

Миколаївський національний університет  
імені В. О. Сухомлинського

Факультет фізичної культури та спорту  
Кафедра теорії та методики фізичної культури

**Лекція на тему:**  
**“ФІЗІОЛОГІЯ ТРАВЛЕННЯ”**

Для студентів

Галузі знань – 0102 «Фізичне виховання, спорт і здоров'я людини»

Напрямам підготовки: 6.010201 – «Фізичне виховання\*»  
6.010202 – «Спорт»  
6.010203 – «Здоров'я людини\*»

Укладач:  
доцент Гетманцев С.В.

Миколаїв - 2016

**Мета:** ознайомити студентів з основними закономірностями структурно-функціональної організації травної системи людини.

**Завдання:** висвітлити фізіологічні процеси обміну речовин, які відбуваються на різних рівнях функціонування травної системи людини в певних функціональних станах.

**План.**

1. Загальна характеристика процесів травлення	с. 3
2. Травлення в ротовій порожнині	с. 4
3. Травлення в шлунку	с. 6
4. Травлення в кишках	с. 10
5. Всмоктування продуктів травлення	с. 14
6. Печінка та її функції	с. 15
7. Вплив м'язової роботи на діяльність органів травлення	с. 15

**Ключові слова:** травлення, ферменти травної системи, всмоктування, секреція, ротова порожнина, шлунок, травні залози, печінка.

## Загальна характеристика процесів травлення.

Для пластичного та енергетичного забезпечення функцій клітин в організм повинні надходити поживні речовини, вода, мінеральні солі та вітаміни. Для гетеротрофних організмів поживними речовинами є білки, жири та вуглеводи. У вищих тварин всі ці речовини надходять в організм тільки через травний канал.

Травлення - це початковий етап обміну речовин між організмом і зовнішнім середовищем. Його функцією є подрібнення і гідролітичне розщеплення складних високомолекулярних органічних речовин на прості низькомолекулярні мономерні сполуки. При цьому поживні речовини переходять у розчинений стан, втрачають видову специфічність і, таким чином, підготовлюються до надходження у внутрішнє середовище організму. Всмоктуючись в кров, вони, надходять до тканин і клітин.

Травна система складається з травного каналу та залоз, розташованих за його межами. Гідроліз поживних речовин проходить у порожнині шлунка та кишок, куди надходять травні соки. Таке травлення зветься порожнинним. Особливо інтенсивно гідроліз проходить на мембранах клітин слизових оболонок кишок, де розташовані ферменти. Цей феномен був названий О.М. Уголевим пристінним, або мембранним, травленням.

**Ферменти травної системи.** Компоненти молекул білків, жирів та вуглеводів найчастіше мають ангідридні зв'язки, які розщеплюються біологічними каталізаторами — ферментами. Цей процес зветься гідролітичним розщепленням, а ферменти — гідролазами.

За своєю дією травні ферменти поділяються на гліколітичні, протеолітичні і ліполітичні. Гліколітичні ферменти діють на глікозидні зв'язки і розщеплюють крохмаль, глікоген, декстрини, мальтозу, лактозу, сахарозу. Протеолітичні діють на пептидні зв'язки і розщеплюють білки, пептиди, мукополісахариди, колаген, желатин.

Ліполітичні ферменти діють на ефірні зв'язки і розщеплюють ліпоїди, фосфоліпоїди, глюкофосфати, фосфоліпіди, фосфонуклеотиди та ДНК. За своїм походженням всі ферменти є білками. Вони синтезуються в особливих залозистих клітинах, які носять назву секреторних. Всі секреторні білки на відміну від несекреторних належать до класу глікопротеїдів, тобто вони зв'язані з вуглеводами.

В травному каналі є клітини, які утворюють слизовий секрет мукопротеїдного походження. Він захищає клітини травного каналу від самоперетравлювання ферментами, а також полегшує проходження харчових мас.

Більшість ферментів травної системи виділяються залозами в неактивному стані у вигляді проферментів. Активація їх здійснюється або гідролітичними ферментами, або електролітами та окремими іонами ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ).

Ферменти травної системи специфічні і діють тільки на певні структури одного субстрату. За цією ознакою їх поділяють на ендоферменти — діючі на внутрішні зв'язки молекули субстрату і екзоферменти — що відщеплюють мономерні від кінцевих ланцюжків субстрату. Кожен фермент виконує тільки

один етап розщеплення. Наступна реакція виконується іншим ферментом. Тому всі ферменти зібрані в комплекси в певній послідовності. Пригнічення активності одного ферменту, призводить до порушення всього процесу травлення.

Виділення ферментів у складі слини, шлункового, підшлункового, кишкового соків та жовчі складає секреторну функцію травної системи.

Крім секреторної система травлення виконує також моторну, евакуаторну та всмоктувальну функції.

Моторна, або рухова, функція здійснюється мускулатурою травної системи і включає жування, ковтання, переміщення їжі вздовж травної системи та виділення незасвоєних залишків.

Всмоктування здійснюється слизовою оболонкою шлунка, тонкої і товстої кишок.

Поряд з цими функціями органи травлення здійснюють також екскреторну функцію, яка полягає у виведенні з організму деяких продуктів обміну.

Основи сучасної фізіології травлення були закладені дослідженнями І.П.Павлова. Він розробив принципово нові методологічні підходи, які дозволили вивчати процеси травлення в природних умовах. Для дослідження травлення у людей використовуються різні методи зондування, рентгенографія. Останнім часом застосування мініатюрних радіопередатчиків (радіопілюль) дало змогу реєструвати різноманітні параметри діяльності травного апарату (рН, температура та ін.). Метод електрогастрографії дозволяє записувати електричну активність гладеньких м'язів шлунка в різних його ділянках.

**Будова травної системи.** Кожний з відділів травного апарату має свої характерні особливості, але у всіх відділах можна виділити загальні риси. Так, стінки травного каналу складаються з чотирьох основних частин: слизової оболонки, підслизової основи, м'язової і зовнішньої оболонок. У слизовій оболонці утворюється слиз, який зволожує стінки каналу. Підслизова основа утворює складки, в яких проходять кровоносні та лімфатичні судини, містяться нервові сплетення, а також залози. М'язова оболонка утворена двома-трьома шарами гладеньких м'язів. У зовнішньому шарі волокна розташовані вздовж каналу, а у внутрішньому кільцеподібне. М'язи травного каналу забезпечують переміщення, подрібнення та пересування їжі. Між м'язовими шарами містяться судини і нервові сплетення. Зовнішня оболонка утворена сполучною тканиною, в якій містяться судини, нервові волокна, рецептори.

## **Травлення в ротовій порожнині.**

В ротовій порожнині відбуваються аналіз їжі, її фізична та хімічна обробка, підготовка до просування по стравоходу та шлунка.

Фізична обробка їжі (жування) полягає у механічному роздрібненні її за допомогою зубів, зволоження її глюкополісахаридом - муцином слини,

останній формує харчовий клубок і надає йому слизкості, потрібної для пересування.

Первинна хімічна обробка у ротовій порожнині проходить за участю слини і полягає вона в тому, що під впливом ферментів складні вуглеводи розщеплюються до більш простих.

У людини є три пари великих слинних залоз (привушні, підщелепні; під'язикові). В середньому за добу виділяється 1000—1200 мл слини. Це безбарвна, трохи мутнувата рідина (внаслідок попадання епітеліальних клітин, слинних клітин та лейкоцитів) слабкоолужної реакції. Склад та кількість слини залежать від характеру їжі. В складі слини є два гідролітичних ферменти: амілаза і мальтаза. Перший розщеплює крохмаль до дисахариду мальтози, а другий — мальтозу до моносахариду глюкози. Слина має бактерицидні властивості і попереджує карієс зубів завдяки присутності в ній лізоциму. В слині є 99,4... 99,5% води і 0,5... 0,6 сухого залишку..

Крім великих слинних залоз у ротовій порожнині знаходиться багато маленьких слинних залозок. Великі слинні залози починають активно функціонувати тільки тоді, коли в роту порожнину потрапляють харчові чи неїстівні речовини, їхня робота також рефлекторно посилюється, коли ми бачимо або відчуваємо запах їжі. Маленькі залозки функціонують постійно і підтримують у ротовій порожнині необхідну вологість.

Діяльність слинних залоз тонко пристосовується до певного типу їжі. Досягається це завдяки рефлекторній та гуморальній регуляції їхньої діяльності. Нервова регуляція забезпечує термінову роботу слинних залоз, а гуморальна призводить до стійких адаптивних змін.

**Рефлекторна регуляція.** Рецепторне поле слиновидільного рефлексу — слизова оболонка язика та ротової порожнини, де розташовані хемо-, механо- та терморекцептори. На хеморекцептори діють розчинені в слині речовини їжі, внаслідок чого забезпечуються аналіз щільності, консистенції та вміст вологи в ній.

До первинного нервового слиновидільного центру, розташованого в довгастому мозку, збудження передається по аферентних соматичних волокнах язикогорлового, язиковій гілочці трійчастого та верхньоглоткової гілочці блукаючого нерва. З первинного центру слиновиділення імпульси надходять до згір'я, підзгір'я та кори великого мозку.

Таким чином, регуляція діяльності слинних залоз здійснюється складною взаємодією різноманітних структур центральної нервової системи.

Еферентна імпульсація від нервового центру до слинних залоз передається по парасимпатичних нервових волокнах. Парасимпатичні волокна до привушних залоз ідуть в складі язикогорлового нерва, а до під'язикових та підщелепних — лицевого нерва, барабанної струни і закінчуються в нейронах, розташованих у самій слинній залозі. Симпатичні нервові волокна виходять з спинного мозку на рівні II... VII грудних сегментів в складі його вентральних корінців. Вони йдуть до верхнього шийного симпатичного ганглію, де переключаються на постгангліонарні симпатичні нейрони.

Симпатичні і парасимпатичні нерви функціонально протилежні. При збудженні парасимпатичних нервів виникає розширення кровоносних судин слинних залоз, змінюється проникність клітинних мембран і виділяється велика кількість слини з невеликим вмістом органічних та неорганічних речовин. При збудженні симпатичного нерва виділяється мала кількість слини, але вона має підвищену в'язкість і вміщує велику кількість органічних та мінеральних речовин.

Умовнорефлекторне слиновиділення, як показали дослідження І.П. Павлова, виражено дуже яскраво. Це зумовлено тим, що ротова порожнина першою зустрічає їжу, що надходить до травного каналу.

Гуморальна регуляція роботи слинних залоз зв'язана з тим, що при подразненні парасимпатичних нервів у слинній залозі утворюється гормон калікроїн, який викликає розширення кровоносних судин, зміну проникності мембран і може змінювати секрецію навіть у денервованій слинній залозі. Але цей тип регуляції має менше значення і є однією з форм адаптивного пристосування в разі довгого споживання тієї самої їжі. В гуморальній регуляції слиновиділення і складу слини беруть участь також адренкортикотропний гормон і глюкокортикоїди.

**Ковтання.** При подразненні слизової оболонки кореня язика пережованою та змоченою їжею м'язи м'якого піднебіння трохи піднімаються, закривають носоглотку, надгортанник опускається і закривається вхід у дихальні шляхи, дихання припиняється і їжа коренем язика проштовхується в глотку.

У слизовій оболонці кореня язика міститься рецептивне поле, яке зв'язане з центром ковтання та моторики стравоходу, розташованим у довгастому мозку на дні четвертого мозкового шлуночка. Аферентні та еферентні нервові імпульси надходять по нервових волокнах в складі трійчастого, язикового, під'язикового та блукаючого нервів. Проходження їжі в стравоході забезпечується перистальтикою м'язів, розташованих у його стінці.

Рецепторний апарат ротової порожнини представлений великою кількістю смакових, дотикових, температурних та больових рецепторів, імпульси від яких є пусковими для рефлекторної і умовнорефлекторної регуляції секреторної і моторної діяльності травної системи.

## **Травлення в шлунку.**

Шлунок являє собою початковий розширений відділ середньої кишки. Його місткість у дорослої людини дорівнює 3 л. Якщо людина звикла споживати велику кількість рідини, об'єм шлунка може збільшуватись до 5 і навіть до 10 л.

Шлунок складається з двох порожнин, відмінних між собою як за будовою, так і за функцією, — фундальної та пілоричної. Стінки шлунка складаються з трьох шарів: слизового, м'язового і серозного.

У фундальній частині слизова оболонка вкрита залозами трьох типів: головних, додаткових та обкладових. Головні залози виробляють ферменти шлункового соку, обкладові - соляну кислоту, а додаткові мукоїдний секрет —

слиз. У пілоричній частині шлунка містяться клітини, що нагадують головні. Вони набагато менші, ніж фундальні. Є також додаткові клітини. Пілорична частина відрізняється від фундальної більш розвинутою м'язовою оболонкою. Основна функція цієї частини - всмоктування продуктів розщеплення. Сік фундальної частини має кислу реакцію, а пілоричної — лужну.

Їжа в шлунку, перебуває протягом кількох годин і піддається хімічній обробці шлунковим соком.

**Склад шлункового соку.** Шлунковий сік - це безбарвна прозора рідина, до складу якої входить 99,5% води, 0,4... 0,5% HCl і 0,3 ...0,4% сухого залишку. Він має кислу реакцію (рН 1,0... 2,5), зумовлену вмістом соляної кислоти. За добу у людини виділяється 0,5... 2 л шлункового соку. Для нейтралізації 100 мл шлункового соку потрібно 40... 60 мл 0,1%-ного розчину лугу. Це умовний показник кислотності шлункового соку. До складу шлункового соку входять ферменти протеази, які перетравлюють білки, — пепсин і хімосин, желатиназа, а також ліпаза, яка гідролізує жири.

Пепсин виділяється головними клітинами в неактивному стані у вигляді пепсиногену. Соляна кислота перетворює пепсиноген на пепсин і активує останній. Це протеолітичний фермент, який здійснює гідроліз пептидних зв'язків всередині білкової молекули. Він розщеплює білки на пептони і тільки інколи відщеплює окремі амінокислоти. Остаточне розщеплення білків до амінокислот відбувається у кишках. Хімосин звурджує молоко, внаслідок чого білок молока — казеїн — випадає у вигляді кальцієвої солі, що має велике значення для його перетравлення. Желатиназа здійснює гідроліз білків сполучної тканини. Ліпаза розкладає жири на гліцерин та жирні кислоти. Діє ліпаза, тільки на емульговані жири, і кількість її в шлунку невелика.

У процесі перетравлювання їжі велике значення має соляна кислота. Вона активує пепсиноген, викликає денатурацію та набухання білків, що сприяє розщеплюванню їх, активує гормон гастрин, який утворюється в слизовій оболонці воротаря і стимулює шлункову секрецію. У дорослих людей соляна кислота викликає зсідання молока в зв'язку з тим, що у них хімосин майже не виділяється. Вона припиняє гнилісні процеси в шлунку, стимулює його моторну діяльність, а також секрецію ферментів у підшлунковій залозі та печінці.

Клітини циліндричного епітелію, додаткові та мукоїдні клітини кардіальних та пілоричних залоз шлунка виробляють велику кількість слизу, до складу якого входять високомолекулярні мукоїдні біополімери, а також низькомолекулярні органічні речовини. Деякі мукосубстанції синтезуються головними та обкладковими клітинами.

Слиз містять також лейкоцити, лімфоцити та злущений епітелій. Із слизу формується двокомпонентний захисний бар'єр шлунка. Колоїдна мембрана завтовшки 1... 1,5 мм, що вистеляє внутрішню поверхню шлунка, є зовнішнім шаром бар'єра, її внутрішній шар складається з видозмінених мукоїдних речовин. Цей шар розташований на внутрішній частині мембрани епітеліальних тканин. Обидва шари зв'язані колоїдними тяжами. Висока клейкість, в'язкість, значні сили зчеплення забезпечують міцний зв'язок двокомпонентного бар'єра з

клітинами слизової оболонки шлунка. Він не дозволяє вмісту шлунка контактувати із слизовою оболонкою, здатний адсорбувати та інгібувати пепсин, а завдяки його буферним властивостям — нейтралізувати соляну кислоту. Таким чином, слизова оболонка надійно захищає стінку шлунка від механічного і хімічного пошкодження та самоперетравлювання.

**Регуляція шлункового соковиділення.** Секреція шлункового соку в кількісному і якісному відношенні тонко пристосована до характеру їжі. Ще І. П. Павлов встановив, що при споживанні м'ясної їжі виділення шлункового соку досягає свого максимального значення через годину від початку її споживання; на кінець другої години соковиділення залишається на тому ж рівні і значно зменшується через три години від початку споживання. Інший характер має соковиділення при споживанні хліба: максимум секреції соку досягається через годину, а через дві години соковиділення значно зменшується. При споживанні молока шлункового соку виділяється мало, а максимальна величина соковиділення досягається тільки через три години. Залежно від їжі неоднаковий і склад шлункового соку. На м'ясну їжу виділяється сік, який має найбільшу кислотність. Кількість шлункового соку при споживанні хліба, значно менша, але перетравлююча сила цього соку найбільша. Пристосування секреції шлункового соку до характеру їжі досягається завдяки нервовій та гуморальній регуляції. Ці фактори чітко виражені та відокремлені, що дає можливість виділити окремі фази регуляції. Перша фаза складно-рефлекторна, друга — нейрогуморальна.

Складно-рефлекторна фаза регуляції здійснюється за допомогою безумовних та умовних рефлексів. Рефлексогенні зони перших знаходяться в ротовій порожнині. Це переконливо було показано І.П.Павловим у дослідах з «уявним голодуванням». Суть їх полягає в тому, що у собаки з фістулою шлунка перерізували стравохід і його кінці виводили на шию назовні. Таким чином, їжа не потрапляла в шлунок. Через фістулу виділявся чистий шлунковий сік, який з'являвся через 5...7 хв. після приймання їжі. Нервовий центр шлункового соковиділення розташований в ядрах блукаючого нерва. В цьому можна переконатись на дослідах з виключенням впливу блукаючого нерва на шлунок. При перерізці блукаючого нерва з ізольованого шлуночка через фістулу сік продовжує виділятися, але меншою мірою. «Уявне голодування» не викликає його виділення. При видаленні сонячного сплетення, від якого відходять симпатичні нерви до шлунка, секреція в шлунку різко збільшується. Збільшення шлункової секреції в цьому випадку зумовлено посиленням впливу блукаючого нерва при відсутності імпульсів від симпатичних нервів.

Рецептори слизової оболонки шлунка беруть участь у рефлекторній регуляції шлункового соковиділення. Механічне подразнення слизової оболонки посилює секрецію.

Умовно-рефлекторне виділення шлункового соку починається задовго до попадання їжі в шлунок від вигляду, запаху чи при згадуванні про неї. Сік, що виділяється при цьому, називається апетитним. Апетит — відчуття потреби у їжі, зв'язане з дією умовних та безумовних подразників. Тому смакові властивості



їжі, обставини за яких проходить її споживання, справляють вплив на виділення шлункового соку в процесі травлення. Апетитний сік І.П.Павлов назвав «запальним» тому, що він приводить травний апарат у стан активності та готовності до приймання їжі.

Рефлекторна фаза секреції починається через 5 хв. після споживання їжі і триває близько 2 год. з поступовим зменшенням секреції. Після цього настає фаза нейрогуморальної, або хімічної, регуляції.

Ця фаза регуляції здійснюється за рахунок біологічно активних речовин, які всмоктуючись в кров, діють не безпосередньо на залозистий епітелій, а через інтрамуральні нервові системи. Такими речовинами є гастрин, ентерогастрин та гістамін. Гастрин утворюється у воротарній частині шлунка. Тому при видаленні цієї частини послаблюється або навіть зупиняється секреція в другій фазі. Ентерогастрин утворюється слизовою оболонкою дванадцятипалої кишки. Він діє аналогічно гастрину. Гістамін — продукт розпаду амінокислоти гістидину, входить до складу харчових продуктів і утворюється в багатьох тканинах. Його функція - стимулювання секреції обкладкових клітин. Збудження шлункового соковиділення відбувається також під дією деяких речовин, що надходять у кров з кишок. Вони зумовлюють так звану кишечну фазу шлункового соковиділення. Ентерогастрин і є однією з таких речовин. До біологічно активних речовин, що зумовлюють хімічну регуляцію шлункового соковиділення, належать екстрактивні речовини їжі та продукти гідролізу поживних речовин.

Гуморальні подразники зумовлюють тривалість шлункового соковиділення. Шлункова секреція не тільки збуджується і підтримується, а й гальмується як нервовими, так і гуморальними факторами. Так, жирна їжа, надмірна кількість соляної кислоти, підвищене емоційне збудження, больові подразники, неприємний смак та запах їжі пригнічують виділення, соку.

**Моторна функція шлунка.** Стінка шлунка має три шари гладеньких м'язів: зовнішній - поздовжній, середній - поперечний, внутрішній – косий. Скорочуючись, вони змінюють його об'єм та форму. Вихід із шлунка закривається пілоричним сфінктером, утвореним кільцевими м'язами. Між фундальною та пілоричною частинами шлунка є передворотарний сфінктер. Моторна діяльність шлунка забезпечує перемішування його вмісту та просування харчової маси з шлунка в кишки. Шлунок виконує резервуарну функцію. При його наповненні не виникає надлишкового тиску. Шлунок розтягується і тиск зберігається на певному рівні. Це явище одержало назву об'ємної адаптації.

Різнорізані скорочення шлунка можна поділити на дві основні форми: тонічні і перистальтичні. Перистальтичні скорочення поздовжнього та косоного шарів хвилеподібно розповсюджуються по стінці шлунка. Вони відбуваються на фоні тонічних скорочень м'язів, починаючись з кардіальної частини і поступово переміщуючись до пілоричної. Регуляція рухів шлунка здійснюється нервовим та гуморальним шляхом. Імпульси, що надходять по блукаючому нерву, стимулюють моторику шлунка. Після перерізання блукаючого нерва моторика шлунка припиняється, але через деякий час поновлюється. Це зумовлено автоматією гладеньких м'язів стінки шлунка. При збудженні симпатичних

(черевних) нервів рухи шлунка гальмуються. Такі хімічні сполуки, як гастрин, гістамін, холін, потрапляючи в кров, посилюють моторику шлунка. Адреналін та норадреналін гальмують її.

**Перехід харчової маси до кишок.** Після вживання їжі в шлунку з'являються слабкі перистальтичні скорочення, які переміщують розріджений пристінковий шар харчових мас та просувають їх у пілоричну частину, їжа рідкої консистенції і невеликої кислотності подразнює пілоричний сфінктер, який відкривається, і розріджені харчові маси завдяки періодичному скороченню всіх м'язів шлунка невеликими порціями по 6... 12 мл переходять у дванадцятипалу кишку. Соляна кислота, подразнюючи слизову оболонку дванадцятипалої кишки, викликає рефлекс, завдяки якому закривається отвір воротаря. Він залишається в закритому стані, поки кислі харчові маси не нейтралізуються соком підшлункової залози, кишок та жовчю. Коли реакція знову стає лужною, процес евакуації поновлюється. Однак це не єдиний і не вирішальний фактор переходу їжі в кишки. Тут мають велике значення характер і консистенція харчових мас, їхній осмотичний тиск, ступінь наповнення дванадцятипалої кишки. Наприклад, жир затримує пересування харчових мас. Процес переходу харчових мас із дванадцятипалої в тонку кишку регулюється також рефлекторно. Евакуація харчових мас починається при подразненні блукаючого нерва.

## **Травлення в кишках.**

**Травлення в дванадцятипалій кишці.** В дванадцятипалій кишці харчові маси затримуються недовго, але саме тут до них надходить велика кількість травних соків із підшлункової залози та жовч. Крім того, в слизовій оболонці дванадцятипалої кишки розташовані брунерові та ліберкюнові залози, їхній сік розщеплює білки, жири та вуглеводи. Всі соки дванадцятипалої кишки продовжують свою діяльність у нижче розташованих відділах кишок.

**Секреторна функція підшлункової залози.** Підшлункова залоза є залозою змішаної секреції. Внутрішня секреція здійснюється клітинами, які розкидані по всій залозі у вигляді острівців. Вони виробляють гормони: інсулін, глюкагон, ліпокаїн. Продуктом зовнішньої секреції є сік підшлункової залози, який надходить до порожнини дванадцятипалої кишки.

Сік підшлункової залози має лужну реакцію рН 7,8... 8,4. До його складу входять ферменти, що діють на білки, жири та вуглеводи. Трипсин і хімотрипсин - основні протеолітичні ферменти. Вони виділяються в неактивному стані у вигляді трипсиногена і хімотрипсиногена. Трипсиноген активується ферментом шлункового соку - ентерокиназою і перетворюється на трипсин. Трипсин діє на пептидні зв'язки, розщеплюючи білки до високомолекулярних поліпептидів, і одночасно активує хімотрипсиноген. Хімотрипсин розщеплює білки переважно після їх розробки пепсином та трипсином до низькомолекулярних поліпептидів і частково амінокислот. Амінопептидаза здійснює гідроліз специфічних білків, сполучної тканини та мукополісахариди, розщеплюючи їх до пептидів та амінокислот. Гідроліз нуклеїнових кислот здійснюється дезоксирибонуклеазою.

Рибонуклеаза розщеплює нуклеїнові кислоти на нуклеотиди та фосфорну кислоту. Ліпаза гідролізує жири на жирні кислоти та гліцерин. Цей фермент активується іонами  $\text{Ca}^{2+}$  та жовчними кислотами. У підшлунковому соці є гліколітичні ферменти: амілаза, мальтаза та фуронідаза. Амілаза розщеплює крохмаль та глікоген на декстрини та мальтозу, мальтаза - мальтозу на дві молекули глюкози і фуронідаза - сахарозу на глюкозу та фруктозу.

Секреція підшлункового соку починається через 2...3 хв. після вживання їжі і здійснюється протягом 6...14 год. Кількість та склад соку залежать від характеру вжитої їжі. Регуляція соковиділення підшлункової залози здійснюється нервовими та гуморальними факторами. В хронічних експериментах чітко виділяються умовно- та безумовно рефлексорні фази секреції підшлункового соку. Нервові імпульси від рецепторів порожнини рота та глотки надходять до нервового центру, що розташований у довгастому мозку, а звідти — до залози і викликають секрецію. Аферентними волокнами є гілочки, що проходять у складі під'язикового та язикогорлового нервів, а еферентними — блукаючого. Хімічним стимулятором діяльності підшлункової залози є секретин та інші гормони, які виробляються слизовою оболонкою дванадцятипалої кишки. Перший виділяється в неактивному стані, активується соляною кислотою і, всмоктуючись в кров, стимулює роботу підшлункової залози. В стінці кишки секретин виробляється під впливом соляної кислоти.

**Роль печінки в травленні.** Печінка є найбільшою залозою людського організму. Функції її різноманітні. Вона бере участь у процесах травлення та обміну речовин, виконує захисну функцію. Жовч, яка виділяється печінкою, є одним з важливих травних соків. Вона виділяється безперервно. У відрізках часу між споживанням їжі жовч накопичується в жовчному міхурі, де відбувається всмоктування її рідкої частини. Тому жовч у міхурі густіша, має темніше забарвлення. До складу жовчі входять жовчні кислоти та жовчні пігменти. Крім того, в ній знаходяться холестерин, лецитин, муцин, жири та неорганічні солі. Жовчні кислоти — холева, дезоксіхолева, глікохолева - сполучені з гліколом (глікохолові) та тауроном (таурохолеві). Натрієві солі жовчних кислот зменшують поверхневий натяг води та жирів і цим сприяють утворенню емульсій. Адсорбуючись на поверхні крапельок жиру, вони не дають їм зливатися. Крім того, жовчні кислоти посилюють дію ліпази, приймаючи участь у всмоктуванні жирів та жирних кислот. Вони активують дію амілолітичних та протеолітичних ферментів, посилюють моторику кишок.

Жовчні пігменти — білірубін та білівердін - є продуктами розпаду гемоглобіну та інших гемовміщуючих білків. Білірубін надає жовчі жовтого кольору, а продукт його окислення білівердін - зеленого.

Завдяки своїм бактерицидним властивостям жовч затримує гнильні процеси в кишках.

За добу у людини виробляється близько 500...700 мл жовчі. Регуляція жовчовиділення забезпечується нервовою та гуморальною системами. Нервові імпульси до печінки та жовчного міхура надходять по блукаючому та симпатичному нервах. Блукаючий нерв стимулює, а симпатичний пригнічує жовчоутворення та вихід жовчі в дванадцятипалу кишку. Гуморальними

стимуляторами жовчоутворення є гормони травної системи (секретин та ін.), продукти гідролізу білків та екстрактивні речовини, які всмоктуються в кров. Жовчогонні властивості має сама жовч. Всмоктуючись у кров, вона стимулює діяльність клітин печінки.

Вихід вмісту жовчного міхура в дванадцятипалу кишку в період травлення проходить внаслідок координованої діяльності м'язів стінки жовчного міхура та його сфінктера. При цьому велике значення має холіцистокінін, який утворюється в дванадцятипалій кишці під впливом соляної кислоти та жирних кислот. Вихід жовчі починається через 5... 10 хв. після споживання їжі і продовжується протягом кількох годин. Кількість і тривалість виділення жовчі залежать від складу та об'єму їжі. Особливо багато жовчі виділяється при споживанні яєчних жовтків, молока, м'яса, жирів.

Печінка також виконує екскреторну (видільну) функцію. Екскретатами печінки є жовчні пігменти, кальцій, залізо та деякі інші речовини. Потрапляючи з жовчю в кишечник, вони викидаються з організму.

**Травлення в інших відділах тонкої кишки.** Слизова оболонка тонкої кишки вкрита ворсинками, між якими відкриваються протоки трубчастих ліберкюнових залоз. Вони виділяють кишковий сік. Це безкольорова рідина з домішками слизу та епітеліальних клітин. Клітини поверхневого епітелію, відриваючись від слизової оболонки, утворюють слизові грудочки. Вони запобігають механічним пошкодженням слизової оболонки.

До складу кишкового соку входять ферменти: пептидаза, нуклеаза, ліпаза, амілаза, мальтаза, лактаза, інвертаза. В обробці їжі в тонкій кишці велике значення має мембранне, або пристінкове, травлення, про яке ми згадували вище.

На клітинах війкового епітелію, що вкриває ворсинки, розташована велика кількість цитоплазматичних відростків — мікроворсинок (до 3 тис. на одну клітину). Вони утворюють так звану війкову щітку. Слиз, що виділяється бокаловидними клітинами, утворює на поверхні війкової щітки мукополісахаридну сітку, на якій фіксуються ферменти. При цьому активна поверхня кишки збільшується у 30 разів. Війковий епітелій виконує роль пористого каталізатора. Ферменти на ньому розташовуються в певній послідовності. Їхній активний центр націлений в отвір каналу, в який надходить субстрат. Розщеплення проходить на тій же поверхні, що і всмоктання. Мембранне травлення має особливе значення на заключному етапі, головним чином при остаточному розщепленні проміжних продуктів гідролізу.

В тонких кишках розвивається велика кількість різноманітних бактерій, концентрація яких доходить до кількох мільйонів в 1 мл. Але вони не можуть проникнути в кровоносне русло, тому що мікропори війкової щітки виконують функцію своєрідного бактеріального фільтра. Завдяки цьому заключні етапи гідролізу проходять в цілком стерильних умовах.

Порожнинне травлення в тонкій кишці, за даними О.М.Уголева, становить 20...50%, а мембранне 50...80%.

**Травлення в товстій кишці.** Харчова маса - хіміс позбавлений поживних речовин, невеликими порціями через кожні 0,5...1 хв. надходить з тонкої кишки в товсту. Тут відбуваються всмоктування води та формування калових мас. В стінках товстої кишки містяться мікроорганізми, які синтезують вітамін К та вітаміни групи В. Кількість ферментів у соці товстої кишки невелика. Вони не мають великого значення в травленні їжі. Розщеплення неперетравлених решток їжі здійснюється за допомогою бактерій. Вони розщеплюють целюлозу, яка надходить до товстої кишки незмінною. Травні соки на неї не діють. Гнильна мікрофлора впливає на неперетравлені білки та амінокислоти. При цьому утворюються такі отруйні речовини, як індол, фенол та скатол. Всмоктуючись у кров, вони можуть викликати отруєння організму, але, потрапляючи по системі воротної вени в печінку, ці речовини нейтралізуються. Кількість гнильних бактерій в товстій кишці невелика тому, що соки з інших відділів травної системи запобігають розмноженню їх.

Сік товстої кишки складається головним чином із слизу, який сприяє проходженню по кишці решток харчових речовин: відмерлих клітин слизової оболонки, холестерину, жовчних пігментів, бактерій і солей. Разом вони становлять калові маси. Тіла бактерій становлять близько 30% сухої речовини екскрементів.

Випорожнення прямої кишки (дефекація) відбувається рефлексорно. Центр цього рефлексу розташований в спинному мозку.

Його діяльність регулюється доволно вищерозташованими відділами центральної нервової системи.

**Рухи кишок.** В стінках кишок розташовані кільцеві та поздовжні м'язи. За допомогою їх виконуються маятникоподібні та перистальтичні рухи. Маятникоподібні рухи виникають внаслідок попереминого ритмічного скорочення поздовжніх та кільцевих м'язів. При цьому кишка ніби ділиться на окремі сегменти, харчові маси в яких переміщуються то в одному, то в іншому напрямку. Перистальтичними рухами називаються хвилеподібні рухи, кільцеві звуження вздовж кишок. При цьому скорочується переважно циркулярний шар м'язів. Нижче місця кільцевого звуження м'язи розслаблюються і харчові маси просуваються до розслабленого місця. Перистальтичні рухи відбуваються на фоні скорочень поздовжніх м'язів. Якщо кільце звуження просувається по кишці у краніальному напрямку, то така форма рухів зветься антиперистальтикою. Перистальтичні рухи забезпечують пересування вмісту кишок у напрямку до прямої кишки. Гладенька мускулатура кишок перебуває у постійному тонусі.

Регуляція рухів кишок здійснюється рефлексорно та гуморально. В стінках кишок є інтрамуральні нервові структури, в яких відбувається ритмічне самозбудження. Явище самозбудження зветься автоматією. Ізольований відрізок кишки довгий час продовжує скорочуватись. Регуляція відбувається за принципом периферичних рефлексів. Механізм центральної регуляції такий самий, як і в інших рефлексів. Аферентні імпульси поступають у центральну нервову систему по блукаючому нерву та спинному мозку, еферентні - по парасимпатичних та симпатичних нервах. Парасимпатична частина автономної нервової системи посилює моторику кишок, симпатична —

послабляє. Ацетилхолін та гістамін діють як парасимпатичні нерви, адреналін та норадреналін - як симпатичні. В слизовій оболонці кишок синтезується гормон ентерокінін, який посилює рухи кишок та стимулює скорочення ворсинок.

## **Всмоктування продуктів травлення.**

Харчові речовини всмоктуються в кров і лімфу головним чином у тонкій кишці. Невелика кількість води, мінеральних речовин, моносахаридів всмоктується в шлунку. В товстій кишці всмоктуються вода та мінеральні речовини.

Слизова оболонка кишок має велику кількість складок та вип'ячувань - ворсинок. В середині ворсинок добре розвинута кровоносна та лімфатична стінки. Стінки ворсинок містять гладенькі м'язові волокна. Ворсинки складаються із війок, утворених найтоншими ниткоподібними відростками — мікрворсинками. Завдяки такій будові всмоктуюча поверхня тонкої кишки досягає 500м<sup>2</sup>.

Всмоктування - це складний процес, в якому важливе значення мають діяльність клітинних мембран, явища дифузії, фільтрації та осмосу. Транспорт речовин проти градієнта концентрації може відбуватись тільки завдяки активній діяльності клітинних мембран. При цьому затрачується енергія АТФ.

Білки всмоктуються у вигляді амінокислот і тільки невелика їх кількість - у вигляді поліпептидів. При цьому втрачається видова та імунологічна специфічність білків їжі. Амінокислоти по воротній вені потрапляють до клітин печінки, де з деяких із них шляхом переамінування та дезамінування синтезуються нові, необхідні для організму амінокислоти.

Вуглеводи всмоктуються в кров головним чином у вигляді глюкози. При проходженні крізь стінку кишки глюкоза фосфорилується, що прискорює її всмоктування. Цей процес стимулюється гормоном підшлункової залози - інсуліном.

Жири всмоктуються у вигляді жирних кислот та гліцерину. Жирні кислоти та холестерин проходять крізь стінку за допомогою жовчних кислот у вигляді ефіропарних сполук. В стінках кишок вони з'єднуються з гліцерином і утворюють специфічний жир. Деяка кількість емульгованих жирів всмоктується без попереднього розщеплення. Більшість жирів всмоктується в лімфу. В кишках людини за добу всмоктується не більше 150...160 г жиру.

Вода всмоктується в тонкій та товстій кишках головним чином шляхом осмосу. Розчинені у воді солі натрію, калію, кальцію в більшості всмоктуються в тонкій кишці.

## **Печінка та її функції.**

Печінка виконує ряд життєво важливих функцій. Вона бере участь у процесах травлення, обміну речовин та виконує захисні функції.

Продукти гідролізу харчових речовин надходять з кров'ю по воротній вені в печінку. В ній відбуваються синтез деяких білків (альбуміна, фібриногена та ін.), переамінування амінокислот, синтез сечовини. Тут утворюється глікоген. Він синтезується не тільки з глюкози, а і з жирів та амінокислот після їх дезамінування.

В печінці синтезується вітамін А, відкладаються про запас вітаміни А, D, К, ніотинова кислота, знаходиться один з кровотворних факторів, до складу якого входить вітамін В12. В ній затримуються іони  $Cl^-$ ,  $Fe^{++}$ , бікарбонатів та ін.

В печінці знешкоджуються продукти розпаду білків - індол, фенол, скатол. Ці речовини окислюються і сполучаються з сірчаною та глюкуроною кислотами. У вигляді ефіропарних сполук вони виводяться з сечею. Ця функція печінки має назву бар'єрної. Якщо у тварин за допомогою операції Н.В.Екка. (перерізка воротньої вени і з'єднання її з нижньою порожнистою веною) виключити печінку, то тварина загине особливо швидко при споживанні м'ясної їжі. Зіркоподібні клітини капілярів печінки здатні до фагоцитозу. Вони захищають організм від мікроорганізмів, що потрапили в кров.

**Вікові особливості травної системи.** В будові та функціях травної системи значні зміни відбуваються в початковий період постнатального онтогенезу. У дітей середнього та старшого шкільного віку травна система майже нічим не відрізняється від травної системи дорослої людини.

## **Вплив м'язової роботи на діяльність органів травлення.**

М'язова робота по-різному впливає на роботу травної системи. Вона посилює і пригнічує його діяльність.

Підвищення енергетичних витрат викликає загальне посилення діяльності травної системи та нормалізацію його функцій. Але в період виконання інтенсивної роботи діяльність травної системи знижується. В механізмі цього впливу мають місце умовно- та безумовнорефлекторні, гемодинамічні та гуморальні фактори. Інтенсивна фізична робота призводить до перерозподілу крові в організмі, її відтоку від травної системи та посилення кровообігу у м'язах. Зменшення кровопостачання травних залоз викликає послаблення їх секреторної функції та зменшення ферментативної активності травних соків. Збудження симпатикоадреналінової системи, яке має місце при м'язовій роботі, також викликає послаблення роботи травної системи. М'язова робота супроводжується гальмуванням харчового центру, завдяки цьому зменшуються соковидільна та моторна функції шлунка і кишок. Шлункова секреція зменшується також при дії умовних подразників, що супроводжують м'язову роботу.

Всі ці механізми призводять до гальмування секреції, затримання харчових мас в шлунку та посилення гнильних процесів. При заняттях фізичною культурою та спортом треба мати на увазі і те, що вживання їжі може негативно позначатись на наслідках роботи, що виконується. Це відбувається завдяки тому, що після харчування спостерігається деяке послаблення кровопостачання м'язів, піднята переповненим шлунком діафрагма заважає диханню. В зв'язку з цим рекомендується виконувати фізичні вправи не менш як через 2-2,5 год. після вживання їжі.

### Контрольні питання

1. Дати визначення процесу травлення.
2. Назвіть ферменти травної системи.
3. Охарактеризуйте функції травної системи.
4. Опишіть будову відділів травного тракту.
5. У чому полягає фізична та хімічна обробка їжі у ротовій порожнині.
6. Опишіть фізіологічні механізми виділення слини.
7. Назвіть особливості будови шлунку.
8. Охарактеризуйте механізми перетравлення їжі в шлунку.
9. Що входить до складу шлункового соку?
10. Яку роль відіграє соляна кислота в процесі перетравлення їжі?
11. Визначте фази виділення шлункового соку.
12. Охарактеризуйте моторну функцію шлунку.
13. Опишіть особливості травлення у тонкому кишечнику.
14. Визначте роль печінки в процесах травлення.
15. Охарактеризуйте процеси травлення в товстій кишці.
16. Дайте визначення явищу всмоктування продуктів травлення.
17. Як впливає робота м'язів на діяльність органів травлення?

### ЛІТЕРАТУРА

1. А.В. Солодков, Е.Б. Сологуб. Физиология человека: Общая. Спортивная. Возрастная.-М.: Терра-Спорт, Олимпия- Пресс, 2001.-520с.
2. Е.Б. Бабский, А.А.Зубков, Г.И. Косицкий, Б.И.Ходоров. Физиология человека.- М.:» Медицина», 1992.-655с.
3. І.С. Кучеров, М.Н.Шабатура, І.М.Давиденко. Фізіологія людини.-К.,»Вища школа»,1991.
4. І.С.Кучеров. Фізіологія людини і тварин.-К.,» Вища школа», 1991
5. Н.А.Фомин. Физиология человека.-М.,»Просвещение»,1982.
6. Физиология человека/ Под ред. Н.В.Зимкина. – М., « Физкультура и спорт», 1975.
7. А.Д.Ноздрачев. Общий курс физиологии человека и животных, т. 1,2.-М.,» Высшая школа»,1991.
8. Нормальная физиология / Под ред. А.В.Коробкова. –М.,:» Высшая школа», 1980.



9. А.Г.Хрипкова, М.В.Антропова, Д.А.Фарбер. Возрастная физиология и школьная гигиена. – М.: «Просвещение», 1990.
10. Н.Н.Леонтьев, К.В.Маринова.. Анатомия и физиология детского организма. – М.:» Просвещение», 1986
11. Л.І.Старушенко. Анатомія і фізіологія людини. –К.: “ Вища школа”, 1992.
12. А.Г.Хрипкова. Вікова фізіологія. –К.: « Вища школа» ,1982.
13. Ю.А.Ермолаев. Возрастная физиология. –М.: «Высшая школа», 1986.
14. Физиология человека / Под ред. Р.Г.Шмидта, Г.Т. Тевса. –М.: «Мир», 1985.