

Verteringssappen

In de dunne darm wordt de vertering, die in de mondholte en de maag begonnen is, voltooid. Hier is een groot aantal enzymen en ondersteunende stoffen voor nodig, die door de darmwand zelf, door de pancreas en door de lever worden geproduceerd. De enzymen hebben alle een pH-optimum van 7 à 8. De vertering gebeurt door de gezamenlijke werking van pancreassap (1,5 liter per dag), gal (0,7 liter per dag) en darmsap (2 liter per dag).

Pancreassap bevat de volgende bestanddelen:

- **slijm**, dat de darmwand beschermt tegen zoutzuur en tegen de inwerking van de enzymen;
- **natriumbicarbonaat**, dat de zure chymus in het duodenum neutraliseert door de pH van 1,5 naar 7 à 8 te brengen. Deze ontzuring beïnvloedt het ritme van de pylorusreflex en bepaalt de werking van de enzymen;
- het enzym **amylase**, dat de resterende polysachariden omzet in disachariden;
- het enzym **lipase**, dat vetten in glycerol en vetzuren splitst. De werking van lipase wordt ondersteund door de **galzure zouten** uit de gal. Galzure zouten verlagen de oppervlaktespanning van vetdruppels, waardoor deze in kleinere druppels uiteenvallen. Dit wordt **emulgatie** genoemd. Door de oppervlaktevergroting is de werking van lipase veel effectiever;
- **trypsinogeen**, onwerkzame voorstadium van het eiwitsplitsende enzym **trypsine**. Als de pancreas een actief eiwitsplitsend enzym zou produceren, dan zouden de eiwitten waaruit de pancreas zelf is opgebouwd ook afgebroken worden. In het darmlumen wordt trypsinogeen omgezet in trypsine, onder invloed van het in de duodenumwand geproduceerde enzym **enterokinase**. Is er eenmaal trypsine in het lumen, dan katalyseert het zelf ook de omzetting van trypsinogeen in trypsine. Trypsine zet grotere polypeptiden om in kleinere polypeptiden;
- behalve trypsinogeen produceert de pancreas nog een aantal voorstadia van andere **proteasen**, in naar verhouding kleine hoeveelheden. Ook deze worden pas geactiveerd in het darmlumen.

Pancreassap bevat: slijm, bufferende stoffen, amylase (koolhydraatafbraak), lipase (vetafbraak), trypsine en proteasen (beide eiwitafbraak). Via de galbuis wordt gal (voor de emulgatie van vet) aan de chymus toegevoegd.

Nadat pancreassap en gal op de chymus hebben ingewerkt, vindt de eindvertering in jejunum en ileum plaats door enzymen die in het darmsap zitten. Dit zijn:

- **disacharidasen**, die de disachariden in monosachariden splitsen;
- **dipeptidase**, dat kleine polypeptiden en dipeptiden in aminozuren splitst;
- **lipase**, dat de resterende vetten omzet in glycerol en vetzuren.

Regulatie van de secretie van verteringssappen

De secretie van verteringssappen wordt zowel hormonaal als neuraal aangestuurd. De prikkel voor hormoonproductie is de lage zuurgraad van de langstromende chymus. De mucosacellen vormen daardoor twee hormonen: secretine en cholecystokinine. **Secretine** werd al genoemd in verband met het pylorusreflexritme en zijn rol bij de verhoging van de pH. Secretine zet bovendien de pancreas aan tot de afgifte van pancreassap en de lever tot de afgifte van gal. Het hormoon **cholecystokinine** (pancreozymine) stimuleert de afgifte van gal en verhoogt de productie van pancreassap.

Behalve hormonaal wordt de afgifte van spijsverteringssappen ook neuraal geregeld door de N. vagus. Deze stimuleert bij aanwezigheid van chymus in de dunne darm de secretie van pancreassap, gal en darmsap.

Wanneer er geen chymus in het duodenum aanwezig is, is de papil van Vater gesloten door de oddisfincter.

! Dus:

In het duodenum wordt de zure chymus geneutraliseerd, zodat de enzymen uit pancreas en darmsapklieren optimaal werken.

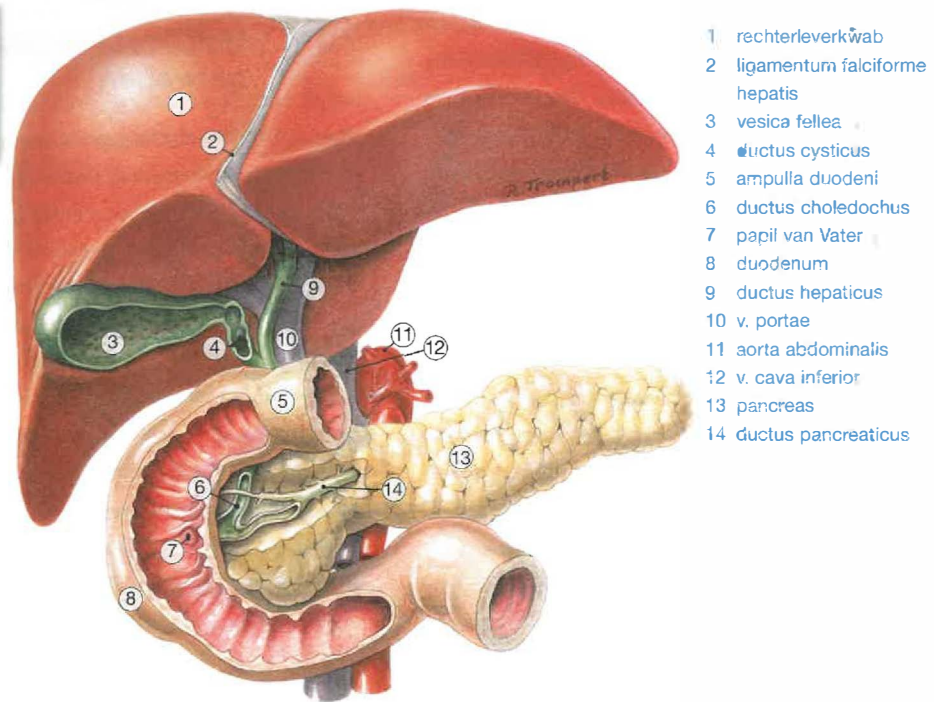
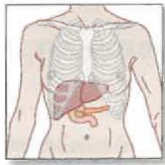
7.3 Spijsverteringsklieren en galwegen

Voor een goede werking van het spijsverteringsstelsel zijn enkele organen onmisbaar. Deze organen zijn de pancreas, de lever en de galwegen. De pancreas en de lever zijn spijsverteringsklieren; de galwegen zorgen voor opslag en een continue doorstroom van de door de lever geproduceerde gal. De lever speelt bovendien een hoofdrol bij het verwerken van de voedingsstoffen. Het orgaan oefent controle uit op de samenstelling van het bloed en kan door een heel arsenaal van chemische bewerkingen de concentraties van tal van stoffen in het bloed beïnvloeden. Vanwege zijn invloed op de samenstelling van het bloed is de lever van grote betekenis voor de homeostase van het inwendige milieu.

7.3.1 Alvleesklier

De **pancreas** (alvleesklier of buikspeekselklier) is een trosvormige klier met een langgerekte vorm. Het orgaan is ooit pancreas genoemd omdat de klassieke anatoom er 'pan kreas' ('allemaal vlees') in zag. Het orgaan is vijftien tot twintig centimeter lang en ligt achter de maag, retroperitoneaal. De staart reikt tot vlak bij de milt. Het lichaam (middenstuk) ligt achter de maag en de kop, iets breder dan de rest, vult de bocht van het duodenum. Midden door de pancreas loopt de **ductus pancreaticus** (pancreasbuis) die pancreassap vanuit de kliertrossen aangeleverd krijgt en in de richting van het duodenum vervoert. Vlak voor het einde mondt de **ductus choledochus** (galbuis) hierin uit. Ter hoogte van de duodenumbocht vind je de papil van Vater, de uitmondingsplaats in de duodenumwand. De bestanddelen en de functie van het pancreassap zijn al besproken, evenals de regulering van de secretie ervan.

In zijn functie als producent van verteringssappen is de pancreas een **exocriene klier**. Dat wil zeggen dat het klierproduct buiten het inwendige milieu wordt gebracht, in dit geval in het darmlumen. De pancreas is ook een **endocriene klier**, want ongeveer 2% van het klierweefsel bestaat uit groepjes kliercellen die geen afvoergang



- 1 rechterleverkwab
- 2 ligamentum falciforme hepatis
- 3 vesica fellea
- 4 ductus cysticus
- 5 ampulla duodeni
- 6 ductus choledochus
- 7 papil van Vater
- 8 duodenum
- 9 ductus hepaticus
- 10 v. portae
- 11 aorta abdominalis
- 12 v. cava inferior
- 13 pancreas
- 14 ductus pancreaticus

Figuur 7.18 Pancreas, lever en galwegen

hebben. Het zijn de **eilandjes van Langerhans**. Ze produceren insuline en glucagon, twee hormonen die de glucosestofwisseling beïnvloeden. Ze worden aan het bloed worden afgegeven. Dit is een vorm van interne secretie. Meer informatie hierover vind je bij de bespreking van het hormonale stelsel.