складова частина семеників -клітини звивистих канальців, які складаються з статевих клітин на різних стадіях розвитку і соматичних клітин (трофічна і опорна функція). Клітини сперматогенного епітелію розміщуються між сертолієвим синцилієм.

**Сперматогенез** складається з 4 періодів:

розмноження, ріст, дозрівання, формування.

Цей процес забезпечує клітинне оновлення в семениках ссавців.

Самі молоді клітини спермогонії. В канальцях вони розміщені на периферії. Вони невеликі з великим ядром. В результаті мітотичного поділу утворюється нові клітини - сперміоцити 1 порядку. Вони ростуть, збільшують в розмірі, двократно діляться. При першому діленні (мейозі) при редукційному діленні відбувається утворення сперміоциту 2 порядку з гаплоїдним набором хромосом. При другому діленні кожна хромосома розщеплюється на дві половинки -хроматиди, які розходяться в середину утворивши похідних клітин, що утворилися сперматиди. Це вже зрілі статеві клітини з яких формується спермії. З їх формування - спочатку звільнюється кінцева нитка - потім головка і спермії виявляється лежачим просвіті канальця.

Сперматозоїди - утворюються постійно при досягненні самцями статевої зрілості.

В придатках спермії знаходяться 6-8 днів, де дозрівають, стають більш стійкими і рухаються по сім'япроводу.

В області з'єднання сім'япроводів з сечостатевим каналом утворюється ампула. Тут продукується секрет який змішується з сперміями, накопичується сперма у биків і баранів в період статевого збудження.

В тазову частину сечостатевого каналу відкривається протоки придаткові статеві залози - міхурцевидна, передміхурова цибулинна і уретральних.

Секрети цих залоз розводять спермії, переводять їх в активний стан, сприяє більш глибокому веденню сперми в статеві шляхи самки.

## **III. Фізико-хімічні властивості сперми**

Сперма складається з формених елементів і секретів придаткових залоз та секрет придатків.

Концентрація сперміїв у биків і баранів - висока, у кнура і жеребця - низька (багато плазми).

Спермії - ниткоподібна клітина довжина у жеребця 60мкм, у бика -70, у кнура 50. Складається з **головки, шийки, тіла і хвоста.**

**Еякулят** - сперма виділеної за одне спарювання. Еяколяція - виділення сперми з статевих органів самця.

#### **Об'єм еякуляту**

-самці ВРХ-4-5мл (мах15)

-баран-1-2 (3,5)

-кнур -200-400 (1000)

-жеребець-50-100 (600)

-півень -0,4-1,6

#### **Концентрація спермій в 1мл еякуляту**

Самці ВРХ 1-2 млрд

баран-2-5 млрд

кнур-100-200 млн

жеребець-100-150млн

півень-1,4-2,7млн

Гліколіз (розщеплення глюкози до фруктози).

Особливість спермій - рухливість. Для цього їм необхідно багато енергії Вони її отримують в результаті біохімічних процесів; дихання, гліколізу, окисного фосфорилування.

Дихання -окислення всіх поживних речовин (білків , жирів і вуглеводів) з утворенням енергії, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O та ін. продуктів. Проходить під впливом дихальних ферментів (цитохромів)

Гліколіз (фруктоліз) - виділяє енергії без доступу повітря. При ньому розщеплюються тільки фруктоза і глюкоза. Фруктоза при гліколізі розщеплюється до молочної кислоти шляхом фруктозофосфорна к-та → фруктозодифосфорна к-та. Із 1 моля фруктози утворюється 670 ккал при диханні, а при гліколізі в 12 разів менше.(50 ккал). Так, що дихання для спермій найбільш економний спосіб спермії відносять до двох типів.

-енергія утворюється за рахунок дихання і гліколізу. Бугай, баран Багато фруктози (200-1000мг%),

-енергія утворюється тільки при диханні. Мало фруктози. Кнур, жеребець.

Спермії має рухатись в статевих шляхах самок для досягнення яйцеклітини.

В піхві умови для виживання спермій несприятливі (вони гинуть через 4-6 годин). В матці вони можуть знаходитись довгий час і при цьому зберегти запліднюючу здатність строки виживання спермій в статевих шляхах у різних с.-г. тварин різні:

корів-24-30годин,

овець-36 годин,

кобил-24-40 годин.

Спермії дуже швидко досягають яйцепроводів, де проходить запліднення.

Цьому сприяє моторика матки і яйцепроводів. В період тічки подовжня мускулатура матки скорочується, а циркуляція розслабляється (шийка мигає). **Присмоктуюча дія.** Тварини з маточним типом осіменіння (собаки, свині) і піхвовим (корови, вівці). Спермії досягають цілі в перші хвилини , по друге -декілька годин.



## ІУ. Функція органів розмноження у самок

У самок до органів розмноження відносяться яєчники (ovarium), яйцепроводи, матка, піхва зовнішні статеві органи. (статева щілина з статевими губами і клітором). Запліднення проходить в 1/3 яйцепроводу плід розвивається в рогах матки.

Яєчники - овальні у коней 20-40г, корів 12-16г, свиней 7-9г. В них утворюється складна в біологічному відношенні. Клітка - гамета і продукують гормони.

Остов яєчника складається з сполучної тканини, а паренхіма - з кіркової зони (фолікулярної) і мозковий (судини, нерви). В фолікулі в який росте проходить процес розвитку яйцеклітини - **овогенез**.

Яйцепроводи - звіті трубочки, по яким яйцеклітка з яєчника попадає в ріг матки. Корові, свині - 30см, вівці, кози - 15см. Є два шари м'язів, які сприяють руху яйцеклітин в напрямку в матці.

В яєчнику кірковом шарі відбувається процес утворення яйцеклітин (овогенез). Овогонії клітин зачаткового епітелію → овоцити → яйцеклітини.

На ранніх стадіях в овоцитах чітко виділяється клітинний центр, що розміщується у клітинній мембрані. Він пред'явлений - один або двома гранулами, центриолями і саркоплазмою.

**Овоцит I порядку** інтенсивно росте за рахунок "малого" синтезу білку (перша фаза). На пізніх стадіях розвитку мітохондрії і комплекс Гольджі розсіваються по цитоплазмі і клітковий центр стає нерозрізнимий.

Таки ж зміни в цей період в ядрі?

Розрізняють дві фази - генеративна і вегетативна. Перша обумовлена тим, що ядро як носій генетичної інформації (ДНК) повинно передати цю активність послідуєчим поколінням клітин і індивідів. Друга зв'язана з участю ядра в процесах обміну речовин яйцеклітини. В процесі синтезу велику роль припадає цитоплазмі і ядришку.

В результаті процесів, що проходять в овоциті першого порядку біо- і фізіологічних процесів від клітини оприділяється перше полярне тільце.

Закінчується стадія росту яйцеклітини. Слідуюча стадія дозрівання характеризується двома процесами ділення.

Перший - з овоциту I порядку утворюється дві клітини. В одна із них відходить незначна частина цитоплазми, а в другу - цитоплазма, що залишилась. Маленька клітина називається первинним полярним тільцем. Подальше воно ділиться на дві клітини, які не розриваються. Друга відносно велика клітка називається овоцитом II порядку. При її діленні з'являється одна маленька клітина (друге полярне тільце) і число хромосом і є з формованою гаметою.

На цьому процес овогенезу закінчується, процес дозрівання якого закінчується під час запліднення.

Яйцеклітка, як і всі клітини, мають цитоплазматичну мембрану і оточена міжклітинною рідиною, яка для неї являється навколишнім середовищем.

Життя клітини підтримується постійним обміном речовин з міжклітинною рідиною через мембрани (складається із білків і фосфоліпідів).

Обмін речовин відбувається шляхом дифузії, осмосу, активного транспорту. Ці всі процеси забезпечують енергією, за рахунок АТФ, яка синтезує в мітохондріях.

Всі процеси зв'язані з овогенезом, проходять в фолікулі, що формується одночасно з розвитком яйцеклітини.

Процес формування фолікулів взаємозв'язані з ростом і розвитком овоцитів. Фолікул має діаметр 25-35 мкм, а овоцит -24-30 мкм. З ростом овоциту фолікулярні клітини набувають кубічну, а потім циліндричну форму і в той же час із одношарового епітелію перетворюється в багат шаровий. Ці клітини утворюють променевий вінець, виконує трофічну функцію в процесі дозрівання яйцеклітини. Коли в фолікулі утворюється до 800 клітин, що оточують овоцит, діаметр його досягає 600 мкм, а овоциту-70-140 мкм.

Пухирцева фолікула яєчника наповнюється рідиною, у коней 3-4 см в діаметрі, у корів-1,5, у свиней 0,8-1,1 см.

### **У.Статевий цикл і його фази.**

Безумовно рефлексорний, ланцюговий, що періодично повторюється процес статевої діяльності самок наз. статевим циклом.

Це єдиний біологічний процес, який характеризується різними морфологічними і функціональними змінами в різних органах, системах організму самок.

Зовнішні реакції, направлені на пошук самця і маніпуляціями з осіменінням. В цей період знижується від корму, зникає умовні рефлексорні реакції, проходять зміни в яєчниках і інших органах розмноження.

Морфологічні зміни в статевих органах самок чітко проявляється у гризунів

Чотири фази астрального періоду

- міжтічка (діеструм)
- передтічка (проеструм)
- тічка (еструс)
- післятічка (метоеструм).

В с.-г. тварин в період інтенсивного розвитку фолікулів в яєчниках проявляється такі взаємозв'язані процеси, тічка, зовнішні ознаки загального статевого збудження, статеві охота і овуляція.

Всі ці процеси взаємозв'язані і один продовжує другий. А в цілому весь комплекс проходить одночасно.

**Тічка** - витікання слизі з статевих органів, в результаті функціонування слизистих трубчато-альвеолярних маточних залоз і епітеліальних клітин слизистої статевих органів.