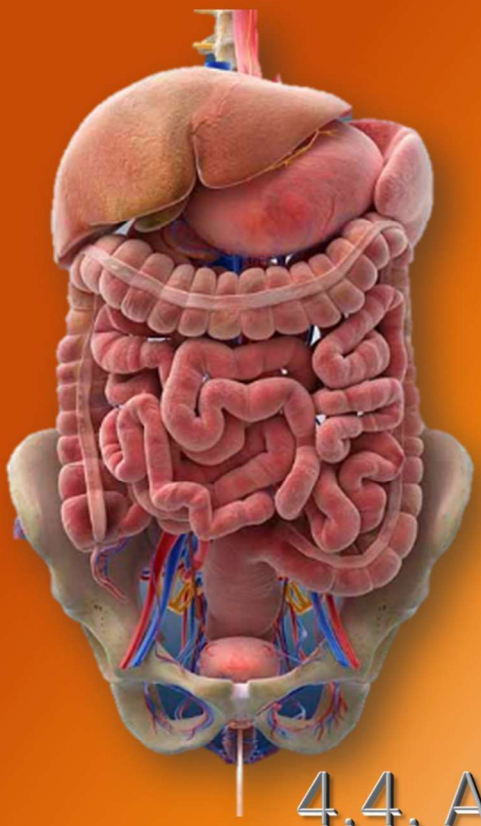
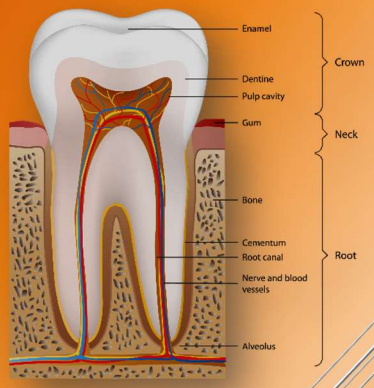
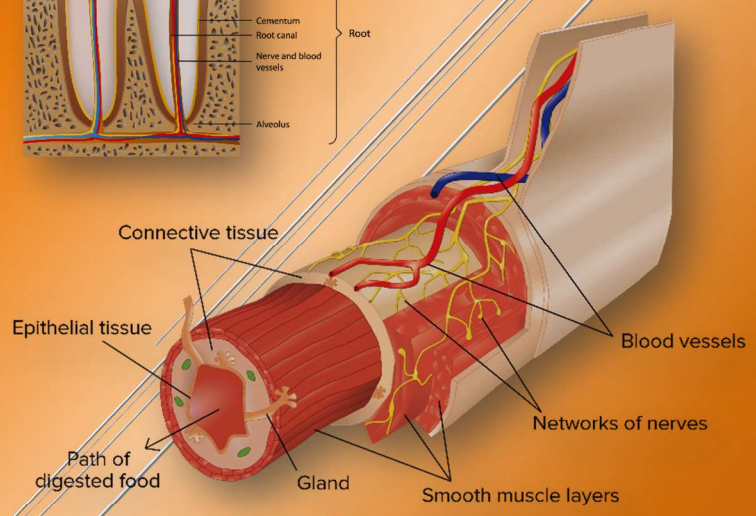


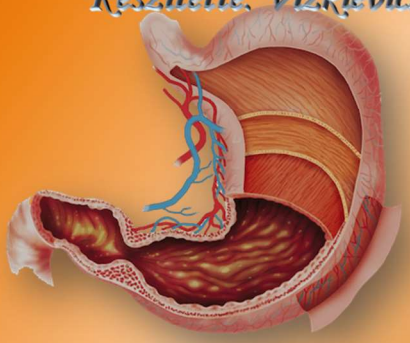




4.4. A TÁPLÁLKOZÁS

AZ EMÉSZTŐRENDSZER FELÉPÍTÉSE ÉS MŰKÖDÉSE

Készítette: Vizkievicz András



Emelt szintű vizsgakövetelmények 2024

4.4 A táplálkozás

4.4.1. A táplálkozás

Kulcsfogalmak

- Táplálék, tápanyag, glikémiás index, rágás, nyelés, bélperisztaltika, testtömegindex (BMI), sovány, túlsúlyos.

Gondolkodási művelet

- Magyarázza a táplálkozás jelentőségét, ismertesse folyamatait (rágás, nyelés, bélperisztaltika).
- Magyarázza a táplálék és tápanyag közötti különbséget. Használja fel a tápanyagok fajlagos energiatartalmát alapvető számítási feladatokban.
- Értelmezze a testtömegindexet, tudjon következtetéseket levonni értékéből, és magyarázza, hogy normálértéke függ a testösszetételtől, nemtől, életkortól.
- *Állítson össze egy napi étrendet a tápanyagok összetételének és az összetevők energiatartalmának együttes figyelembevételével, magyarázza az összeállítási szempontokat.*

4.4.2. Emésztés

Kulcsfogalmak

- Szájüreg, nyelv, fogak, fogképlet, garat, nyelőcső, gyomor, vékonybél (patkóbél, éhbél, csípőbél), máj, hasnyálmirigy, vastagbél (vakbél, felszálló, haránt, leszálló vastagbél, szigmabél, végbél), emésztés, emésztőnedv, emésztőenzim.
- Májkapuvéna, májartéria, epevezeték, májvéna.

Gondolkodási művelet

- Ismerje fel ábrán a táplálkozási szervrendszer szerveit, ismertesse főbb biológiai funkcióikat.
- Ismerje fel a fog részeit, magyarázza a részek funkcióit, magyarázza az emberi fogképletet (tej- és maradandó fogazat).
- Ismertesse, mely emésztőnedvek játszanak szerepet a fehérjék, a szénhidrátok, a zsírok és a nukleinsavak emésztésének folyamatában.

- Ismertesse a következő emésztőenzimek termelődésének helyét, hatásait és a működésükhöz szükséges optimális kémhatást: nyálamiláz, pepszin, laktáz, hasnyálamiláz, hasnyállipáz.
- Magyarázza a kapcsolatot a tápanyagok emésztése és sejtszintű lebontása között.
- Magyarázza a máj szerepét az emésztőnedv-termelésben, a fehérje-, glükóz- és glikogénszintézisben, a raktározásban és a méregtelenítésben.
- Ismertesse a következő emésztőenzimek termelődésének helyét, hatásait és a működésükhöz szükséges optimális kémhatást: nukleáz, tripszin, maltáz, membránpeptidázok.
- *Tervezzen egyszerű biokémiai kísérletet a szénhidrát-, zsír- és fehérjeemésztésre vonatkozóan.*
- *Értelmezze a máj makroszkópos anatómiai és mikroszkópos szövettani, illetve a vékonybél keresztmetszeti képének szövettani ábráit.*

4.4.3. Felszívódás

Kulcsfogalmak

- bélbolyhok, felszívás,
- tápanyagmonomerek útja.

Gondolkodási művelet

- Ismertesse a bélbolyhok helyét, magyarázza felépítésük és működésük lényegét.
- Ismertesse a táplálékkal felvett fehérje, szénhidrát és zsír alkotórészeinek útját a szövetekbe történő beépülésig, illetve a felhasználásig.

4.4.4. Szabályozás

Kulcsfogalmak

- Hipotalamusz, éhség és jólakottság és szomjúság központ, peptidhormonok, éhséghormon (ghrelin), jóllakottsághormon (leptin), vércukorszint, szájnyálkahártya, ozmotikus koncentráció, nyál- és gyomornedvtermelés, hányás, nyelés, hasmenés.

Gondolkodási művelet

- Magyarázza, hogy mi válthatja ki az éhség-, szomjúságérzetet, magyarázza a tápcsatorna reflexes folyamatainak (nyál- és gyomornedvtermelés, hányás, nyelés, hasmenés) szerepét.

Gondolkodási művelet

- *Értelmezzen a táplálékfelvétel és a testtömeg szabályozására vonatkozó ábrát, szöveget, illetve adatokat, a szabályozásban résztvevő peptidek szerepével, a folyamatok hátterében álló magatartási folyamatokkal összefüggésben.*
- *Értelmezzen a tápcsatorna működésével kapcsolatos kísérleteket.*

4.4.5. Táplálkozás egészségtana

Kulcsfogalmak

- Minőségi és mennyiségi éhezés, alapanyagcsere, éhség, étvágy, fogászati szűrővizsgálatok, száj higiénia, vitaminok, kockázati tényezők.

Gondolkodási művelet

- Magyarázza a minőségi és mennyiségi éhezés, az alapanyagcsere, az éhség és az étvágy fogalmát.
- Indokolja a fogászati szűrővizsgálatok jelentőségét.
- Ismertesse a száj higiéniáját, a szájápolás szabályait és jelentőségét.Ismertesse a fehérjék, szénhidrátok, zsírok, növényi rostok, ásványi anyagok (nyomelemek), természetes forrásait, tudjon érvelni hiányuk vagy túlzott fogyasztásuk ellen. Ismerje a következő vitaminok élettani jelentőségét, és tudja azokat összekapcsolni hiánytüneteikkel: D-, A-, K-, B12,- C-vitamin, folsav.
- Ismertesse a tápcsatorna megbetegedéseinek kialakulását elősegítő kockázati tényezőket (veleszületett hajlamosító tényezők és életvitelből, életmódból eredő kockázati tényezők – pl. nem megfelelő szájápolás/szájhigiéné, fokozott stressz, túlzott alkohol- és gyógyszerfogyasztás, nem az életmódnak, szükségleteknek megfelelő táplálkozás, kedvezőtlen környezeti hatások).
- Magyarázza, miért változnak az étrendi elvárások tevékenységtől, kortól, nemtől és állapottól (terhesség, szoptatás) függően. Értelmezzen életmódhoz igazodó étrendet, ezzel kapcsolatos adatok, táblázatok használatával.
- Magyarázza az élelmiszer- és ételtartósítás alapvető szabályait. Elemezze az alultápláltság és a túltápláltság következményeit, kockázati tényezőit.
- Érveljen az egészséges táplálkozás, illetve a táplálkozási allergiák esetében alkalmazható étrendek mellett. Figyelje meg az élelmiszerek csomagolásán feltüntetett összetevőket és magyarázza a lehetséges kockázati tényezőket, táblázat segítségével.
- Ismertesse az elsősegélynyújtási teendőket étel-, gyógyszer-, és alkoholmérgezés esetén.
- Ismertesse a következő vitaminok élettani jelentőségét: E-, B1-, B6-vitamin.
- Értelmezze, miért járhatnak a májbetegségek együtt sárgasággal.

The Digestive System

What is the digestive system?

The digestive system, or **gastrointestinal tract**, is essentially a muscular tube in which intake, digestion and absorption of nutrients takes place. Food, broken down mechanically in the mouth, is propelled through a series of different secretory and absorptive environments. Within these environments, food is broken down further by digestive enzymes into components small enough to be absorbed. The digestive system also stores unabsorbed components until they are ready to be expelled at the end of the gastrointestinal tract.

Esophagus
Liver
Gallbladder
Stomach
Large intestine
Small intestine
Rectum

The mouth & salivary glands

Chewing, the mechanical action of the teeth and tongue, begins the breakdown of solid food. It greatly increases food's surface area and mixes the food with the secretions of the salivary glands, called **saliva**. Saliva acts like a solvent, cleansing the teeth and dissolving food molecules so they can be tasted. Its enzymes also begin the digestion of **starch**, a form of carbohydrate, and its mucus lubricates the pharynx for swallowing.

Parotid gland (salivary gland)
Parotid duct
Tongue
Teeth
Pharynx
Epiglottis
Esophagus
Larynx
Sublingual gland (salivary gland)
Submandibular gland (salivary gland)

Esophagus

LIVER
Liver, left lobe
Stomach
GALLBLADDER
Aorta
Portal vein
Celiac trunk
Rugae
Muscularis:
Oblique
Circular
Longitudinal
DUODENUM
STOMACH
Pancreas
Superior mesenteric vein & artery
ASCENDING COLON
TRANSVERSE COLON
DESCENDING COLON
JEJUNUM
MESENTERY
ILEUM
RECTUM
SIGMOID COLON
Free teniæ
Ileocecal valve
Semilunar fold
Opening of appendix
Cæcum
Appendix
Levator ani muscle

The stomach

Swallowed food reaches the stomach after being pushed through the esophagus by wavelike muscular contractions called peristalsis. Once in the stomach, food mixes with hydrochloric acid and enzymes produced by the stomach lining to begin the digestion of proteins. This lining produces a layer of mucus to protect itself from the acid. The stomach also functions to store partially digested food, chyme, for processing later by the small intestine.

Stomach wall

Mucosa
Submucosa
Serosa
Muscularis
Oblique
Circular
Longitudinal

Simple columnar epithelial cells
Gastric pit
Capillary
Parietal cells produce hydrochloric acid
Goblet cells produce mucus
Gastric glands

Liver, pancreas & gallbladder

After leaving the stomach, chyme moves into the duodenum, the first part of the small intestine, where it is mixed with bile produced by the **liver** and pancreatic juice produced by the **pancreas**. Bile acts as a mixing agent on the chyme while the pancreatic juice containing numerous digestive enzymes further breaks down fats, proteins and carbohydrates. Excess bile is stored in the **gallbladder**.

Gallbladder
Left hepatic duct
Right hepatic duct
Common hepatic duct
Cystic duct
Common bile duct
Main pancreatic duct
Accessory pancreatic duct
Minor duodenal papilla
Major duodenal papilla
Bile & pancreatic juice
Duodenum

Small intestine

The small intestine consists of three areas: the **duodenum**, **jejunum** and **ileum**. Digestion occurs throughout the entire length of the small intestine, accompanied by the absorption of the resulting molecules by the intestinal wall. Villi, projections of the lining of the small intestine, greatly increase the surface area of the absorptive membrane called the **epithelium**. Each cell of the epithelium has microvilli which further increase this absorptive surface area.

Microvilli
Absorptive epithelial cells

Intestinal lining

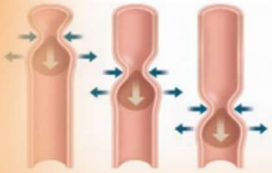
Absorbed simple sugars and amino acids pass into capillaries
Absorbed fats pass into lacteals
Epithelium
Villi
Lacteal

Layers of large intestine

Longitudinal muscle
Haustra
Circular muscle
Mucosa
Serosa
Tenia coli

Large intestine

The large **intestine** consists of the **cecum**, the **colon** (ascending, transverse, descending and sigmoid) and the **rectum**. As undigested material enters the large intestine, water and electrolytes are absorbed. The remaining waste is stored, formed and expelled.



Peristaltic action

Waste material is moved through the digestive system by a series of muscle contractions called **peristalsis**. The contraction of the muscle behind the material moves it into the next section, where the muscle has relaxed.

Rectum & anal canal

Rectum
Inferior rectal valve
Levator ani muscle
Anorectal line
Internal anal sphincter muscle
External anal sphincter muscles:
Deep
Superficial
Subcutaneous

Absorption

Specialized absorptive cells in the epithelium of the small intestine absorb the small molecules produced by digestion. Once absorbed, simple sugars (from carbohydrates) and amino acids (from proteins) enter the capillaries on their way to the portal vein. Absorbed fats enter the lymphatic vessels of the villi, called lacteals, before eventually entering the blood.

4.4. A táplálkozás

Készítette: Vizkievicz András

A fejezet a követelményrendszer 4.4. pontja alapján készült.

A táplálkozással kapcsolatos alapfogalmak, alapismeretek

A **táplálkozás** során a **táplálékkal vesszük fel a szervezetünk felépítéséhez és az életfolyamatok fenntartásához szükséges tápanyagokat**. Szűkebb értelemben táplálkozás alatt csak a táplálék bevitelét értjük a szervezetbe, de tágabb értelmezésben ide soroljuk a táplálék anyagainak megemésztését, felszívódását és az anyagcserében történő hasznosulását, illetve az emészthetetlen anyagok kiürítését is.

A **táplálék** tartalmazza a **létfontosságú tápanyagokat, ill. a szervezet számára fel nem használható, felesleges anyagokat (salakanyagok).**

Élelmiszer minden olyan anyag, amely változatlanul vagy feldolgozva fogyasztásra alkalmas.

A **tápanyagok** funkció szerint csoportokba sorolhatók:

- **testépítő anyagok**, pl. **fehérjék**,
- **energiaforrások**, pl. **szénhidrátok**, **zsírok**,
- **enzimek koenzimjeinek** összetevői, pl. **vitaminok**,
- ill. enzimek **prosztetikus csoportjai**, pl. egyes **ásványi anyagok**.

Továbbá **fontos tápanyag a víz**, mely **szerkezetmeghatározó, oldószer, reakciópartner és reakcióközeg, szállítóközeg.**

Minőségi éhezés kialakulása során elegendő mennyiségű táplálék kerül a szervezetbe, de abban **nem megfelelő az egyes tápanyagok mennyisége, ill. aránya,** leggyakrabban **ásványi anyagok, vitaminok, esszenciális aminosavak** hiánya okoz problémát.

Mennyiségi éhezés során az elfogyasztott **tápláléknak** a **kelleténél kevesebb a mennyisége és az energiatartalma,** ezért a bevitt táplálék **nem fedezi a napi energiaszükségletet**.

Az **éhség** egy **motivációs állapot**, a táplálék felkeresésére, a táplálék elfogyasztására irányuló **belső késztetés**. Kiváltásában többféle élettani tényező – pl. **alacsony vércukorszint, gyomor üressége** stb. – játszik szerepet.

- A **fiziológiás éhségérzet** kialakulása – a hipotalamuszban – alapvető biológiai szükséglet kielégítését teszi lehetővé, ettől meg kell különböztetnünk
- a **mentális éhség** fogalmát, amit **étvágynak** nevezünk, mely létrejöttének hátterében inkább **külső tényezők** – stresszhatások, ingerszegény környezet (unalomevés), különféle beidegződések-társítások (TV, mozi éhség, egy kedvenc étel látványa, szaga, íze, emléke) stb. – keresendők.

A táplálkozással kapcsolatos **idegi szabályozó mechanizmusok** **központjai a hipotalamuszban vannak**. Itt található

- az **éhség központ**, amelynek aktivitása **éhségérzetet** kelt és ez a táplálék felvételét eredményezi, ill. ugyanitt van
- az ellentétes hatású **jóllakottsági központ**.

Az **éhség érzetét** elsősorban az **alacsony vércukorszint** és olyan **peptidhormonok** – pl. **ghrelin szöveti hormon** – váltják ki, amiket a **gyomor üressége esetén elsősorban a tápcsatorna fala választ el**.

Ez a szöveti hormon továbbá

- mivel hat a májra és a hasnyálmirigyre, **elősegíti** a **tápanyagok glikogén, ill. zsír formájában történő raktározását**,
- a központi idegrendszerben serkenti az agy jutalmazó központjában **a dopamin felszabadulást**, aminek hatására **fokozódik az evéssel együttjáró örömérzet**.

Szintje a vérben étkezés előtt a legmagasabb és közvetlenül utána a legalacsonyabb. Testsúlycsökkenéskor nő a vérben a ghrelin szint, hízáskor pedig csökken.

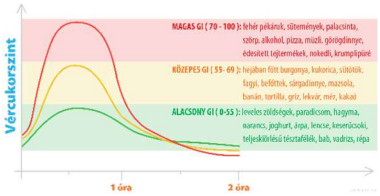
A **jóllakottság jelzései**

- a **gyomor teltsége** (mechanoreceptorok révén),
- a **magas vércukorszint** és **inzulinszint**, továbbá
- a **zsírszövet sejtjeiben termelődő leptin** szöveti hormon.

A leptin a ghrelinhez hasonlóan a hipotalamikus neuronokon – jóllakottsági központ – **keresztül fejti ki a hatását**. A **tartósan alacsony leptin szint folyamatos éhségérzetet okozhat**, ezért a leptin hiány már kora gyermekkortól jelentkező súlyos elhízást eredményez. Ennek ellenére sok esetben az elhízás magas leptin szint mellett is kialakul. Ezt a jelenséget **leptin rezisztenciának** nevezzük.

Ugyancsak a **hipotalamuszban** van a **szomjúságközpont**, a szomjúságérzet és a vízkereső magatartás kialakításáért felelős neuroncsoport, mely **aktiválódásának ingere** – a csökkent folyadékbevitel miatt – **a vér ozmotikus koncentrációjának emelkedése**.

Az egyes **tápanyagok fajlagos** – a tömegegységre vonatkozó – **energiatartalma** eltérő, az átlagosan mérhető értékek a fehérjéknél 17 KJ/g, a szénhidrátoknál 17 KJ/g, a zsíroknál 38 KJ/g.



Egy adott **élelmiszer vércukorszintre gyakorolt hatását** a **glikémiás indexxel** lehet jellemezni, mely egy 0-100-ig terjedő számérték, **nagyságát**

- **az élelmiszer szénhidráttartalmának emészthetősége**
- és a felszabaduló egyszerű **cukrok felszívódásának a sebessége határozza meg**.

A **magas indexű tápanyagok gyorsan és nagymértékben emelik meg a vércukorszintet**, aminek következtében az inzulin elválasztás jelentősen fokozódik, s mivel az inzulin csökkenti a vércukorszintet, a táplálkozást követően 1-2 órával **hipoglikémia** alakul ki, ami erős **éhségérzetet eredményez**.

Az **alapanyagcsere a szervezet fenntartásához szükséges minimális energia termelése**. A napi energiaszükséglet 60-70 %-a **létfenntartó működések energiaszükségletét fedezi**, mint pl. keringés, kiválasztás, májműködés, nyugalmi idegi szabályozás, alapizomtónus fenntartása, hőszabályozás.

Meghatározása a **hőleadás** vagy indirekt módon, az **oxigénfogyasztás mérésével** történik, a következő körülmények között:

- éber, **nyugalmi állapotban**,
- ruhátlanul, **semleges külső hőmérsékleten** (28-30 °C, ahol a hőtermelés mértéke minimális),
- **12–24 óra előzetes éhezést követően, gyógyszerhatástól mentesen**.

Nagyrészt **örökletes tényezők határozzák meg**, de mértékét befolyásolja

Alapanyagcsere kiszámítása

Életkor [év] kcal / nap

FÉRFI		NŐ	
18 – 30	15,3 x testtömeg + 679	18 – 30	14,7 x testtömeg + 496
30 – 60	11,6 x testtömeg + 879	30 – 60	8,7 x testtömeg + 829

- a **kor** (gyerekeknél magasabb),
- a **nem** (férfiaknál magasabb a nagyobb izomtömeg miatt),
- egyes **hormonok** (pl. tiroxin, adrenalin fokozzák),
- különféle **élettani állapotok** (pl. terhesség, szoptatás növeli).

1 kcal = 4,184 kJoule

Az alapanyagcsere átlagos energiaértéke nőknél 6000 KJ, férfiaknál 7000 KJ körüli naponta.

A fizikai aktivitás korrekciós faktorai

1,4–1,69	ülő, vagy mérsékelten aktív életmód
1,7–1,99	közepesen aktív vagy aktív életmód

Az étrendi elvárások ennek megfelelően változnak tevékenységtől, kortól, nemtől és élettani állapottól függően. A napi energiaszükségletet számolással is meghatározhatjuk közelítőleg úgy, hogy az alapanyagcsere értékét megszorozzuk a fizikai aktivitás mértékétől függő **korrekciós faktorral**.

Energiaigény kalkulátor https://www.okostanyer.hu/energiaigeny-kalkulator/

Alultápláltság akkor alakul ki, ha **nem kerülnek be a szervezetbe** az egészséges táplálkozásnak megfelelően **a szükséges mennyiségű és minőségű tápanyagok**, továbbá, ha a tápanyagok emésztésében, ill. felszívódásában zavarok lépnek fel. Mindezek hatására hosszútávon

- különféle **hiánybetegségek alakulnak ki** – esszenciális aminosavak, vitaminok, ásványi anyagok hiánya miatt –, ill.
- kialakulhat **ödéma** a vérfehérjék koncentrációjának csökkenése miatt,
- **felborulhat a szervezet víz- és ionegyensúlya** (K^+),
- **nőhet a fertőzésekre való hajlam** az immunrendszer gyengülése miatt,
- **izomerőgyengeség**, vérszegénység, csontritkulás stb. következhet be.

Ha az elfogyasztott **táplálék energiatartalma rendszeresen meghaladja az energiaszükségletet**, **túltápláltság** alakul ki, ami **elhízáshoz** vezet. Minden **felesleges mennyiségben felvett tápanyag az emberi szervezetben zsírrá alakul** és a zsírszövetekben halmozódik fel. Az elhízás számos egészségügyi problémát eredményez,

- fokozódik az **érelmeszesedés**, aminek következménye a **magasvérnyomás-betegség**, nő a **szívinfarktus** és az **agyi infarktus** kockázata,
- emelkedik a **cukorbetegség**, ill.
- a **daganatos betegségek** veszélye,
- a csontrendszer, az **ízületek túlterhelődnek**.

Az **elhízás részben örökletes tényezőkre**, **részben környezeti okokra** – helytelen táplálkozási szokások, mozgásszegény életmód – **vezethető vissza**.

A **testtömegindex** (BMI) a **felnőtt szervezet egészséges testsúlyának meghatározására szolgál, melynek értékét úgy kapjuk meg, hogy a testsúlyt elosztjuk a méterben megadott testmagasság négyzetével (kg/m^2).** Kiszámolásával megtudható, mennyi a súlyfelesleg,

- 20 és 25 között egészséges a testsúly,
- 20 alatti érték esetén soványságról,
- 25 feletti értéknél túlsúlyosságról,
- 35 feletti értéknél már kóros elhízásról beszélünk.

A **testtömegindex értékét továbbá befolyásolja a nem, az életkor**. A testtömegindex értéke olykor megtévesztő lehet, pl. nagyobb testmagasság esetén kisebb, ill. sportolóknál jelentősebb izomtömeg esetén magasabb értéket mutathat.

Kiegyensúlyozott táplálkozással biztosítjuk, hogy a szervezet minden létfontosságú tápanyaghoz hozzájusson. A szükséges tápanyagokat tartalmazó élelmiszerek napi mennyiség arányait **táplálékpiramissal** szemléltetjük. A piramis alsó részén helyezkednek el azok az élelmiszerek, amelyekből a legnagyobb mennyiséget, a piramis csúcsán pedig azok, amelyekből keveset ajánlott fogyasztani.

- Az első szinten a teljes kiőrlésű gabonafélékből készült, magas rosttartalmú, összetett szénhidrát tartalmú élelmiszerek,
- a második szinten a rostban gazdag friss, nyers zöldségek, gyümölcsök,
- a harmadik szinten a magas fehérjetartalmú tejtermékek, sovány húsok,
- végül a piramis csúcsán telített zsírok, olajok és finomított cukrokat tartalmazó édességek szerepelnek.

Rostanyagoknak nevezzük az élelmiszereknek azon részeit, amelyeket a **szervezet nem tud megemészteni** – **pl. cellulóz** –, ezeket a baktériumok a vastagbélben részben elbontják, ill. a széklettel ürülnek ki. **Az étrendnek rostban gazdagnak kell lennie,** mivel

- a **rostok vizet vesznek fel** a tápcsatornában, ezért a **belek telítettebbek lesznek**, így az étel tovább tartózkodik a gyomorban és **hosszabb időn át tartó jóllakottság érzését keltik**,
- a rostok által **fokozódik a perisztaltika**, **könnyebb a széklet ürítése**.
- Az élelmiszerrostok **csökkentik a vér koleszterinszintjét**, **megkötik a bélben a zsiradékokat**, így akadályozzák a zsírfelszívódást.

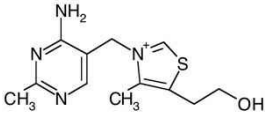
Rostban gazdag élelmiszeranyagok glikémiás indexe általában alacsony, ilyenek pl. a nyers zöldségfélék, saláták, gyümölcsök és a hántolatlan gabona.

A **vitaminok** a szervezet optimális működéséhez nélkülözhetetlen **szerves vegyületek**, legfőképpen különféle **koenzimek alkotórészei**. A vitaminok egy részét a táplálékkal vesszük fel (pl. C-vitamin), más részük a szervezetünkben elővitaminokból képződnek (pl. A-vitamin, D-vitamin).

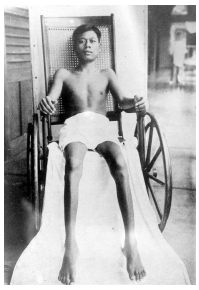
A **vitaminhiány** zavarokat okozhat az anyagcserében, ill. a szervezetünk működésében, súlyosabb esetben komoly tünetekkel járó **hiánybetegségek alakulnak ki**. Ugyanakkor túlzott bevitelük is káros lehet, ilyenkor **hipervitaminózisról** beszélünk (ez például vitamintabletták mértéktelen szedése esetén alakulhat ki), s ez szintén **kifejezettebb betegségtünetekkel járhat**. **Vízoldékonyságuk alapján** két csoportjuk van,

- a **vízben oldódó** vitaminok (**B_1, B_6, folsav, B_{12}, C**) és
- a **zsírban oldódó** vitaminok (**D, E, K, A**).

A **B_1-vitamin koenzim**, szerepe a **szénhidrátok lebontó anyagcseréjében van**, **fontos a szervezet energiaforgalmában**, így az idegrendszer, az izmok és a szív működésében.

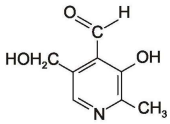


Hiányában a **Beri-beri** betegség alakul ki, mely többek között

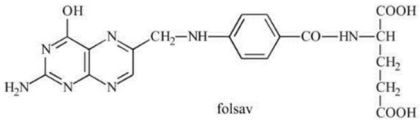


- **szívelégtelenséggel**, ödéma képződéssel,
- **fáradsággal, idegrendszeri panaszokkal**,
- **izomgyengeséggel**, végül bénulással jár.

A **B_6-vitamin** **koenzim** előanyag, jelentősége **elsősorban az aminosav-anyagcserében** van, de befolyásolja a szénhidrát-, ill. a lipid anyagcserét is. Hiánya esetén



- bőrproblémák (hámlás, szőrzethullás),
- idegrendszeri problémák,
- vérszegénység léphet fel.



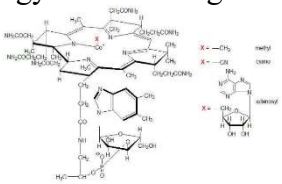
A **B_9-vitamin, folsav, M-vitamin**

- a **vérképzésben jelentős** – fehérvérsejtek, vörösvértestek, vérlemezkék képződésében –, ill.
- **elősegíti** a magzati fejlődés során a **velőcső záródását**.

Hiányában

- egyrészt **vérképzési zavarok** alakulnak ki,
- másrészt fokozódik a **nyitott gerinccel** születés veszélye.

A **B_{12}-vitamin** a porfirinvázhoz hasonló szerkezetű, kobalt-ion tartalmú vegyület. Elsődlegesen

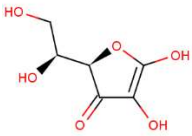


- a **nukleinsavak és a fehérjék felépítő anyagcseréjében** játszik szerepet.
- **Nélkülözhetetlen** a normális idegi működésekhez, a **vörösvértestek éréséhez, ill. a hemoglobin képződéséhez**.

Nagymértékű **hiánya** az ember **vészes vérszegénységét** okozza, enyhébb esetben idegrendszeri panaszokat eredményez. A **B_{12}-vitamint kizárólag a mikroorganizmusok állítják elő, növényekben nem található meg**.

A **C-vitamin, aszkorbinsav**

- **erős redukálószer**, a sejtek biokémiai folyamataiban hidrogén donorként vesz részt (antioxidáns).
- Továbbá az emésztőcsatornában **elősegíti a vas és a kalcium felszívódását**,
- **közreműködik a kötőszövetek kollagénjének képződésében,**
- **támogatja az immunrendszer működését**.

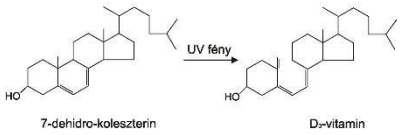


Hiánya **skorbutot** okoz, melynek jellemzői

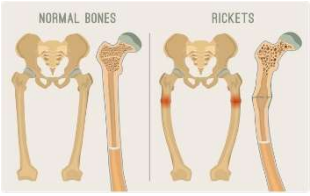
- az **általános gyengeség**, a zavart szívműködés,
- az izom- és csontfájdalmak,
- a **fogíny vérzékenysége**, a fogak meglazulása és kihullása,
- a hajszálerek gyengesége miatti **apró bevérzések** az alsó végtagokon, a sebek elhúzódó gyógyulása.
- a **fertőzésekkel szembeni ellenállóképesség csökken**.

A **D-vitamin** (kalcitriol) a szervezetünk **optimális kalcium-anyagcseréjéhez szükséges** zsírban oldódó vitamin. A vitamint részben a táplálékkal vesszük fel, részben a **szervezetünk maga állítja elő a bőrben a nap UV sugárzásának segítségével**.

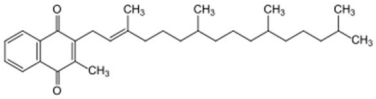
- A D-vitamin **elősegíti a kalcium felszívódását a bélből, továbbá**
- **a kalcium beépülését a csontokba.**
- **Ezenkívül segíti az immunrendszer működését**.



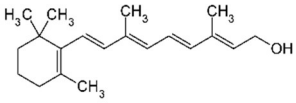
A **D-vitaminhiány kalciumhiányt eredményez**, amely a csont állományának leépüléséhez, csonttörések fokozott kockázatához vezet, következményként fiatal korban jellegzetes csontrendszeri deformitások jelentkeznek. A vitaminhiányból eredő tünetegyüttes az **angol-kór.**



Az **E-vitamin** könnyen oxidálódik, miközben **antioxidáns** hatást fejt ki, így megakadályozza pl. a többszörösen telítetlen zsírsavak oxidációját, **védi a sejteket a káros szabadgyökökkel –** párosítatlan elektronnal rendelkező, igen reakcióképes részecskék **- szemben**. Szükséges lehet az egészséges nemi működéshez. Hiánya a nemi működések zavarához, magzatfejlődési problémákhoz vezet.



A **K-vitamin** a **normális véralvadáshoz kell**, jelenlétében a máj véralvadási faktorokat, pl. protrombint szintetizál. Hiánya **vérzékenységhez**, véralvadási zavarokhoz vezet. A K-vitamint részben a **vastagbél flórájában található baktériumok termelik**, ezért hosszantartó, bélgyulladással járó betegség, vagy antibiotikum terápia következményeként K-vitamin hiány állhat elő.



Az **A-vitamin** a **májban karotinból keletkező**, majd raktározódó zsírban oldódó vitamin.

- A **normális látás fenntartásában nélkülözhetetlen**,
- fontos a **hámfelületek (bőr, légutak, bélcsatorna) védelmében**, ezért véd a hámon keresztül történő fertőzések ellen is.

Hiánya

- szürkületi vakságot (**farkasvakságot**), sőt teljes vakságot okozhat, mivel előanyaga a látáshoz szükséges fényérzékeny vegyületnek a retinálnak,
- továbbá hámszövetek, bőrmirigyek sorvadása, a **bőr kiszáradása, a szőrzet és a hajszálak törékenysége, kihullása** tapasztalható.

Az élelmiszerek csomagolásán kötelező feltüntetni a termék összetevőinek listáját, ideértve a különféle **adalékanyagokat**, hogy a fogyasztók megfelelő döntést hozhassanak a vásárláskor. Az allergiát okozó anyagok külön kiemelendők az összetevők listájában. **Az adalékanyagok olyan anyagok**, amelyek a gyártás során az élelmiszer összetevőjévé válnak és **kedvezően befolyásolják az élelmiszerek tulajdonságait** fogyaszthatósági szempontból.

Az EU-ban engedélyezett ételadalékanyagok rövid jelölései az **E számok**. Az adalékokat a következő csoportokba sorolják: színezőanyagok, tartósítószerek, antioxidánsok és savanyúságot szabályozó anyagok, stabilizálószerek, sűrítőanyagok, csomósodást gátló anyagok, ízfokozók, habzásgátlók, fényezők stb.

Az élelmiszer-adalékanyagok hosszas engedélyezési eljárása során összetett vizsgálatokkal igazolni kell, hogy az adott anyag az egészségre ártalmatlan. Ennek ellenére **egyes összetevőknek lehetnek az egészségre gyakorolt kockázati tényezői**, mivel bizonyos esetekben **befolyásolhatják az emésztést és a tápanyagfelszívódást**, **allergiaszerű tüneteket válthatnak ki**, elősegíthetik betegségek kialakulását, adott anyagcsere-betegségben szenvedő embereknél problémákat okozhatnak. Ez utóbbira példa lehet, hogy a fenilketonúriában szenvedő betegek nem fogyaszthatnak olyan élelmiszereket, melyeket aszpartámmal édesítenek, mivel az aszpartám bomlásakor fenilalanin keletkezik, amit a betegek szervezete nem tud lebontani és így az felhalmozódva mérgezést okoz.

Az **élelmiszer tartósítás** során az élelmiszereket lebontó különféle **mikroorganizmusok** – baktériumok, gombák – **anyagcseréjét, szaporodását kell meggátolni**, amivel a mérgező anyagcseretermékek megjelenését meg lehet akadályozni. Ismerünk fizikai és kémiai tartósítási eljárásokat.

Fizikai eljárások

A hagyományos **fizikai** **száraz eljárások** során az élelmiszerek víztartalmának csökkentésével lehet tartósítani, ilyen az

- **aszalás,**
- **a füstölés,**
- **a sózás,**
- **a cukrozás**.

Hőkezeléses eljárások során, magas hőmérsékleten a **mikroszervezetek fehérjéi denaturálódnak**, ilyen a pasztőrözés és a bepárlás.

- **Pasztőrözéskor** a magas folyadéktartalmú élelmiszereket rövid ideig hirtelen 60–90 °C-ra melegítik fel, majd ugyanolyan gyorsan lehűtik.
- A **bepárláskor** (sűrítéskor) híg oldatokat forralnak koncentráció növelés céljából, az eljárás eredményeképpen a visszamaradó, nagy koncentrációjú sűrítmény a mikroszervezetek számára élhetetlen közeget teremt.
- Ugyanakkor **hűtéssel**, fagyasztással a mikroszervezetek nem pusztulnak el, azonban anyagcseréjük oly mértékben lelassul, hogy az élelmiszerek megromlásáért felelős kémiai reakciók nem, vagy csak nagyon lassan mennek végbe.

Kémiai eljárások

Különféle **tartósítószerek hozzáadásával** **kémiai** **úton** is elérhetjük, hogy az élelmiszerek hosszabb ideig megőrizzék fogyasztható minőségüket.

Az élelmiszerek tartósításának lehetnek az egészségre nézve hátrányos következményei, mint pl.

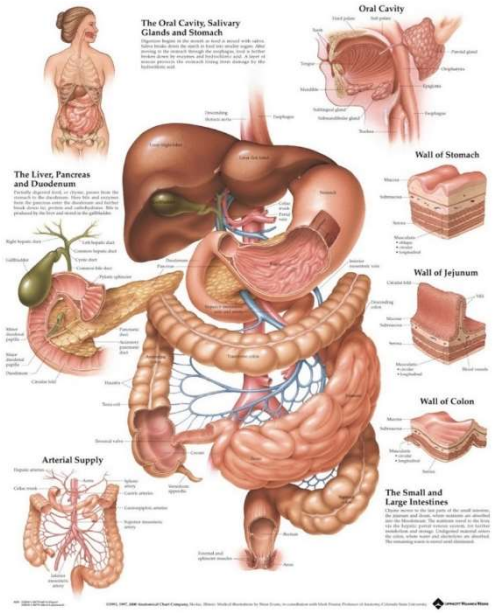
- a **tartósítószerek egy része allergiakeltő**, nagy mennyiségben **rákkeltő** lehet,
- a **túlzott sóbevitel pedig terheli a vesét, magas vérnyomást okoz.**

Az ember táplálkozási szervrendszerének felépítése és működése

A gerinces állatok és így az ember bélcsöve **elő-, közép- és utóbéli** szakaszokra osztható. A tápcsatorna emberben kb. 8 m hosszú, erősen kanyarulatos lefutású, a szájnyílással kezdődő és a végbélnyílással végződő cső.

Az **előbél, mely a szájüregtől a gyomorig terjedő bélszakasz,** elsősorban a **táplálék**

- **felvételét,**
- **aprítását,**
- **puhítását,**
- **az emésztés megkezdését,**
- **a táplálék továbbítását végzi.**



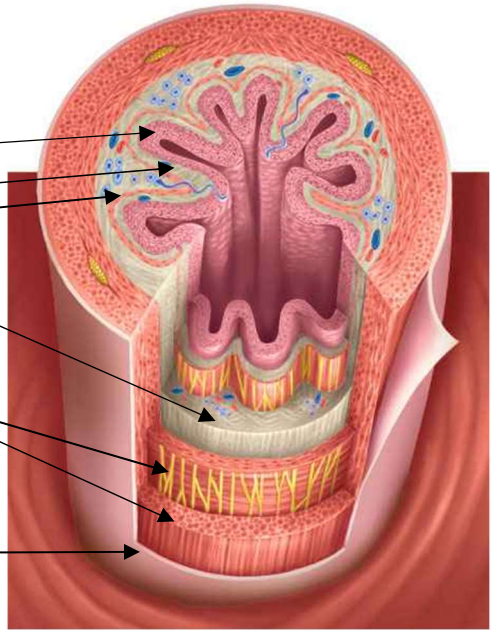
A **középbél (vékonybél)**

- **a táplálék emésztését és**
- **felszívását bonyolítja.**

A tápcsatorna utolsó szakasza, az **utóbél**

- **az emészthetetlen maradék, a bélsár – széklet – kialakítását,**
- **tárolását és**
- **kiürítését viszi véghez.**

A bélcsatorna falát belülről kifelé haladva többnyire a következő **rétegek** alkotják:

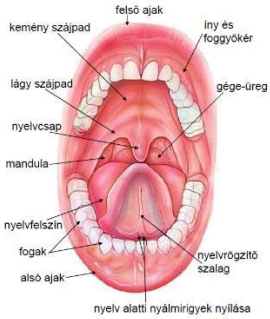


- **nyálkahártya**
  - hámréteg
  - kötőszöveti réteg
  - simaizom réteg
- **nyálkahártya alatti vastag kötőszöveti réteg**
- **simaizom rétegek,** melyek lehetnek
  - körkörös
  - ferde
  - hosszanti irányúak
- **savós hártya**
  - vékony kötőszöveti réteg
  - hámréteg (egyrétegű laphám)

A rétegek vastagsága, fejlettsége bélszakaszonként változik.

Az előbél

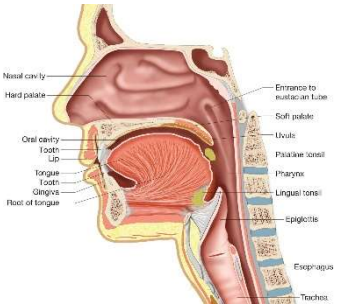
A bélcső legelső része a szájnyílással kezdődő **szájüreg**. A szájüreg feladata



- **a táplálék felvétele,**
- **felaprítása, puhítása,**
- **az emésztés megkezdése, és**
- **a táplálék továbbítása.**

E feladatok ellátására alakultak ki a szájüreg képletei:

- a **fogak**,
- a **nyelv**, és
- a **nyálmirigyek**.



A szájüreget elöl az **ajkak** zárják le, hátul folyamatosan, éles határ nélkül megy át a garatba. Felül, elöl a kemény, ill. hátul a lágy **szájpad** határolja el az orrüregtől.

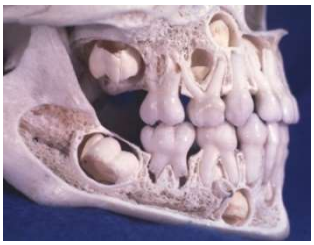
A szájüreget **nyálkahártya** béleli, felszínét nyálkaréteg fedi. A nyálka feladata a mechanikai és a kiszáradás elleni védelem.

Az emlősök, így az ember fogazata különböző alakú és rendeltetésű gyökeres fogakból áll, ún. **heterodont fogazat**. A fogazat 4 egyenlő, ún. kvadránsra osztható, egy kvadránsban 8 fog van, melyek a középvonaltól kezdve az alábbi módon helyezkednek el:

- 2 véső alakú metszőfog,
- 1 kúpos szemfog,
- 2 gumós felületű kisőrlő, ill.
- 3 nagyőrlő.

$$\frac{2 \bullet 1 \bullet 2 \bullet 3}{2 \bullet 1 \bullet 2 \bullet 3}$$

A fogképlet az egyik oldali felső és alsó kvadráns egyes fogtípusainak számát mutatja a középvonaltól kezdve.



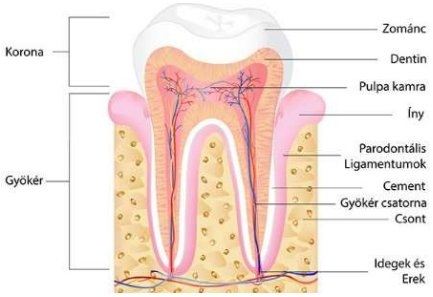
Felnőtt korban összesen **32 maradó fogunk van**. Ezek előtt féléves kortól fokozatosan **20 szintén gyökeres tejfog** jelenik meg (2 metsző, 1 szemfog és 2 őrlő). A fogváltás kb. a 6. életévben kezdődik és az utolsó tejőrlő kihullásáig, kb. 11 éves korig tart. A fogváltás során a tejfogak gyökerei lassan felszívódnak és a fogak kiesnek. A tejfogaknak fontos szerepük van az állcsontok szimmetrikus fejlődésében, illetve a tejfogak túl korai elvesztése a maradó fogak rendellenes helyzetű előretöréséhez vezethetnek.

A fogak az ún. csontos **fogmederben** helyezkednek el. A fog főbb részei:

- a szabadon kiálló **fogkorona**,
- a fogmederben lévő **foggyökér**,
- a kettő határán a **fognyak**.

A fogkoronát kívülről a rendkívül kemény **zománcréteg** borítja. A zománcréteg a fog legkeményebb alkotórésze, **sejtmentes, élettelen**, regenerálódni nem képes réteg. 96%-ban szervetlen anyagokat tartalmaz, főként hatszögletű (Ca- és P-tartalmú) hidroxiapatit-kristályokból áll.

A **fogak fő tömegét** a zománcréteg alatt található **dentin** adja. Ez szintén sejtmentes és érmentes réteg. 80%-ban szervetlen anyagokat (főként hidroxiapatit), 20%-ban fehérjéket (pl. kollagén rostokat) tartalmaz.

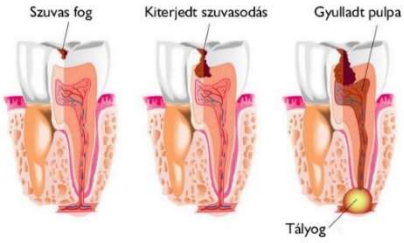


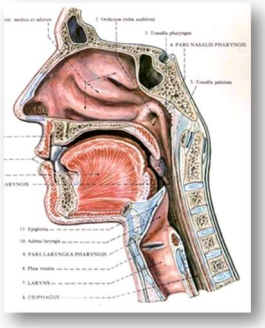
A foggyökeret kívülről az ún. **cementállomány** borítja. Szerkezete, **felépítése nagyon hasonló a lemezes csontszövetéhez.**

A fog szilárd állománya az ún. **fogüreget** fogja közre. Ezt a lágy **fogbél** tölti ki, ami erekben és idegekben, sejtekben (dentinképző sejtek, őssejtek) gazdag **lazarostos kötőszövet**, **táplálja és érzékennyé teszi a fogat**.

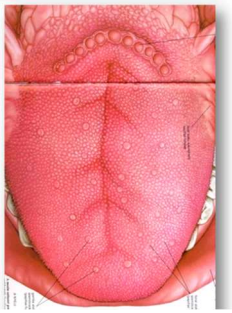
A **fogak feladata a táplálék felaprítása**, ez a **rágás** révén történik. A **rágómozgások reflexes úton nyálelválasztáshoz vezetnek**. A táplálkozással kapcsolatos motoros és elválasztási válaszreakciók, ún. nyálkahártyareflexek – a nyálelválasztás, rágás, nyelés, hányás – idegi központjai az agytörzsben találhatók.

A fogak felszínére ún. **foglepedék** rakódhat, amely a táplálék, ill. a nyál **szerves anyag** maradványaiból alakul ki. Ebben a rétegben **baktériumok telepedhetnek meg**, amelyek az itt található szerves anyagokat – pl. cukrokat – bontják tovább. A lebontás eredményeképpen különféle **szerves savak keletkeznek**, amelyek **megtámadják a zománcréteget**. A zománc rétegen egyre mélyülő nyílás keletkezik, amely végül elérheti akár a fogbelet is, ahol a bejutó baktériumok miatt komolyabb **gyulladás** is keletkezhet. Ez a folyamat a **fogszuvasodás**. A lepedék fogmosással történő eltávolításával, illetve rostban gazdag, cukrokban szegény táplálkozással a károsodás megakadályozható.

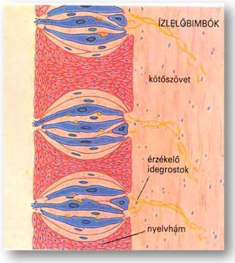


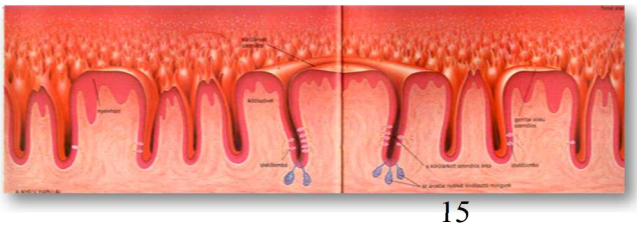


A **nyelv** a **szájfenék izmos kiemelkedése**, felületét **nyálkahártya borítja**, **fő tömegét harántcsíkolt izmok alkotják**. A nyelv hátának elülső 2/3-án **szemölcsök** találhatók. Egyes szemölcsökben **ízérző sejtcsoportok**, ún. **ízlelőbimbók** vannak, amelyekben különböző anyagokra érzékeny **kemoreceptorok** vannak. A receptorok 5 **féle alapízre** érzékenyek (újabban 6. alapízként emlegetik a zsírérzékelést).



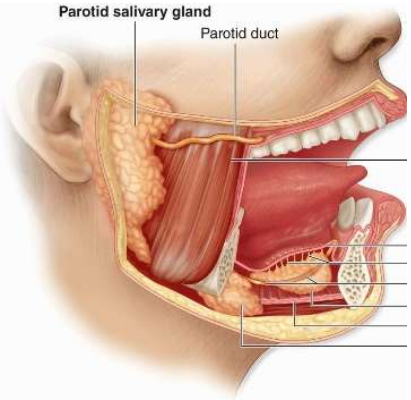
Nem csak a nyelven, de a szájpadláson, a torokban, a gégefedőn és a nyelőcsőben is megtalálhatók ízlelőbimbók és mindegyik terület érzékeli mindegyik ízt. A nyelven van némi különbség abban, hogy a nyelv különböző részein található ízlelőbimbók melyik alapízekre érzékenyebbek, de ez az eltérés lényegében elhanyagolható.





- A **savanyú íz érzete a H^+ koncentráció** függvénye,
- a **sós íz a kisebb pozitív töltésű kationok** hatására (NaCl) alakul ki,
- míg **ugyanezek az ionok nagy koncentrációban keserű ízt okoznak**, de a **nagyobb töltésű kationok, pl. Ca^{2+}, Mg^{2+} szintén keserűek**,
- az **édes ízt** a legkülönfélébb szerkezetű vegyületek okozhatnak, de természetes módon a **sok -OH csoportot tartalmazó vegyületek** felelősek az édes íz kialakításáért.
- Az ötödik alapíz az **umami** – ami japánul finom ízt jelent - előfordul pl. a paradicsomban, a parmezán sajtban és a japán konyhában használt kombu nevű barnamoszatban. Ezt az ízt kiváltó mesterséges adalékanyag a nátrium-glutamát, E 621.
- A **csípős** ételekben lévő anyagok, pl. a kapszaicin a szájüreg fájdalomérző receptoraira hatnak.

A nyelv feladata



- a **táplálék összekeverése a nyállal** rágás közben,
- az **ízérzékelés**,
- a **falat továbbítása** a garatba nyeléskor,
- a **hangképzés**.

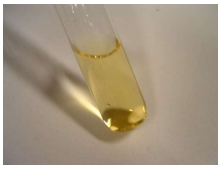
A **nyálat** a szájüregbe nyíló 3 pár nagy nyálmirigy termeli:

- a **fültőmirigy**,
- a **nyelv alatti mirigy**,
- az **állkapocs alatti mirigy**.

Naponta kb. 5OO-6OO ml nyál termelődik, **kémhatása semleges, ill. enyhén lúgos**. Fő összetevői:

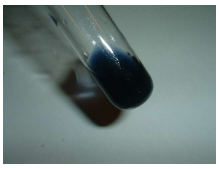
- a **nyálamiláz** enzim, melynek feladata a **keményítő, glikogén maltózzá bontása**,
- a **mucin**, melynek feladata a táplálékpép összeragasztása, a falat képzés elősegítése, a nyál viszkozitásának növelése.
- A nyál ezen kívül még **anorganikus sókat** is tartalmaz: Na^+, K^+, Ca^{2+}, Cl^-, PO_4^{3-}. A foszfátok a **nyál fokozott lúgosodása esetén** kiválnak és **fogkövet** képeznek.
- (És nyállipáz.)

A nyál továbbá **védi a szájnyálkahártyáját a kiszáradástól, sérülésektől**, lúgos kémhatása révén **védi a fogakat a szuvasodástól**, lizozim enzimje antibakteriális hatású, ill. **immunglobulinjai védenek a fertőzések ellen**.



Kísérletek amilázzal

- Két kémcsőbe öntsünk 1-1 cm^3 keményítő-oldatot!
- Egyikbe tegyünk 2 cm^3 nyálat, a másikba 2 cm^3 vizet!
- Helyezzük mindkettőt 37 °C-os vízfürdőbe!
- Kb. 15 perc múlva cseppentsünk hozzájuk egy-egy csepp Lugol-oldatot (KI-os jód oldat)!



Az amilázt is tartalmazó kémcsőből vett minta a Lugol-oldat hozzáadását követően sárgásbarna színűvé válik, ez a Lugol-oldat színe, mivel az amiláz a keményítőt elbontotta.

A másik minta kékeslilás lesz, mert a keményítőbontás amiláz hiányában nem következik be.

A 37 °C-os vízfürdőre azért volt szükség, mert ilyenek a szájüregben mért hőmérsékleti körülmények, így ez optimális az enzimek számára.

Amilázt egyébként kinyerhetünk nyálból, hasnyálból, ill. csírázó magokból.

Az emberi nyál emésztő hatását vizsgálták a következő kísérletekben. A szükséges 4 db kémcső tartalmát az 1. táblázat tünteti fel. Ebben a 4 kémcsőben lévő anyagok minőségét és mennyiségét, valamint a kísérlet körülményeit (kémhatás és hőmérséklet) találjuk.

kémcső sorszáma / tartalma	1. kémcső	2. kémcső	3. kémcső	4. kémcső
nyál	2 cm^3	2 cm^3	2 cm^3	2 cm^3 felforralt
keményítő-oldat	2 cm^3	2 cm^3	2 cm^3	2 cm^3
kémhatás	semleges	savas	semleges	semleges
hőmérséklet	37°C	37°C	10°C	37°C

A kémcsövekből 10 percenként 1-1 cseppet fehér csempére cseppentünk. Minden esetben a kivett csepphez 1-1 csepp Lugol-oldatot (KI-os I_2 oldatot) adunk. A tapasztalatokat a 2. táblázat összegzi.

idő (perc)	1. Kémcső	2. Kémcső	3. Kémcső	4. kémcső
0	S*	S	S	S
10	S	S	S	S
20	S	S	S	S
30	K*	S	S	S
40	V*	S	S	S
50		S	K	S
60		S	V	S

*A rövidítések magyarázata: „S”: sötét szín; „K”: közepes színintenzitás; „V”: világos szín

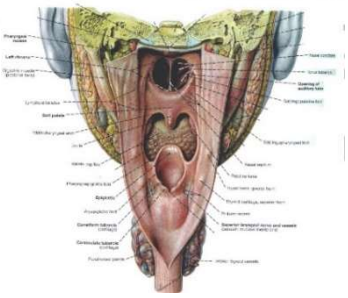
Tapasztalatok, következtetések

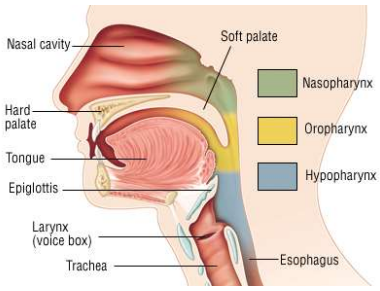
Az első mintavételkor (kiindulási állapotban) az 1-4. mintákban a Lugol-oldat hatására sötét szín megjelenését tapasztaljuk a keményítő jelenlétének köszönhetően. A tapasztalt eredmények magyarázata:

- Az 1. kémcső a kontroll vizsgálat.
- A 2. kémcsőben nem megfelelő a kémhatás.
- A 3. kémcsőben az alacsony hőmérséklet miatt lassabb a reakció.
- A 4. kémcsőben nem működik az enzim, hiszen forralás hatására az enzim denaturálódott, elveszítve az aktivitását.

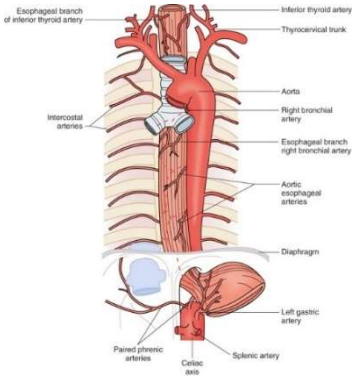
A 3. és 4. kísérletet elvégezve a kutató a nyálban levő amiláz enzim hőtűrő képességét szerette volna megvizsgálni. E célból azonos töménységű keményítő oldatokból indult ki, melyekhez azonos mennyiségű nyálat adott és a reakciót különböző hőmérsékleteken vizsgálta, majd megmérte a Lugol-oldat hozzáadása után a szín elhalványulásához szükséges időt.

A szájüreg hátsó, elkeskenyedő része a **torokszoros**, amely a garatban folytatódik. A garatba nyílnak:

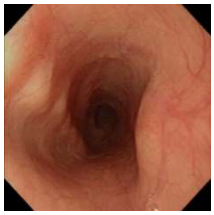




- a **fülkürt** (Eustach kürt), amely a középfülbe vezet,
- a **belső orrnyílások**,
- a **szájüreg**,
- a **gége**, és
- a **nyelőcső**.

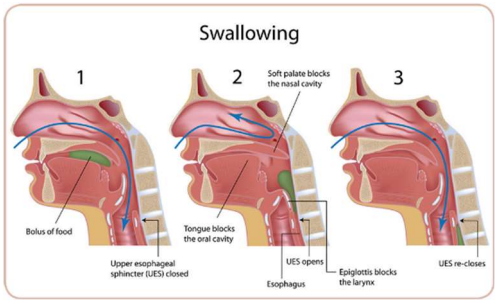


A **garat hátsó fala receptorokban gazdag, érintése nyelési reflexet indít el**, folyamatos ingerlése hányást vált ki. **A garatban kereszteződik a levegő és a táplálék útvonala**. A táp- és a légutak kezdeti szakaszán, a száj- és orrgaratban különösképpen nagy mennyiségben találhatók az immunrendszerhez tartozó **nyirokcsomók** és a nyálkahártyát kidomborító **nyiroktüszők**, melyeket **manduláknak** nevezünk. A garat tápcsatornai része a nyelőcsőben folytatódik.

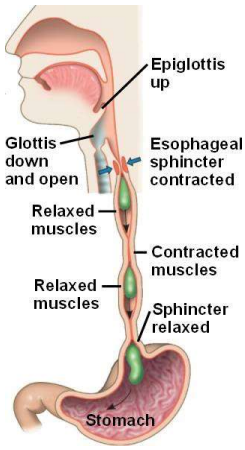


A nyelés során a falat a nyelőcsövön keresztül a gyomorba jut. A nyelőcső emberben kb. 2O-3O cm hosszú, és kb. 2 cm átmérőjű, a rekeszizmot átfúrva, alul az ún. **gyomorszájhoz** kapcsolódik. A nyelőcső nyálkahártyája – ennek hámja **többrétegű gyengén elszarusodó laphám** – hosszanti redőket vet, amelyek elsimulnak, ahogy a falat áthalad és kitágítja a csövet. Izomzata körkörös és hosszanti rétegekből áll, ez a **felső harmadban harántcsíkolt, lejjebb simaizom**.

Nyeléskor

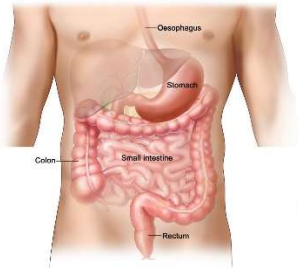


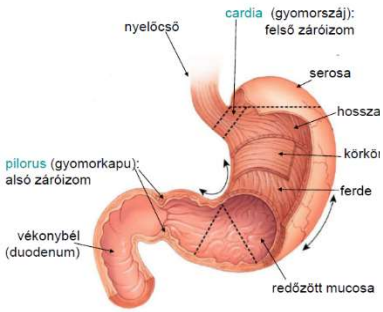
- az ajkak zárulnak,
- a **nyelv elölről hátrafelé felemelkedik**, így a falatot a garatba juttatja,
- a **lágyszájpad elzárja az utat az orrüreg felé**,
- a garatot a garat izmai felemelik,
- a **falat a gégefedőhöz nyomódik, ami megakadályozza, hogy a táplálék a légcsőbe kerüljön**,
- a falat a nyelőcsőbe jut, melynek izmai ún. **perisztaltikus** mozgással továbbítják a falatot a gyomorba.

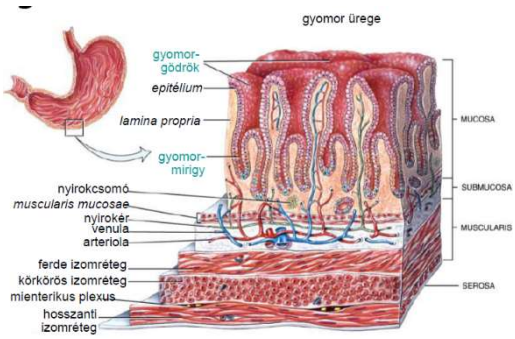


Amikor a falat a gyomorhoz ér, a gyomorszáj gyűrű alakú záróizma elernyed és a falat bejut a gyomorba. Ezután a záróizom újra összehúzódik, s így megakadályozza, hogy a gyomortartalom visszajusson a nyelőcsőbe. **A falat továbbítása tehát nem passzív, hanem aktív izomműködés, az ún. perisztaltikus mozgás eredménye**, melynek során a szájüreg felé **eső körkörös izmok összehúzódnak, majd elernyednek, és az addig elernyedt körkörös izmok húzódnak össze lefelé haladva**, így a falatot a gyomor felé nyomják.

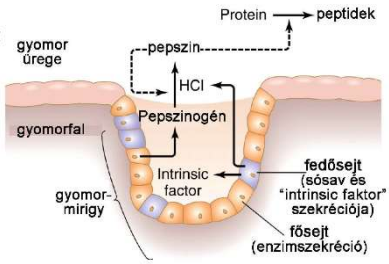
A **gyomor** az **előbél** nyelőcső után következő **utolsó szakasza**, amely a **rekeszizom alatt, a bal oldalon** helyezkedik el. Álló testhelyzetben a gyomor függőleges állású tömlő, melynek alsó része horogszerűen visszakanyarodik. Felül a **gyomorszájjal** kezdődik, visszaforduló kampószerű része a **gyomorkapu**. A gyomorszájban és a gyomorkapuban erős, **gyűrűszerű simaizom** található.







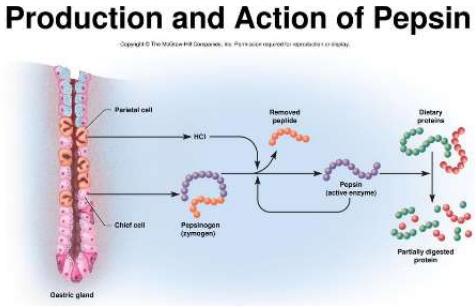
A gyomorfal rétegződését tekintve tipikus felépítésű, redőzött nyálkahártya, nyálkahártya alatti kötőszövet, izomrétegek (körkörös, hosszanti, ferde) és savós hártya építik fel.



A nyálkahártya hámja egyrétegű hengerhám, melynek felületi rétege mucinszerű anyagot termel. E nyákszerű anyagnak fontos szerepe van a gyomorfal védelmében. A **nyálkahártya kötőszöveti rétege csöves mirigyeket tartalmaz**. A mirigyek

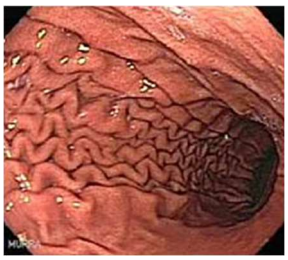
- nyaki szakaszában találjuk a **mucinózus nyálkát termelő melléksejteket**,
- a középső régióiban helyezkednek el a **H^+ és Cl^- ionokat termelő, ún. fedősejtek**,
- az alsó részben vannak a **pepszinogént** (és gyomorlipázt) **termelő, ún. főősejtek**.

Ezen váladékok összessége a **gyomornedv**.



A magas H^+ koncentráció következtében a **gyomornedv pH-ja O,9 és 1,5 között van**, amely **optimális feltételeket biztosít a pepszin számára**.

A **pepszin fehérjeemésztő enzim**, amely **inaktív formában, mint pepszinogén kerül elválasztásra**. A pepszinogén részben az alacsony pH hatására, részben autokatalízissel aktiválódik. A **pepszin a fehérjéket** adott aminosavaknál hasítja, így darabolva **oligopeptidekre bontja** őket.

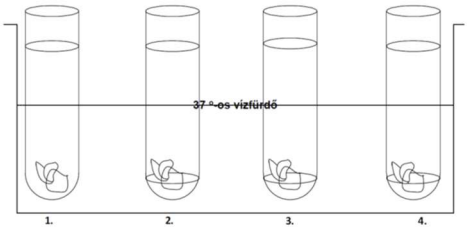


A gyomor

- **megkezdi a fehérjék emésztését**,
- **tárolja az elfogyasztott táplálékot**, szakaszossá teszi annak belépését a vékonybélbe,
- továbbá a **víz, az alkohol és egyes gyógyszerek felszívódását** teszi lehetővé.

A gyomor erőteljes, izmos fala spontán mozgásokat mutat, melynek szerepe a táplálék szétoszlatása, az emésztőnedvekkel való összekeverése, és a patkóbélbe való továbbítása. A gyomor mozgására is jellemzők a perisztaltikus hullámok, amelyek a táplálék továbbításáért felelősek.

Gyomor emésztőműködésének vizsgálata



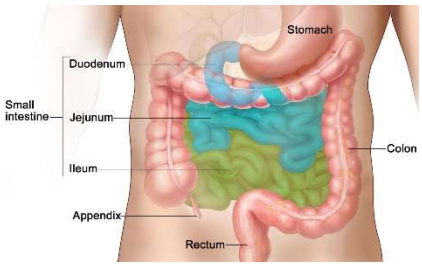
Vegyünk négy kémcsövet. Főtt tojásfehérjéből vágjunk kis darabokat és rakjunk ezekből minden kémcsőbe. Az egyes kémcsövek tartalmát az alábbi módon állítjuk össze:

1. 10 ml 0,2%-os sósav (kontroll)
2. 1 ml 1%-os pepszin és 9 ml víz
3. 1 ml 1%-os pepszin és 9 ml 0,2 %-os sósav
4. 1 ml 1%-os pepszin és 9 ml 0,2 %-os nátrium-hidroxid

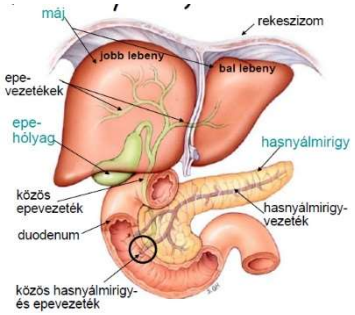
A kémcsöveket ezután helyezzük 37°C-os vízfürdőbe és hagyjuk egy óráig állni.

Az 1. a 2. és a 4. kémcsőben nem történt változás, míg a 3. kémcsőben a tojásfehérje feloldódott.

A vékonybél, középbél



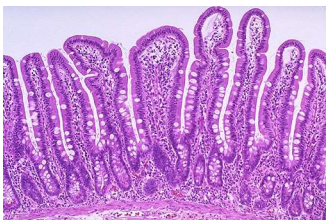
A **vékonybél** a tápcsatorna középső szakasza – ezért lehet **középbélnek** is nevezni –, az **emésztés befejezésének és a tápanyagok felszívásának fő helye**. Az itt ható emésztőnedveket a középbélhez kapcsolódó máj és hasnyálmirigy termelik. Emberben kb. 6-7 m hosszú, és 3 fő szakaszra osztható:

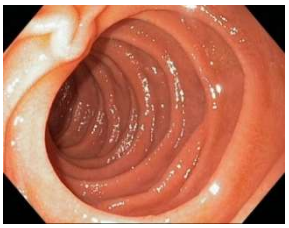


- **epésbél vagy patkóbél** (duodeum),
- **éhbél** (jejunum) a nevét onnan kapta, hogy a nagymértékű felszívás miatt a halál beállta után nem található benne ételmaradék,
- **csípőbél** (ileum).

A **patkóbél** nevét alakjáról, illetve arról kapta, hogy ide nyílik a máj és a hasnyálmirigy közös vezetéke, tehát **ide ömlik az epe és a hasnyál**. A **patkóbél kanyarulatában foglal helyet a hasnyálmirigy.** A középbél szélesen kanyargó hurkokat vet, ezeket **bélkacsoknak** nevezzük.

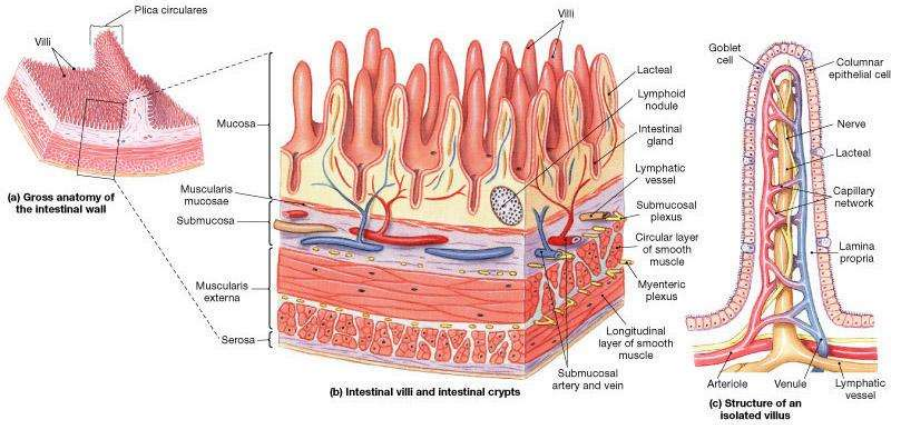
A **vékonybél nyálkahártyája** az alatta fekvő réteggel együtt sűrűn álló, magas **redőket** vet. A hámréteget **egyrétegű mikrobolyhos hengerhám alkotja**. A középbél legjellegzetesebb képződményei a felületnövelő **bélbolyhok**, amelyek **kesztyűujjszerű kiemelkedései a nyálkahártyának**. A bélbolyhok tengelyét





- laza **kötőszövet**,
- **simaizomsejtek**,
- **hajszálérhálózat**,
- **idegfonat**,
- és egy, a csúcs közelében vakon kezdődő centrális **nyirokér** tölti ki.

A hosszanti irányú simaizomsejtek összehúzódásukkal hol harmonikaszerűen megrövidítik a bolyhot, hol megengedik, hogy eredeti hosszukra kiugorjanak. Ez a nyirokér vonatkozásában szivattyúszerűen pumpáló mechanizmusként működik.

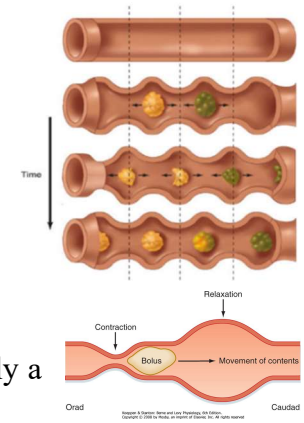


A **vékonybél falának mirigyei termelik** a **bélnedvet**, amely emberben napi 1OOO ml térfogatú, **enyhén lúgos**, pH-ja 7,6. **A bélnedv nem tartalmaz elválasztott emésztőenzimeket**, lényegében izotóniás NaCl- és $NaHCO_3$-oldatnak felel meg, **szerepe a béltartalom hígítása**. (Fonyó)

A vékonybélben a tápanyagok makromolekuláinak monomerekre való végső bontását a **bélhámsejtek felszínéhez kötött enzimek végzik**. A **bélhámsejtek mikrobolyhainak felszínén** számos enzim jelenlétét lehet kimutatni a **sejthártyához kapcsoltan**:

- **membránpeptidázok,** ilyenek az **aminopeptidáz** és a **dipeptidáz,** melyek oligopeptidek hidrolízisét végzik, így **befejezik a fehérjék aminosavakká történő hidrolízisét.**
- A **maltáz,** a **szaharáz,** a **laktáz** diszacharidok monoszacharidokra bontásáért felelősek.

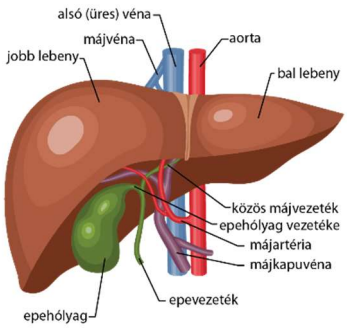
A bélcsatorna falában **szöveti hormonokat** (gasztrin, **ghrelin**, szekretin, kolecisztokinin, szomatosztatin, hisztamin) termelő sejtek is találhatók, amelyek olyan szabályozó anyagokat választanak el, melyek **befolyásolják az emésztési folyamatokat**. Ezek a sejtek igen sokféle anyagot termelnek, melyek feladata, hogy a bélüreg felől származó kémiai és mechanikai ingerek hatására megváltoztassák az emésztőrendszer működését.



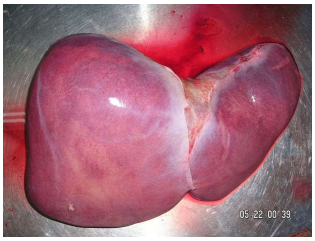
A vékonybél mozgásainak egyik jellemző típusa az ún. **szegmentális mozgás**. Ennek során a vékonybélen 5-10 cm-es távolságokban a körkörös izomzat összehúzódik, ami a belet szakaszokra, szegmentumokra osztja. Majd az összehúzódott részek elernyednek, s az eddig elernyedt állapotban levő részek húzódnak össze. **Ez a mozgás biztosítja a táplálék összekeveredését**. A mozgást kiváltó inger a bélfal feszülése.

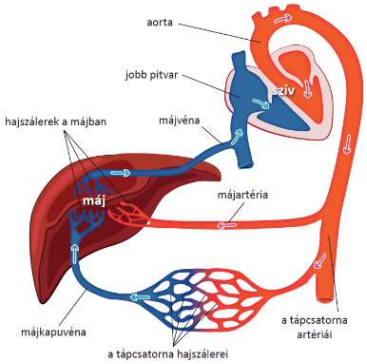
A vékonybél mozgásának másik típusa a **perisztaltikus mozgás**, amely a **táplálék továbbításáért felelős.**

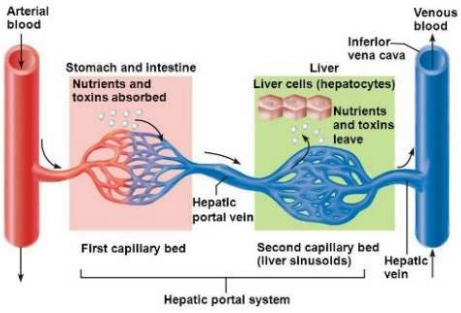
A máj



A középbél nagy emésztőmirigyei a máj és a hasnyálmirigy. A **máj** emberben közel másfél kilogramm tömegű, vörösbarna színű szerv. A **rekeszizom jobb kupolájába illeszkedik be**. Felső része domború, alsó része lapos. Jobb és bal lebenyre osztható.

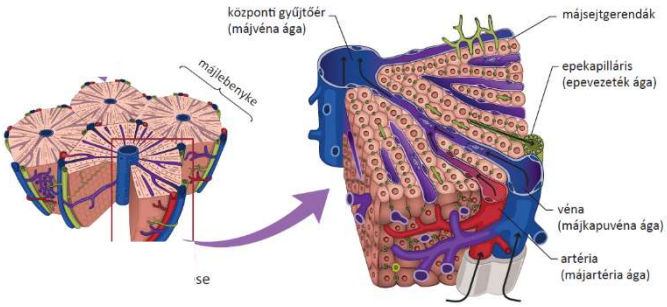






A májba két ér hozza a vért:

- a **májartéria**, mely az **aortából ered**, és **friss, oxigéndús vért szállít**, valamint
- a **májkapuvéna**, ami a máj funkcionális ere, a **bélcsatorna felől** – kivéve a végbél alsó kétharmadát, a hasnyálmirigyet és a lépet – **szállít tápanyagokban gazdag vért.**

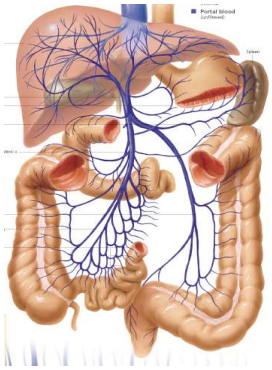


A májba lépő erek az ún. **májkapun** lépnek be a máj állományába. A máj szöveti szerkezete rendkívül bonyolult. A máj szövettani és működési egysége a **májlebenyke,** mely egy **hengeres test**, sugarasan futó **májsejtgerendák** építik fel. A **májba futó erek** – a májartéria ill. a májkapuvéna – egyre kisebb erekre ágaznak, végül a májlebenyke szélén egymás mellé kerülnek és **vértartalmuk keveredik**. Belőlük erednek az egyes **májsejtgerendák között futó májkapillárisok**, amelyek a májlebenyke közepén a **centrális vénában egyesülnek**. A centrális vénák **egyre nagyobb vénákká folynak össze**, végül **májvéna** hagyja el a májkapun keresztül a májat, módosított összetételű vért szállítva a testvénába (alsó üres véna).

Az **epeutak** a májsejtek közötti epekapillárisokkal kezdődnek, melyek egyre nagyobb vezetékekké egyesülnek, végül az **epevezetékbe** torkollva ugyancsak a májkapun át hagyják el a májat.

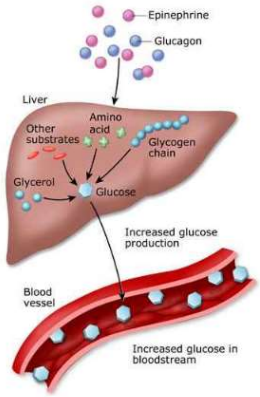
A máj a **szervezetszintű anyagcsere központja**, működése rendkívül szerteágazó. Röviden,

- **minden szerves tápanyag** (szénhidrát, zsír, fehérje) **anyagcseréjében részt vesz.**
- A **vércukorszint szabályozója**,
- az izomban keletkező **tejsavat glükózzá alakítja** (glükoneogenezis),
- szénhidráthiány esetén **aminosavakból szénhidrátokat állít elő**,
- **zsírokat szintetizál** pl. glükózból (inzulin hatásra),
- koleszterint, lipoproteineket (HDL, LDL stb.) állít elő,
- **glikogént raktároz,**
- **vérfehérjéket** (albuminok, protrombin, fibrinogén) **termel**,
- **termeli az epét**,
- egyes **vitaminokat raktároz** (A, B_{12}, D, K),
- **karotinból A-vitamint készít**,
- **méregtelenít,**
    - **az alkoholt lebontja** két enzim (az alkohol-dehidrogenáz (ADH) és az aldehid-dehidrogenáz (ALDH)) segítségével. Az ADH az alkohol-molekulákat acetaldehiddé oxidálja, míg az ALDH ezt a vegyületet oxidálja tovább acetát-ionná, ami majd acetilcsoporttá alakulva a citrátkörben bomlik le.



- **más vegyületekhez – bilirubin - OH csoportokat építve vízoldhatóvá tesz, segítve kiürülésüket,**
- **nehézfémeket felhalmozza, akkumulálja.**
- **Részt vesz a vörösvértestek lebontásában, a hemoglobin anyagcseréjében.** Ezt a feladatot a májsejtekhez kapcsolódó, fagocitáló képességű ún. **Kupffer-sejtek** végzik.
- A lebontott aminosavak nitrogéntartalmából **karbamidot**, a purinbázisokból **húgysavat állít elő**.

Kicsit részletesebben a szervezetszintű anyagcseréről



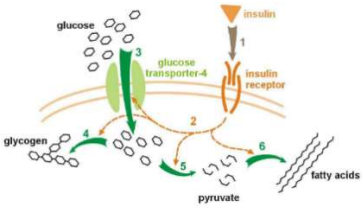
A **májsejtekben** zajló anyagcserefolyamatok során **az egyes vegyületek a szervezet mindenkori szükségleteinek megfelelően egymásba átalakulnak**, pl.

- szénhidrátok zsírokká (inzulin hatásra),
- aminosavak glükózzá (kortizol hatásra),
- tejsav glükózzá (kortizol hatására),
- ill. raktározódnak glikogén és zsír formájában (inzulin hatásra).

A máj a **szervezet szénhidrátforgalmának legfontosabb szabályozója**:

- a vérből szénhidrátokat – glükózt – vesz fel (magas vércukorszint esetén)
- és ad le (alacsony vércukorszint esetén) a szükségleteknek megfelelően.
- Továbbá szénhidráthiány esetén a máj nem szénhidrát előanyagokból (tejsav, glicerin, bizonyos aminosavak (pl. alanin és glicin)) glükózt tud előállítani kortizol hatására.

A máj szénhidrátforgalommal összefüggő, egyik igen fontos feladata a vércukorszint szabályozása.

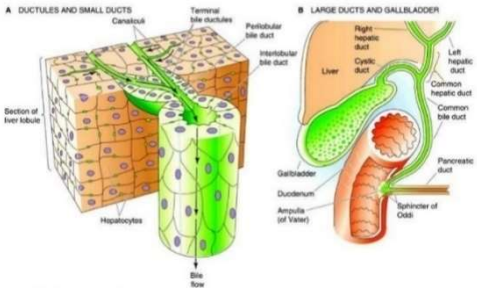


- **Táplálkozást követően, amikor a vércukorszint megnő**, a vérből felvett szénhidrátok
  - a májban vagy lebomlanak energiát szolgáltatva,
  - vagy átalakulnak pl. zsírokká,
  - vagy átmenetileg raktározódnak glikogénként.
- **Éhezéskor**, vagy hosszan tartó izommunka esetén, **ha a vércukorszint csökken**, a raktározott glikogén lebontása útján a keletkezett **glükózt a vérbe juttatja**.

A máj szénhidrátforgalmát egyrészt **idegi, másrészt hormonális tényezők** befolyásolják.

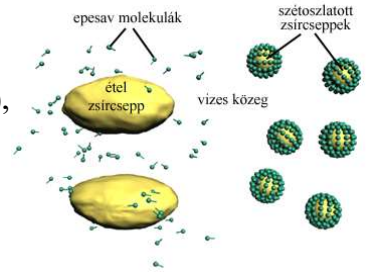
- Az **inzulin** - magas vércukorszint esetén - serkenti a máj glükóz felvételét, a glikogén, ill. zsírok szintézisét.
- Az **adrenalin, glukagon** – ill. **szimpatikus** aktivitás - hatására pedig fokozódik a máj glikogén bontása, a keletkező glükóz leadása.

A **lúgos** kémhatású epe a **májban termelődik**, a vékonybél egyik igen fontos **emésztőnedve**, azonban **emésztőenzimeket nem tartalmaz**. A képződött epe az **epehólyagban raktározódik**, s közben jelentősen bekoncentrálódik. Az **epevezeték** a hasnyálmirigy vezetékével egyesülve közösen nyílik a patkóbélbe.



A máj az epe termelésével

- egyrészt **elválaszt**, mivel az epe több olyan anyagot szállít, melyek az **emésztésben játszanak lényeges szerepet** (epesavak),
- ugyanakkor **kiválasztást is végez** a máj, mivel az **epe bomlástermékeket** – epefestékeket – is **tartalmaz**.



Az epében mások mellett találhatók

- **epesavak (epesavas sók, kialakítják a lúgos kémhatást)**,
- **epefestékek**,
- koleszterin,
- ásványi sók, víz.

Az amfipatikus **epesavak feladata kettős**:

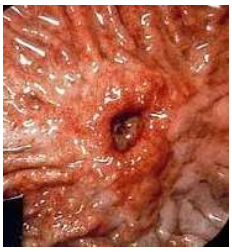
- **egyrészt aktiválják a zsírbontó lipázokat**,
- másfelől a bélmozgások miatt felaprózódott zsírcseppek felületén elhelyezkedve **csökkentik az emulgeált zsírgolyócskák felületi feszültségét**, stabilizálják azokat, és **fajlagos felületüket nagyobbítva** kedvezőbb feltételeket teremtenek a lipáz emésztés számára (hatásuk a szappanokéhoz hasonló).

Az **epefestékek** a **hemoglobin** prosztetikus csoportjának a hemnek a **bomlásából származnak**. A bilirubin vöröses, a biliverdin zöldes színárnyalatot ad az epének. Jelentőségük az emésztésben nincs, bomlástermékek, az **epén keresztül választódnak ki**. Ha a májsejtek károsodnak, a **bilirubin** egy része **bekerülhet a vérkeringésbe**, a bőr alatti kötőszövetben felhalmozódik és a bőrnek sárgás színt ad (**sárgaság**). A sárgaság hátterében a máj elégtelensége, működési zavara, gyulladása, a májsejtek károsodása áll, illetve az epevezeték elzáródása, a bilirubin csökkent kiválasztása vagy a vörösvértestek szétesése.

A **koleszterint** az epesavak tartják oldatban, s ha mennyiségük valamilyen okból csökken, a koleszterin **epekövek** formájában kiválik az epehólyagban. Az **epekövek** anyaga lehet még **bilirubin** (20 százalékban) is. A bilirubin kövek a fokozott hemoglobin lebomlás során képződhetnek.

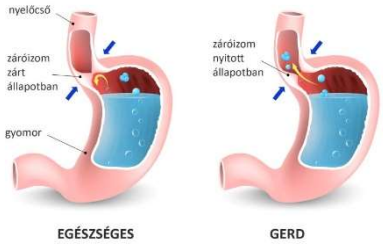
Amennyiben különféle **károsító tényezők – vírusok, alkohol, mérgezések**, nehézfémek, **gyógyszerek** – érik a májat, azok a májsejtek elhalását okozzák. A **májzsugorodás** során a **máj működő szövetének mennyisége lecsökken**, a májsejtek helyét heges, zsíros kötőszövet foglalja el (zsírmáj). A máj vérellátása egyre romlik, feladatait egyre kevésbé lesz képes ellátni. A májzsugort nem lehet gyógyítani. A májzsugorodás rendszerint folyamatosan romló (progresszív) betegség, **késői szövődménye a májrák**.

A **túlzott alkoholfogyasztás** nem csak májbetegségekhez – májgyulladás, májzsugor, májrák – vezet, hanem **oka lehet** a **gyomorfekély, nyombélfekély, ill. reflux betegség kialakulásának**.



Fekélybetegségek akkor alakulnak ki, ha a **bélfal nyálkahártyája** változó mélységben, kisebb-nagyobb területen **felmaródik**. Fekélyek kialakulásának további kockázati tényezői a **stressz**, bizonyos **gyógyszerek**, ill. a gyomorfekély esetén a **Helicobacter pylori baktérium**.

Reflux (visszafolyás) akkor alakul ki, amikor a **gyomorszáj záróizmának elégtelen működése miatt a gyomortartalom visszajut a nyelőcsőbe és azt felmarja**. A betegség kialakulásában szerepet játszik még a **túlsúlyosság**, a **stressz**, egyes **gyógyszerek**, amelyek csökkentik a záróizom tónusát, bizonyos **élelmiszer összetevők**, mint pl. szénsav, zsír, csokoládé, alkohol stb.



Mérgezésnek nevezzük a **mérgező anyag által okozott kóros állapotát a szervezetnek**. A különféle okok miatt kialakult mérgezések **májkárosító hatásúak**.

Alkoholmérgezés: etilalkohol/etanol által okozott mérgezés, mely **enyhébb esetben** nem igényel orvosi beavatkozást, elegendő a megfelelő **folyadék pótlásról gondoskodni**. **Súlyosabb esetben** fontos, hogy az érintett személyt ne hagyjuk magára, mivel a mélyülő tudat- és eszméletzavar komoly veszélyeket jelenthet (pl. fulladás, a légzés és keringés zavara, vagy akár azok leállása). Ilyen esetekben a **mérgezettet** a szabad légutak biztosításához **az oldalára kell fordítani,** ha szükséges, meg kell kezdeni az újraélesztést, továbbá mindenképp mentőt kell hívni.

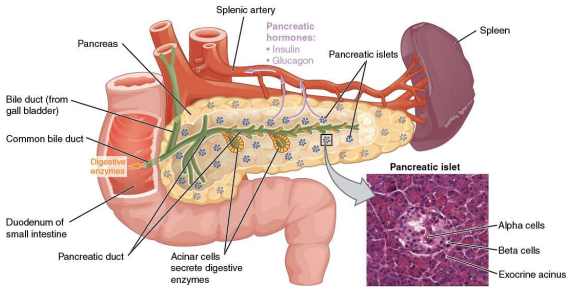
Ételmérgezés: olyan élelmiszer elfogyasztása okozza, melyben különféle kórokozók által termelt mérgező anyagok halmozódtak fel. Tünetei többek között a **hányás, hasmenés, hasi panaszok, vagy akár a láz**. **Kezelése** többnyire tüneti, így a legfontosabb **az elveszített folyadék és ionok (sók) pótlása, diéta, pihenés**. Mindenképp kerülendő a hasmenés csillapítása, mivel az lassítja a toxinok kiürülését a szervezetből.

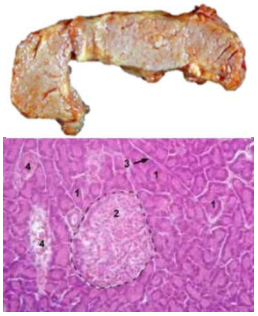
Gyógyszermérgezés: a megengedettnél nagyobb mennyiségű gyógyszer bevétele okozza, gyakran öngyilkossági kísérlet áll a hátterében. **Kivétel nélkül szakorvosi ellátást igényel**! A legtöbb gyógyszer esetén egy órán belül érdemes meghánytatni a mérgezett személyt, ám bizonyos gyógyszereknél (pl. szívgyógyszerek) ez kifejezetten tilos.

A hasnyálmirigy

A **hasnyálmirigy** – mely a patkóbél kanyarulatában, merőlegesen a test hossztengelyére helyezkedik el - anatómiai és működési értelemben egyaránt két részre tagolódik.

- Az **emésztőenzimeket termelő külső elválasztású részre**, amely a váladékát, a hasnyálat a patkóbélbe juttatja, ill.
- a **hormonokat** (inzulin, glukagon) **termelő belső elválasztású részre**, amely váladékát a vérbe üríti.





Az endokrin sejtcsoportok a külső elválasztású részek végkamrái között a mirigyállományban szigetszerűen helyezkednek el, nevüket leírójukról kapták, **Langerhans-féle szigeteknek** nevezzük őket. Számuk emberben kb. 1 millió. Vérellátásuk igen gazdag, tekintve, hogy a sejtek váladékukat a vérbe juttatják.

A szigetek kétféle sejtből állnak:

- kisebb, világosabb béta-sejtekből, melyek az **inzulint** termelik,
- nagyobb, sötétebbre festődő alfa-sejtekből, ezek pedig a **glukagont** választják el. A **Langerhans-szigetek működését elsősorban a vércukorszint szabályozza**.

A hasnyálmirigy **külső elválasztású** része termeli a **hasnyálat**, amely emberben napi 1,2-1,5 l, **pH-ja 8** körül van. A hasnyál tartalmaz

- **tripszint**, amely **inaktív tripszinogén formájában választódik el**, a **polipeptideket oligopeptidekre bontja** adott helyen (peptidkötéseket hidrolizál, endopeptidáz),
- **lipázt** – kezdetben inaktív, epesavak hatására válik aktívvá –, amely a **lipidek észterkötéseit hidrolizálja**, így a neutrális zsírokat monogliceridekre és zsírsavakra bontja,
- hasnyál **amilázt**, amely a nyálamilázhoz hasonló, ezért szintén a **keményítőt és a glikogént hasítja maltóz egységekre**,
- **nukleázt**, amely a **nukleinsavakat nukleotidokra** hidrolizálja.

A hasnyál zsírbontó hatását bemutató kísérlet

Állítsuk össze az alábbi 3 kémcső tartalmát.

1. kémcső: 0,5 ml étolaj + 2 ml hasnyálkivonat + 0,5 ml epe.
2. kémcső: 0,5 ml étolaj + 2 ml hasnyálkivonat.
3. kémcső: 0,5 ml étolaj + 0,5 ml epe + 0,5 ml víz.

A kémcsövek tartalmát rázzuk össze. Ezután minden kémcsövet 1%-os $NaHCO_3$ – oldattal lúgosítjuk. Mindegyik kémcsőhöz cseppentsünk 2 csepp fenolftalein indikátort. Majd helyezzük a kémcsöveket 37°C-os vízfürdőbe.

A 1. kémcsőben a lipáz és az epe emulgeáló és aktiváló hatásának köszönhetően lezajlott az emésztés, a második kémcsőben csak kis mértékben, a harmadik kémcsőben nem tapasztaltunk változást.

Az **emésztés** során a **tápanyagok makromolekulái a tápcsatorna üregében monomerekre hasadnak, hidrolizálnak**, melyek aztán felszívódással többnyire a vérbe kerülnek.

Az **emésztőnedveket** (**nyál, gyomornedv, hasnyál, epe**)

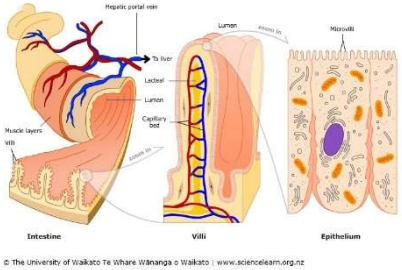
- részben a **tápcsatorna nagy mirigyei** (nagy nyálmirigyek, hasnyálmirigy, máj),
- részben a **nyálkahártyában kisebb mirigyek választják el** (gyomornedv).

A **bontást**

- **az emésztőcsatorna üregébe elválasztott enzimek** indítják el (luminalis emésztés),
- majd a monomerekre való végső bontást a **bélhámsejtek felszínéhez kötött** enzimek végzik (celluláris emésztés). A **trigliceridek kizárólag luminalisan bomlanak**.

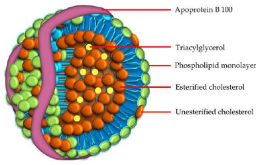
A **felszívódásnak** több, a nyálkahártya felületét nagyobbító tényező kedvez.

- A **nyálkahártya redői** háromszorosára,
- a **bélbolyhok** harmincszorosára,
- a **mikrobolyhok** hatszázszorosára növelik a felszívó felületet, amely elérheti akár a 200 m^2-t.



A felszívódás többféle módon történik,

- a **víz** és a 4 szénatomnál kisebb vízoldható vegyületek **diffúzióval**, passzív transzporttal,
- a nagyobb poláris molekulák – pl. **glükóz, aminosavak többsége** – és az **ionok aktív transzporttal** szívódnak fel. (Egyes aminosavak facilitált diffúzióval szívódnak fel)



A **felszívódó molekulák** kémiai természetüknek és molekulatömegüknek megfelelően szelektálódnak.

- A **vízben oldódó molekulák** inkább a **vérkeringési rendszerbe**,
- a **nagyobb hidrofób molekulák** – pl. a zsírok, mivel vízben oldhatatlanok **lipoproteinek** formájában – a **nyirokkeringésbe jutnak**.

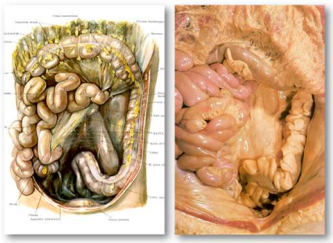
A felszívódás helyszínei

- A szájban és a nyelőcsőben nincs jelentős felszívódás, míg
- a **gyomorból víz, egyes ionok, alkohol, gyógyszerek, kevés glükóz szívódik fel**.
- **A felszívódás fő helye a vékonybél**.
- A **ragadozók és a mindenevők vastagbele a tápanyagok felszívásában nem játszik fontos szerepet. Itt főleg víz, ionok, és esetleg kis tömegű szerves anyagok, mint pl. B- és K-vitaminok szívódnak fel**.
- A növényevők vastagbelében levő jelentős mikrobatömeg egyszerű szénhidrátokat, aminosavakat, zsírsavakat és B-vitaminokat képez, melyek itt még felszívódnak.

A vér a tápcsatornából a monomereket elszállítja a szövetekig, ahol bejutva a sejtekbe különféle átalakuláson mennek keresztül,

- vagy **tovább bomlanak** energiát szolgáltatva a **biológiai oxidáció** folyamatában, pl. a glükóz, ill. a zsírsavak az izomszövetekben,
- vagy **felépítő folyamatokban vesznek** részt, így az aminosavak fehérjékké alakulnak,
- ill. **raktározódnak** egyes szövetekben, szervekben, mint a glükóz a májban, vázizomszövetben glikogén formájában, a zsírok a zsírszövetekben.

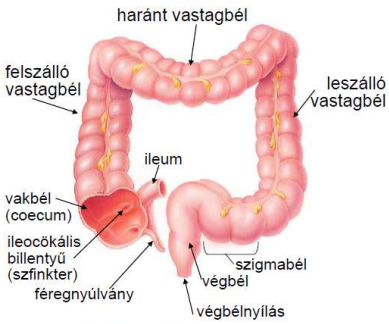
Az **emésztőrendszer működése összességében energiaigényes folyamat**, mivel a tápcsatorna mozgásai, az emésztőnedvek termelése, aktív transzportfolyamatok a felszívás során energiát igényelnek.



Az **utóbél** részei:

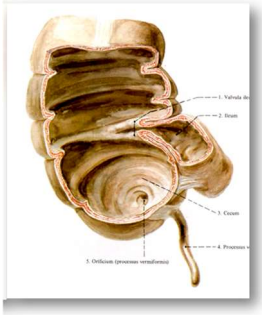
- a **vastagbél (vakbél és remesebél)**,
- a **szigmabél**,
- a **végbél**.

A **vastagbél** a hasüreg vékonybéltömegét képkeretszerűen veszi körül, igen **tág üregű**. A vékonybél és a vastagbél határán billentyű akadályozza meg az anyagok visszafelé áramlását. A **vastagbél**

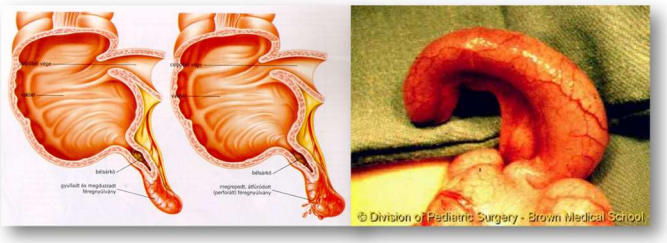


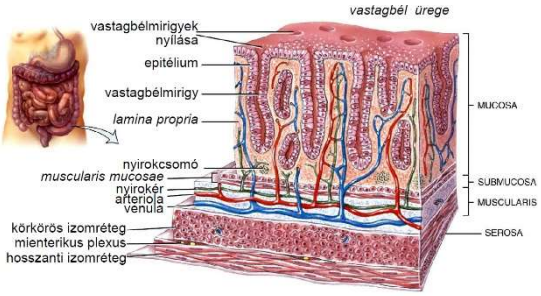
- jobb csípőtányéri tájékban **kezdődik a vakbéllel**,
- majd felfelé folytatódik a felszálló **remesével**,
- ami átmegy a haránt remesébe,
- majd az lefelé fordulva a leszálló remesébe folytatódik.
- A vastagbél a **szigma-bélbe** torkollik,
- ami a **végbélbe** megy át.

A **vakbél** a vastagbél kezdeti, lefelé vakon végződő tág szakasza, amely a **jobb csípőtányérban** fekszik. A vakbélből egy **csökevényes bélszakasz**, a **féregnyúlvány** indul ki. A féregnyúlvány nyálkahártya alatti kötőszövetében rendkívül nagy mennyiségű **nyiroktüsző** található, aminek következtében a féregnyúlvány a mandulákéval azonos funkciójú **nyirokszerv**.



Amennyiben egy **széklet darabka elzárja a féregnyúlvány nyílását**, az elzárt részben baktériumok felszaporodása miatt különféle **gyulladásos folyamatok indulnak be**. Mivel a **féregnyúlvány fala** rendkívül vékony, a gyulladás következtében **könnyen átszakad**, azaz a vakbél perforálódik. A nyíláson keresztül baktériumok kerülhetnek a hasüregbe, melynek következményeként életveszélyes hashártyagyulladás alakulhat ki. A helyzet súlyosságának megfelelően feltétlen műtéti beavatkozás szükséges.





A **vastagbél** fala **bélbolyhokat már nem tartalmaz**, az általa elválasztott csekély, enyhén **lúgos váladékban enzimek nincsenek**. A vastagbél a **széklet kialakításában fontos**, amely

- egyrészt a **nagy mennyiségű víz és ion felszívódásnak**,
- másrészt a **bakteriális lebontásnak köszönhető**.

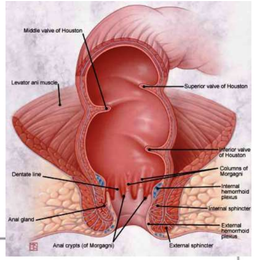
Míg a gyomor és a vékonybél gyakorlatilag baktériummentes, **a vastagbélben dús baktériumflóra van**, mely a béltartalomban **erjedési folyamatokat** indít meg. A széklet kialakításának elősegítésén túl igen fontos funkciója a vastagbél baktériumflórájának bizonyos vitaminok termelése, pl. **emberben K-vitamin és B-vitaminok termelődnek**. A bélflóra szimbionta baktériumai ezek mellett gátolják a kórokozó mikroorganizmusok szaporodását.

A bélbaktériumflóra háromféle mechanizmus segítségével védekezik a kórokozók ellen:

- közvetlen gátlással, **antibiotikumok termelésével**,
- tápanyagelvonással és az **élőhely elfoglalásával**,
- valamint az **immunrendszer folyamatos stimulációjával**, aktivációjával.

A bélflórát a bélnyálkahártyán megtelepedett, zömében oxigénhiányos környezetben szaporodó mikroorganizmusok összessége képezi. Számuk egészséges emberben trilliós nagyságrendű, tömegük együttesen eléri a másfél-két kilogrammot, és becslések szerint akár ezer faj is képviseltetheti magát. A velünk élő hasznos baktériumoknak azonban eddig csak a legnagyobb számban jelen lévő képviselőit azonosították (mintegy 30-40 fajt), mert laboratóriumi tenyésztésük rendkívül nehéz. Az anyaméhben a magzat bélrendszere még steril. A bélflóra betelepülése és kialakulása a szüléskor kezdődik meg. Elsőként az anya hüvelyében élő baktériumok jutnak be a magzatba, és megkezdik a normális bélflóra kialakítását. A további baktériumok a szoptatás folyamán, a tárgyak szájba vételekor, illetve a lélegzetvétellel jutnak be a csecsemő emésztőrendszerébe. A normális bélflóra kialakulása és fennmaradása nélkülözhetetlen az egészség megőrzéséhez. Nagyon sok emberi betegség kapcsolódik az egészséges bélflóra - és ezzel együtt az immunrendszer működésének - megbomlásához. E betegségek közé tartoznak a gyulladásos bélbetegségek, az irritábilis bélszindróma, sőt egyes rosszindulatú daganatok is. A baktériumflóra összetétele egyénenként különböző, befolyásolja a nem, testtömegindex, a nemzetiség, a táplálkozási szokások.

A <u>végbél</u> oldalról nézve gyengén S alakú cső. A **végbélnyílást** erős végbélzáróizom-rendszer zárja le. Ez két részből áll:

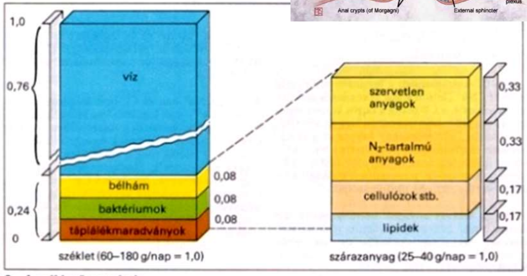


- a bélcsatorna **körkörös simaizomzatának** megerősödéséből,
- és az ezt kívülről körülvevő **harántcsíkolt izomgyűrűből**.

A **végbélnyílás faggyúmirigyeket és illatmirigyeket is tartalmaz** nagyobb mennyiségben.

<u>Az emberi széklet</u> fő tömegét

- a **táplálék emészthetetlen részei** (cellulóz),
- **emésztőnedvek** maradványai,
- **fehérvérsejtek**, lelökődött **hámsejtek** és
- hatalmas tömegű **baktérium** adja.

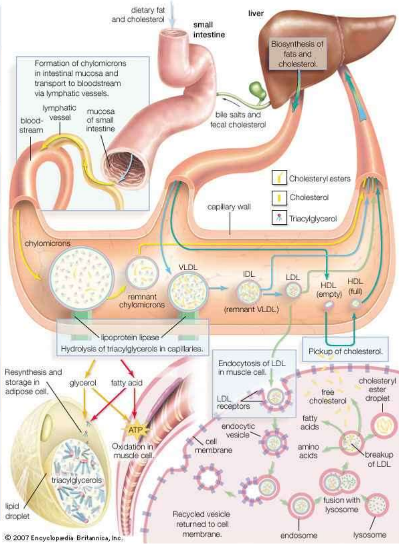


C A széklet összetétele

A bélsár színét a bilirubinból származó **szterkobilin** adja, mely bakteriális hatásra alakul ki.

<u>Összefoglaló táblázat</u>

Emésztőnedv	Termelődése	pH	Enzim	Hatás
nyál	nyálmirigyek	6,2-7,4	amiláz	keményítő, glikogén bontása maltózra
gyomornedv	gyomorfal csöves mirigyei	1-2	pepszin	fehérjék bontása oligopeptidekre
epe	máj	Kb. 8	-	zsírok emulgeálása
hasnyál	hasnyálmirigy	Kb. 8	amiláz	lásd fent
			lipáz	zsírok bontása zsírsavakra és monogliceridekre
			tripszin	oligopeptidek további darabolása
			nukleáz	nukleinsavak bontása nukleotidokra
középbélhámsejtek felszínéhez kötött enzimek			maltáz, laktáz, szacharáz	diszacharidok bontása monoszacharidokra
			erepszinek	oligopeptidek bontása aminosavakra



<u>Lipidek anyagcseréje (kiegészítő anyag)</u>

A **lipidek** - mivel vízben rosszul oldódnak - a keringésben nem szabadon, hanem **szállítófehérjékhez kötötten,** különféle ún. **lipoproteinek** formájában **szállítódnak**. A táplálékkal felvett zsírok a tápcsatornába zsírsavakra és monogliceridekre emésztődnek. A felszívódás után a bélbolyhok hámsejtjeiben reszintetizálódnak, majd szállítófehérjékhez kötődve létrehozzák a **kilomikront**, amely először a nyirokerekbe, majd onnan a vérkeringésbe kerül.

Az erek falában található lipoprotein-lipáz a kilomikron triglicerid-komponensét zsírsavra és glicerinre bontja. A felszabaduló zsírsavak a váz- és szívizom számára energiaforrásként szolgálnak, a zsírszövetben zsírrá alakulnak. A triglicerid-tartalmában csökkent, maradék kilomikron a májsejtekbe kerül és ott a kilomikronként ideszállított zsír másfajta lipoproteinné, VLDL-é, alakul át, melyből HDL, ill. magas koleszterintartalmú LDL-molekula lesz.

Az érfalat alkotó sejtek nagy mennyiségben vehetik fel a **LDL**-t, aminek következtében sejtbe nagy mennyiségű koleszterin kerül, miközben zsírosan elfajul, és ún. habos sejtek jönnek létre. Ezek a habos sejtek az érelmeszesedés kezdeti lépését jelentik. A **HDL**, az ún. védő lipoprotein-részecske. A perifériás szövetekből képes koleszterint felvenni és a májba szállítani. Az így felvett koleszterin epesavvá alakul és a tápcsatornába kerül. Ezen az úton keresztül a szervezet megszabadul fölös koleszterintartalmától.

Emelt szintű érettségi feladatok

A táplálékainkban gyakran megtalálható szénhidrát, a keményítő emésztése már a szájüregben megkezdődik.

1. Mi a keményítőt bontani képes nyálenzim neve?
……...

Tervezzen meg egy kísérletet, amellyel igazolni tudja a nyálenzim keményítőbontó hatását és azt, hogy az enzim savas kémhatású oldatban nem működik!
A kísérlethez 3 db, 1-3 számokkal ellátott kémcsövet és az alábbi anyagokat használhatja:

A) desztillált víz
B) keményítőoldat
C) 20%-os ecetsavoldat
D) nyáloldat

Írja be a táblázat megfelelő sorába annak az anyagnak a betűjelét, amelyből a megadott mennyiséget töltené a kémcsövekbe!

A kémcsőbe töltött anyag	1. kémcső	2. kémcső	3. kémcső
2.:	2 cm^3	2 cm^3	2 cm^3
3.:	4 cm^3	-	2 cm^3
4.:	-	2 cm^3	-
5.:	-	2 cm^3	2 cm^3
Lugol-oldat	1 csepp	1 csepp	1 csepp

6. Milyen látható változás tapasztalható a kémcsövekben a Lugol-oldat hozzácseppentése után?
……..

Mindhárom kémcsövet 36 °C-os vízfürdőbe helyezzük 20 percre.

7. Mit modellez a vízfürdő a kísérletben?
……

8. Melyik kémcsőben tapasztalható színváltozás 20 perc elteltével?
…….

9. Mi a szerepe az 1. kémcsőnek a kísérletben?

A. Az enzim hőmérsékleti optimumát tudjuk vele igazolni.
B. Igazolja, hogy nyálenzim nélkül a keményítő nem bomlik le.
C. Igazolja, hogy nyálenzimmel a keményítő lebomlik.
D. Igazolja, hogy a keményítő savas közegben bomlik le.
E. Nincs szerepe a kísérletben, el is lehetett volna hagyni.

10. Milyen eltérést okozott volna az 1. kémcsőben a kísérlet végén, ha abból az anyagból, amelyből 4 cm^3-t adagoltunk, csak 2 cm^3-t öntünk?

A. Nem történt volna színreakció.
B. Sötétebb szín jelent volna meg.
C. Világosabb szín jelent volna meg.
D. Lebontódott volna a keményítő.
E. Nem okozott volna eltérést, csak azért volt szükség 4 cm^3-re, hogy mindhárom kémcsőben azonos legyen a végtérfogat.

Megoldás

1. amiláz
2. B
3. A
4. C
5. D
6. kék elszíneződés
7. A szájüreg hőmérsékleti viszonyait.
8. a 3.-ban
9. B
10. B

Két folyamat

Hasonlítsa össze a szőlőcukor biológiai oxidációját és a glikogén emésztését az emberi szervezetben! A helyes válasz betűjelét írja az üres négyszögekbe!

A. A szőlőcukor biológiai oxidációjára jellemző
B. A glikogén emésztésére jellemző
C. Mindkettőre jellemző
D. Egyikre sem igaz

1. Hidrolízis.
2. Előfeltétele az epe szétoszlató (emulziót stabilizáló) hatása.
3. Kémiai reakciókból áll.
4. Sejten belüli folyamat.
5. Egyes lépései a mitokondriumon belül mennek végbe.
6. A folyamat során fölszabaduló energia egy részét ATP formájában tárolja a szervezet.
7. A hasnyál enzimjei gyorsítják.
8. A folyamat egyes lépéseiben a NAD^+ molekulák továbbítják a hidrogénatomokat.
9. Autotróf élőlényekben is lezajlik.

Megoldás

1. B
2. D
3. C
4. A
5. A
6. A
7. B
8. A / D
9. A

Az ember és az amőba emésztése

A feladat az amőba és az ember táplálkozás során fölvett anyagainak emésztésére vonatkozik.

A) az amőba emésztésére igaz
B) az ember emésztésére igaz
C) mindkettőre igaz
D) egyikre sem igaz

1. Legtöbb lépése hidrolízis.
2. Legtöbb lépése (biológiai) oxidáció.
3. Első lépései a sejtplazma alapállományában zajlanak.
4. Sejten kívül zajlik.
5. Energianyerő (ATP-termelő) folyamat.
6. Az emésztő űröcskékben megy végbe.
7. Záró lépése a mitokondriumokban zajlik.
8. Enzimek katalizálják.

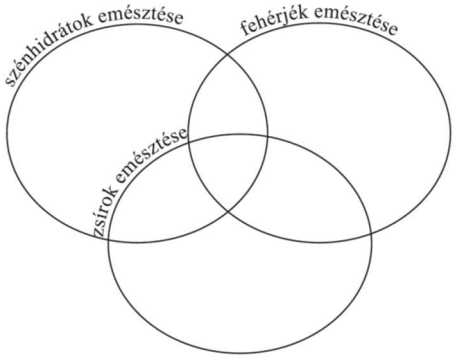
Megoldás

1. C
2. D
3. D
4. B
5. D
6. A
7. D
8. C

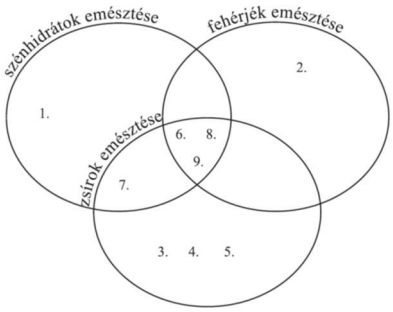
Emésztés az ember tápcsatornájában

Írja a meghatározások sorszámát a halmazábra megfelelő helyére!

1. A szájüregben is történik.
2. A gyomornedvben a pepszin nevű enzim végzi.
3. Az epe aktiválja a folyamathoz szükséges enzimeket.
4. Észterkötések felbontását jelenti.
5. Termékei monogliceridek és zsírsavak.
6. Folyamatát enzimek katalizálják.
7. Erősen savas kémhatású közegben *nem* megy végbe.
8. Folyamata hidrolízis.
9. A hasnyál emésztőenzimjei hatására a vékonybélben megy végbe.



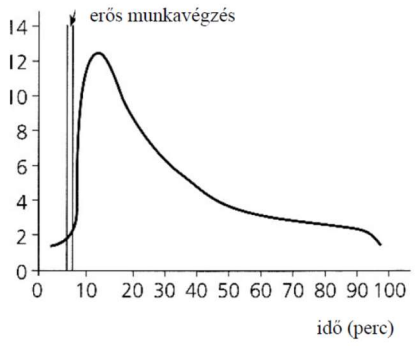
Megoldás



Az emésztés és a máj anyagcseréje

Vesse össze az emberi bélcsatornában zajló emésztés és a májsejtekben zajló anyagátalakító folyamatok (köztes anyagcsere) jellemzőit!

A) a bélcsatornában zajló emésztés
B) a májsejtek anyagcseréje
C) mindkettő
D) egyik sem



1. Fontos folyamatai hidrolízisek.
2. Jellemzőek rá a kondenzációs folyamatok.
3. Részeként fehérjék szintézise is zajlik.
4. Folyamatai közt biológiai oxidáció is végbemegy.
5. Enzimek hatására megy végbe.
6. Részeként vitaminok szintézise is zajlik.
7. Folyamatait hormonok befolyásolják.

A grafikon a vérben keringő tejsav koncentrációjának változását mutatja (a nyugalmi értékhez viszonyított mértékegységekkel) egy erős munkavégzést követő időszakban.

8. Az izomrostok mely részében (sejtalkotójában) keletkezett a felszabaduló tejsav?
……

9. Magyarázza meg a tejsav koncentrációjának növekedését a munkavégzés után!
……

10. Magyarázza meg a tejsav koncentrációjának csökkenését a munkavégzés után 15. percet követően! Hol és mi történik a tejsavval?
……..

Megoldás

1. C
2. B
3. B
4. B
5. C
6. B/D
7. C
8. A sejtplazmában.
9. A rostokban oxigén hiányában tejsav keletkezett / a keletkezett tejsav folyamatosan a vérkeringésbe került.
10. A vérben keringő tejsavat a máj lebontja / átalakítja.

Az emésztés feltételei

Az emberi nyál emésztő hatását vizsgálták a következő kísérletekben. A szükséges 4 db kémcső tartalmát az 1. táblázat tünteti fel. Ebben a 4 kémcsőben lévő anyagok minőségét és mennyiségét, valamint a kísérlet körülményeit (kémhatás és hőmérséklet) találjuk.

kémcső sorszáma / tartalma	1. kémcső	2. kémcső	3. kémcső	4. kémcső
nyál	2 cm^3	2 cm^3	2 cm^3	2 cm^3 felforralt
keményítő-oldat	2 cm^3	2 cm^3	2 cm^3	2 cm^3
kémhatás	semleges	savas	semleges	semleges
hőmérséklet	37°C	37°C	10°C	37°C

A kémcsövekből 10 percenként 1-1 cseppet fehér csempére cseppentünk. Minden esetben a kivett csepphez 1-1 csepp Lugol-oldatot (KI-os I_2 oldatot) adunk. A tapasztalatokat a 2. táblázat összegzi.

idő (perc)	1. Kémcső	2. Kémcső	3. Kémcső	4. kémcső
0	S*	S	S	S
10	S	S	S	S
20	S	S	S	S
30	K*	S	S	S
40	V*	S	S	S
50		S	K	S
60		S	V	S

*A rövidítések magyarázata: „S”: sötét szín; „K”: közepes színintenzitás; „V”: világos szín

1. Az első mintavételkor (kiindulási állapotban) milyen szín alakul ki a Lugol-oldat hatására az 1-4. mintákban?
   A) sárgásbarna
   B) sötétkék
   C) mélyvörös
   D) halvány ibolya
   E) ezüstszínű

2. Mely folyamatot segítette elő a nyálban levő enzim?
   A) A keményítő hidrolízisét.
   B) A keményítő oxidációját.
   C) A keményítő kondenzációját.
   D) A keményítő és a jód reakcióját.
   E) A keményítő kicsapódását.

3. Mi volt a Lugol-oldat szerepe a kísérletben?
   A) Katalizátor.
   B) Indikátor.
   C) Reakciópartner.
   D) Energiaforrás.
   E) Kontroll.

4. Mi az oka a kísérletben tapasztaltaknak? (3 pont)
   A) A 2. és a 4. kémcsőben nem megfelelő a kémhatás.
   B) A 2. kémcsőben nem megfelelő a kémhatás.
   C) Az 1. és a 4. kémcső minden anyagot tartalmaz, a kémhatás és a hőmérséklet megfelelő, így az enzimreakció végbemegy.
   D) A 4. kémcsőben nem működik az enzim.
   E) A 3. kémcsőben az alacsony hőmérséklet miatt lassabb a reakció.
   F) A 4. kémcsőben kicsapódott a keményítő.

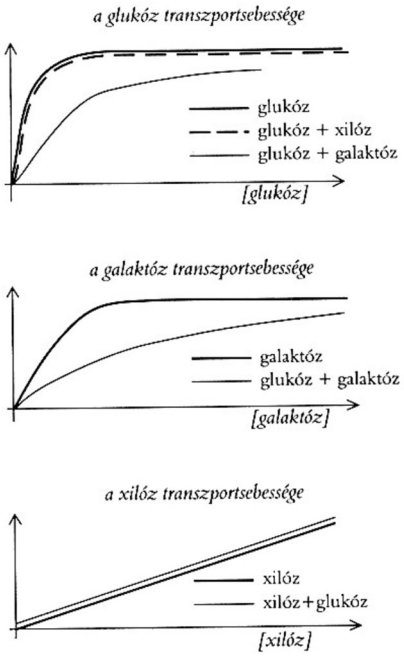
5. A kísérletet elvégezve a kutató a nyálban levő amiláz enzim hőtűrő képességét szerette volna megvizsgálni. E célból azonos töménységű keményítő oldatokból indult ki, melyekhez azonos mennyiségű nyálat adott és a reakciót különböző hőmérsékleteken vizsgálta. Mit mért?
   A) A színreakció során a sötétedés mértékét a kiindulási állapotban.
   B) A Lugol-oldat hozzáadása után a szín elhalványulásához szükséges időt.
   C) A színreakció kiváltásához felhasznált Lugol-oldat mennyiségét.
   D) A színreakció kiváltásához szükséges keményítőoldat mennyiségét.
   E) A színreakció megjelenéséig eltelt időtartamot.

Megoldás

1. B
2. A
3. B
4. B, D, E
5. B

Cukorfelszívás

Kutatók három cukor, a glükóz (szőlőcukor), a galaktóz és a xilóz felszívódásának (transzportjának) sebességét vizsgálták a cukorkoncentráció függvényében a vékonybél felszívó hámsejtjeinek felszínén. Azt mérték, hogy a három anyag önmagában, illetve a másik két anyag jelenlétében milyen gyorsan szívódik fel. Az eredményt a grafikonok mutatják.



1. Milyen mértékegységet ábrázolhattak a grafikonok x (vízszintes) tengelyén?
   A) m/s
   B) mol
   C) mol/dm^3
   D) perc
   E) %

2. Az anyagok egy része aktív szállítással, más részük egyszerű diffúzióval szívódik fel. E kísérletsorozat eredményével mely állítások egyeztethetők össze?
   A) A három anyag közül csak a glükóz felszívása történt aktív szállítással.
   B) A három anyag közül a glükóz és a galaktóz felszívása történt aktív szállítással.
   C) A három anyag közül a xilóz és glükóz felszívása történt aktív szállítással.
   D) A három anyag közül csak a xilóz felszívása történt aktív szállítással.
   E) Mindhárom anyag felszívása aktív szállítással történt.

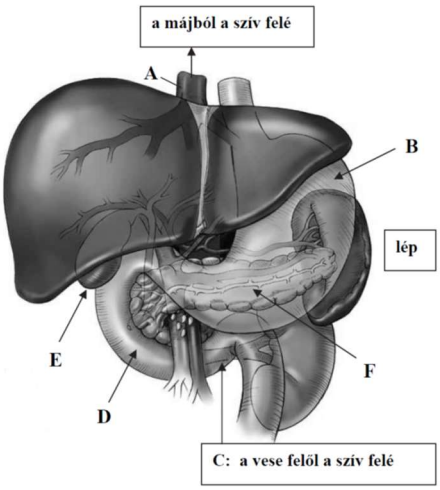
3. A három anyag kölcsönhatására vonatkozóan mely állítások vannak összhangban a kísérletek eredményével? (2 pont)
   A) A glükóz és a galaktóz ugyanazon szállítórendszerért verseng egymással.
   B) A glükóz és a xilóz ugyanazon szállítórendszerért verseng egymással.
   C) A glükóz és a xilóz felszívása két, egymástól független folyamat.
   D) Ha mindhárom cukor egyszerre lenne jelen, mindhárom felszívódásának sebessége lassulna.
   E) Ha mindhárom cukor egyszerre lenne jelen, az legalább az egyik felszívódásának sebességét növelné.

4. Mely állítások állnak összhangban a kísérlet eredményével a grafikonon X betűvel jelölt helyzetben, ha a bélben csak glükóz volt? (2 pont)
   A) A bélben és a vérben keringő glükóz koncentrációja azonossá vált.
   B) A szervezetnek nincs szüksége több glükózra, de galaktózra még igen.
   C) A glükóz felszívásának sebességét csökkentené, ha galaktózt is juttatnánk a bélbe.
   D) A bélhám szállítófehérjéi időegység alatt nem képesek ennél több glükózt továbbítani.
   E) A glükóz-koncentrációt tovább növelve a felesleg a vizeletben jelenne meg.

Megoldás

1. C
2. B
3. A, C
4. C ,D

Belső összeköttetések



1. Egészséges, éhező szervezetben - a vese *sajátos szerepéből* adódóan - miben tér el egymástól az „A” és a „C” jelű érben áramló folyadékok összetétele?

A) Oxigéntartalmukban.
B) Hemoglobintartalmukban.
C) Karbamidtartalmukban.
D) Cukortartalmukban.
E) Vérsejttartalmukban.

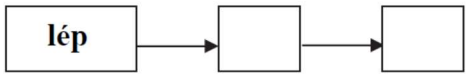
3. Miben hasonlít egymásra az „E” és az „F” szervekben, ill. azok vezetékeiben áramló folyadék? (3 pont)

A) Mindkettő elősegíti a lipidek apró cseppekben (emulzióban) tartását.
B) Mindkettő váladéka lúgos kémhatású.
C) Mindkettő tartalmaz emésztőenzimeket.
D) Mindkettő a patkóbélbe jut.
E) Mindkettő elősegíti a zsírok emésztését.
F) Egyikben sincs szénhidrátbontó enzim.

4. Miben hasonlít egymáshoz a B és a D szerv? (2 pont)

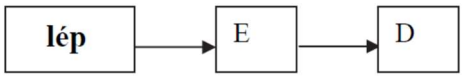
A) Mindkettő üregében hidrolízis zajlik.
B) Mindkettő üregében biológiai oxidáció megy végbe.
C) Mindkettő üregében savas a kémhatás.
D) Mindkettő működését serkeni a szimpatikus idegek aktivitása.
E) Egyik fala sem tartalmaz harántcsíkolt izomrostokat.
F) Egyik sem termel emésztőenzimeket.

6. Milyen úton távozhat a szervezetből a lebontott hemoglobin származéka? A helyes sorrendet megadó betűjeleket írja az üres négyzetekbe!



Megoldás

1. C
2. A, B
3. B, D, E
4. A, E
5. C
6.



A neutrális zsírok és szerepük az ember szervezetében

Kísérletelemzés

A tejben levő zsír (elsősorban neutrális zsír) emésztését vizsgáljuk. Három kémcsőben hasonlítjuk össze a hasnyálmirigy lipáz enzimjének működését.
A zsíremésztést fenolftalein sav-bázis indikátorral követjük nyomon. (A fenolftalein lúgos közegben rózsaszín, semleges és savas közegben színtelen.) A kémcsövek tartalmát az alábbi táblázat szerint állítjuk össze. A kémcsövek tartalmához nátriumhidroxid-oldatot csepegtetünk addig, amíg az indikátor gyengén lúgos kémhatást nem jelez.

	1. kémcső	2. kémcső	3. kémcső
Tej	+	+	+
Fenolftalein indikátor	+	+	+
NaOH-oldat	+	+	+
Lipáz oldat	+	-	+
			Felforraltuk

A 3. kémcső tartalmát összeállítás után azonnal felforraljuk.
A kémcsöveket összerázzuk, 10 percre 37 °C-os vízfürdőbe helyezzük, majd megfigyeljük a bekövetkezett változást.

1. Melyik kémcsőben várunk zsíremésztésre utaló változást?
   A) Csak az 1. kémcsőben.
   B) Csak a 2. kémcsőben.
   C) Csak a 3. kémcsőben.
   D) Az 1. és a 2. kémcsőben.
   E) Az 1. és a 3. kémcsőben.
   F) A 2. és a 3. kémcsőben.

2. Milyen változás jelzi a zsíremésztés előrehaladását?
   A) Az indikátor színe lilára változik.
   B) Az indikátor elszíntelenedik.
   C) Az indikátor erősen megpirosodik.
   D) A kémcső tartalma két fázisra válik szét.
   E) A kémcső tartalmából gáz fejlődik.

3. Milyen anyagok keletkeznek a neutrális zsírok emésztésekor?
   A) monoszacharidok
   B) aminosavak
   C) nukleotidok
   D) glicerin, illetve monoglicerid és zsírsavak
   E) glicerin, illetve monoglicerid, és foszforsav, zsírsavak

4. Melyik anyag(ok) keletkezése okozza a kémcsőben megfigyelt változást a zsíremésztéskor?
   A) glicerin
   B) aminosav
   C) zsírsavak
   D) glükóz
   E) foszforsav

5. Röviden foglalja össze, hogy mi történt a lipáz enzimmel a 3. kémcsőben!
……

6. Foglalja össze az epe szerepét a zsírok emésztésében! (2 pont)

- ……..……
- ……..……

Megoldás

1. A
2. B
3. D
4. C
5. Az enzim hő hatására denaturálódik/ elveszti természetes térszerkezetét/irreverzibilisen kicsapódik/ irreverzibilisen koagulál.
6.
   - a zsírok emulzióban tartása
   - a zsírbontó enzimek aktiválása