# Luento 10 – Ruuansulatus

### Toiminnan säätely

**Hermostollinen:** paikalliset refleksit, refleksikaaret.

**Hormonaalinen:** gastriini, kolekystokiinit (CCK: sappir. tyhjeneminen, haiman ents. eritys), sekretiini (bikarb. eritys, vähentää mahan toimintaa), GIP (insuliinin eritys, vähentää mahan toimintaa).

### Suuontelo

**Syljen eritys:** musiini, amylaasi (hiilihydraatit), lysotsyymi, bikarbonaatti (paras./sympatikus stimuloivat)

**Nieleminen:** Paineherkät aistinsolut käynnistävät nielemisrefleksin. Kurkunkansi sulkee henkitorven samalla.

### Mahalaukku

Epiteeli tuottaa limaa (suojaa HCl:ltä), HCl (inaktivoi amylaasin, tappaa taudinaiheuttajia, hajoittaa), sisäistä tekijää ja pepsinogeeniä (pepsiinin esiaste – hajoittaa proteiineja).

**Mahalaukun tyhjeneminen:** Venyminen, Gastriini, (parasympatikus),

**Vähentävät tyhjenemistä:** Pohjukaissuolen venyminen (hormonit pohjukaissuolesta), Korkea rasvapitoisuus (lisää hajoitusaikaa), Matala pH, Korkea peptidipitoisuus, Korkea osmolariteetti, (sympatikus)

### Mahalaukun erityksen säätely

**Kefaalinen vaihe:** (pureskelu, haju, maku) -> CNS -> Gastriini lisää HCl eritystä parietaalisoluista/liman muodostumista. -> HCl stimuloi pepsinogeenin eritystä.

**Gastrinen vaihe:** (Ruuan saapuminen mahaan) -> Mahalaukun aistinsolut -> Pääsolut: Pepsinogeeni, Katesolut: HCl. Gastriinin eritys.

**Intestinaalinen vaihe:** Pohjukaissuolen signaalit vaikuttavat estävästi mahalaukun toimintaan: liikkeiden/mahanesteen erityksen pieneneminen. (sekretiini, GIP). Pohjukaissuoli edistää haiman toimintaa (sekr. CCK), sapen tuottoa (sekr, CCK), ohutsuolen verenkiertoa (VIP).

### Mahahaava

Epiteelisolujen tuottama lima, solukalvon H-läpäisevyys ja tiiviit liitokset suojaavat HCl:n ja pepsiinin hajoittavalta vaikutukselta. Suojaus voi pettää esim. bakteeri-infektiossa, jolloin seinämään syöpyy haavauma. Hajonneista soluista vapautuu histamiinia, joka stimuloi lisää HCl/pepsinogeenieritystä. Soluvaurio pahenee. **Hoito:** nostetaan mahanesteen pH, estetään pepsiinin vaikutusta, suojataan limakalvoa.

### Haima

Endokriininen (insuliini, glukagoni, somatostatiini). Eksokriininen (proentsyymit, HCO3). Ulkoerityksen säätely: N. vagus ja gastriini. Pohjukaissuolen sisällön ohjaus tärkein: HCl -> sekretiini -> HCO3 (neutraloi HCl, pH taso ihanteelliseksi ruuansulatusentsyymien kannalta). Rasva, peptidit -> CCK -> entsyymit (lipaasi, amylaasi, proteinaasi. Erittyvät proentsyymeinä, aktivoituvat enterokinaasin vaikutuksesta).

### Maksa

Maksavaltimo + porttilaskimo -> hiussuonipoukamiin (sinusoidit). Sinusoidien seinämien kautta maksasolut suorassa kosketuksessa vereen -> Keskuslaskimo -> Maksalaskimo. Maksasolut tuottavat sappea sappitiehyeisiin, joka laskee sapenjohtimen kautta sappirakkoon.

Ruuansulatuskanavasta imeytyneiden ravintoaineiden käsittely, detoksikaatio, eritettävien vierasaineiden vesiliukoisuuden lisääminen, kuona-aineiden eritys, hyytymistekijöiden/kolesterolin tuotto. Sapen eritys ravinnon rasvojen pilkkomiseksi, imeyttämiseksi.

Enterohepaattinen kiertokulku (e. rasvaliukoinen vierasaine): Maksa – sappi – suoli- porttilaskimo - maksa

### Ohutsuoli

Duodenum (lima, sapen/haiman etsyyminen tyhjennys), Jejunum (imeytyminen), Ileum (imeytyminen). Ohutsuolen peristalsis liikuttaa ravintoa eteenpäin/sekoittaa. Erittää ruuansulatukseen tarvittavia entsyymejä (enterokinaasi, sukraasi, maltaasi, laktaasi, lipaasi).

**Hiilihydraatit:** Syljen ja haimanesteen amylaasi -> disakkaridi. -> Ohutsuolen entsyymit -> monosakkaridi. Suolessa Na-Glukoosi symportteja, joilla sekundaarisesti aktiivisesti poimitaan glukoosi/galaktoosi.

**Proteiinit:** Pepsiini, haiman proteaasit. Eksopeptidaasit ohuts. mikrovillien pinnalla pilkkovat 2-3 aminohappojen ketjuiksi. Imeytyvät Na tai H-symporttien avulla epiteelisoluihin.

**Rasvat:** Sappisuolat emulsioivat rasvaa, mahdollistaa haiman lipaasin toimintaa. -> vapaat rasvahapot/monoglyseridit. -> epiteelisolut muuttavat triglyserideiksi -> muodostetaan kylomikroneita -> kulkeutuu imusuoniin -> rasvakudos, maksa, lihakset. Maksassa: VLDL (hiussuonten seinämissä -> LDL -> kolesteroli maksasta soluihin). HDL (kolesteroli soluista maksaan -> sappi).

**Fe/Ca:** Imeytyvät tarpeen mukaan. Rautaa imeytetään aktiivisesti transferriinin ja ferritiinin avulla. Kalsium imeytyy passiivisesti ja aktiivisesti (Vit.D.).

### Ravinteiden varastointi, käyttöönotto

Maksa ottaa veresta glukoosia ja muuntaa glykogeeniksi. Kun glykogeenivarastot ovat täynnä, maksa muodostaa glukoosista triglyseridejä. (Insuliini) Varastoja käytetään ylläpitämään normaalia glukoositasoa: mobiloisoimalla glukogeenia, glukoneogeneesillä, rasvan hajoittamiseen siirtymällä. (glukagoni)

# Luento 11: Vesitasapaino

### Nefronit

**Glomerulus:** pikkuvaltimo -> n. 10 samansuuntaista hiussuonta (korkea verenpaine!). Sidekudoskotelo.

**Prox. tubulus:** solu soveltuvat suurten neste ja ionimäärien kuljettamiseen, mutta vuotavat.

**Dist. tubulus:** Pieni kuljetuskapasiteetti, mutta eivät vuoda. (tiiviit liitokset)

**Suodatus:** Kaikki valkuaisaineita pienemmät aineet suodattuvat alkuvirtsaan. Ei takaisinimeytymistä. Suodatusta edistävät ja ylläpitävät: glomeruluksen paine, keräsenkotelon paine, plasman kolloidiosmoottinen paine.

**Autoregulaatio:** Verenpaine, stressi, sympatikus, angiotensiini. Verenpaineen nousu lisää tuojasuonten vastusta (glom. paine alas), lasku lisää viejäsuonten vastusta (glom. paine ylös).

**Pitkäkestoinen matala verenpaine:** Suurentaa verenkierron kokonaisvastusta, heikentää munuaisten läpivirtaavan veren määrää, Reniini/Angiotensiini II: Na-takaisinotto, tehostunut veren imeytyminen verenkiertoon -> verenpaine ja tilavuus kasvavat. Vaikka läpivirtaus munuaisissa pienenee, paine pysyy samana. Kuona-aineiden eritys pysyy muuttumattomana.

### Takaisinoton/erityksen kuljetusmekanismit

**Takaisinotto**: e. Aktiivisella Na-kuljetuksellä syntyviä gradientteja käytetään siirtämään sekud. aktiivisesti glukoosia. Passiivista kuljetusta (gradientit). Kaikki glukoosi/aminohapot otetaan talteen prox. tubuluksessa. 70% Na:sta reabsorboidaan -> H20 reabsorptio.

**Na:** aldosteroni (lisää. Verenpaine), Atriopeptidi (vähentää)

**Ca:** Kalsitoniini, Parathormoni. Distaalinen kiemuratiehyt.

**K:** Prox. tubuluksessa aktiivinen reabsorbointi, dist: aktiivinen sekreetio. Aldosteroni lisää eritystä

**H20:** ADH/akvaporiinit. Määrä vaihtelee.

**Sekreetio:** Protonit, Urea, Hormonit, Lääkeaineet

### Virtsan väkevöityminen

Munuaisten osmolariteetti kasvaa mentäessä kuorikerrokselta ytimeen. Prox. Tubuluksen (kiemuratiehyt: NaCl/Hivenaineiden imeytyminen, henlen linko: H20 takaisinotto), Dist. tubuluksen (NaCl takaisinotto) ja kokoojaputken (H20 takaisinotto) läpäisevyyserot ja pitousuuserot vaikuttavat väkevöitymiseen. Vierellä vastakkaiseen suuntaan kulkevan verisuonen pitoisuus mahdollistaa imeytymisen.

### Virtsa

Terveellä ihmisellä: Ei sisällä ravinne tai rakennusaineita. Väkevyys, K, Na pitoisuudet vaihtelevat. Määrään vaikuttaa: RAAS, ADH, verenpaine, sympatikus. Virtsan mukana eritetään kuona-aineita: Urea, Kreatiniini.

### Nestemäärän, osmolaliteetin, pH:n säätely

**Vesimäärän muutokset:** Aistinreseptorit – RAAS

**Osmolaliteetin muutokset:** osmoreseptorit – ADH, jano.

**pH muutokset:** Ylläpidetään plasman pH 7.38-7.42 (HCO3-bufferi, H+ ekskreetio ym). Perustuu karboanhydraasin ylläpitämään CO2/HCO3-tasapainoon. Asidoosi: CNS depressio, neuronit hypoeksit (tyyppi A solut poistavat H+). Alkaloosi: neuronit hypereks. (tyyppi B solut erittävät H+)