

Homeostase

I løbet af et døgn udsættes vi for millioner af forskellige påvirkninger. Stadige skift mellem hvile og arbejde, varme og kulde, sult og mæthed, afslapning og stress finder sted hver dag livet igennem. Alligevel sker der ikke de store udsving i vort indre miljø. Denne tilstand af et velreguleret og forholdsvis konstant indre miljø kaldes homeostase.

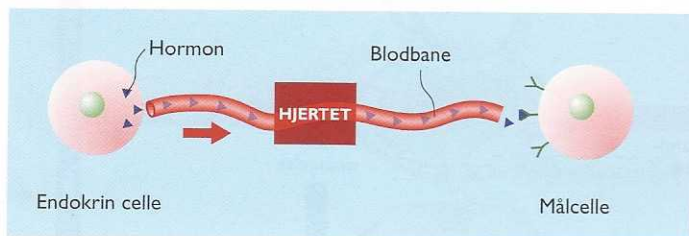
I dette afsnit skal vi se på de processer, som aktivt opretholder det konstante indre miljø.

Reguleringen af samspillet mellem kroppens milliarder af celler sker ved, at de kommunikerer med hinanden. Individets balance bliver opretholdt, fordi cellerne hele tiden kommunikerer, både lokalt i væv og organer, men også overordnet så flere organer arbejder sammen om at opretholde det rette indre miljø.

Den intercellulære kommunikation, som gennemgås her, foregår mellem kroppens celler, hvorimod den intracellulære kommunikation, som foregår inde i den enkelte celle, er beskrevet i afsnittene om cellebiologi og genetik. Der er to overordnede systemer, som homeostasen reguleres gennem, det ene er hormonsystemet, det andet er nervesystemet.

Nerver virker i princippet på samme måde som hormoner. De er med til at opretholde kroppens homeostase ved at registrere ændringer i kroppens tilstand og derefter sende besked om at justere forholdene. Forskellen er, at nervecellerne direkte forbinder sig med målcellerne, hvorimod hormonerne sendes ud med blodet til alle kroppens celler. Denne præcise forbindelse samt nervesystemets elektriske og kemiske signaloverførsler gør systemet meget hurtigere end de hormonale systemer.

Hormoner

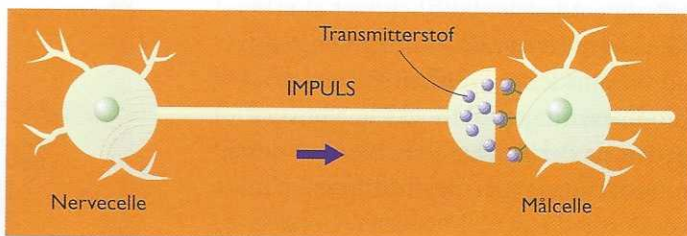


Kemiske stoffer som udskilles af endokrine kirtler og via blodet føres til det organ, de skal påvirke.

Alle celler kan nås, men kun dem med receptorer for hormonet (målceller) bliver påvirket.

Langsom regulering (1–flere minutter).

Nerver



Netværk af specialiserede celler, der virker som forbindelsesled mellem receptorer (det sted hvor stimulus registreres) og effektorer (det organ eller væv som udfører en respons, svar på en stimulus).

Elektriske- og kemiske signaler.

Forbinder receptor- og effektor-områder meget præcist.

Hurtig regulering (1/100 sekund).

Fig. 3.27

Hormoner og nerver.

Det endokrine system – hormoner

Det endokrine system består af de celler i kroppen, der danner hormoner. Cellerne er ofte samlet i væv, som kaldes endokrine kirtler. Disse kirtler har i modsætning til de exokrine kirtler (fx enzymproducerende celler, slim- og svedkirtler) ingen udførselsgange. De frigiver deres produkter direkte i blodbanen. Hormonerne kan defineres som kemiske stoffer, der via blodbanen overfører information fra de endokrine kirtler til de hormonpåvirkelige målceller. De processer, hormonerne påvirker, er cellulære processer som fx at øge hastigheden, hvorved enzymer og andre proteiner dannes. De kan også øge den enzymatiske omsætning i bestemte celler eller ændre gennemtrængeligheden af cellemembranen for bestemte stoffer.

Hormonerne transporteres med blodet til alle dele af legemet. De kan nå alle celler, men påvirker kun de celler, som har en receptor for hormonet. Den enkelte receptor er specifik for det pågældende hormon og kan ikke binde andre. Disse celler, som reagerer på hormonerne, kaldes målceller og ligger ofte forskellige steder i kroppen.

Transporten gennem blodkarrene afhænger af hormonernes kemi. De vandopløselige hormoner som adrenalin, noradrenalin og peptidhormoner (fx insulin og glukagon) er opløst i plasma og transporteres frit i blodbanen og ud gennem karvæggen. De fedtopløselige hormoner som thyroxin og steroidhormoner (fx kønshormoner) bindes i blodet til transportproteiner, der produceres i leveren. I blodet vil over 90% af steroidhormonerne være bundet til transport-

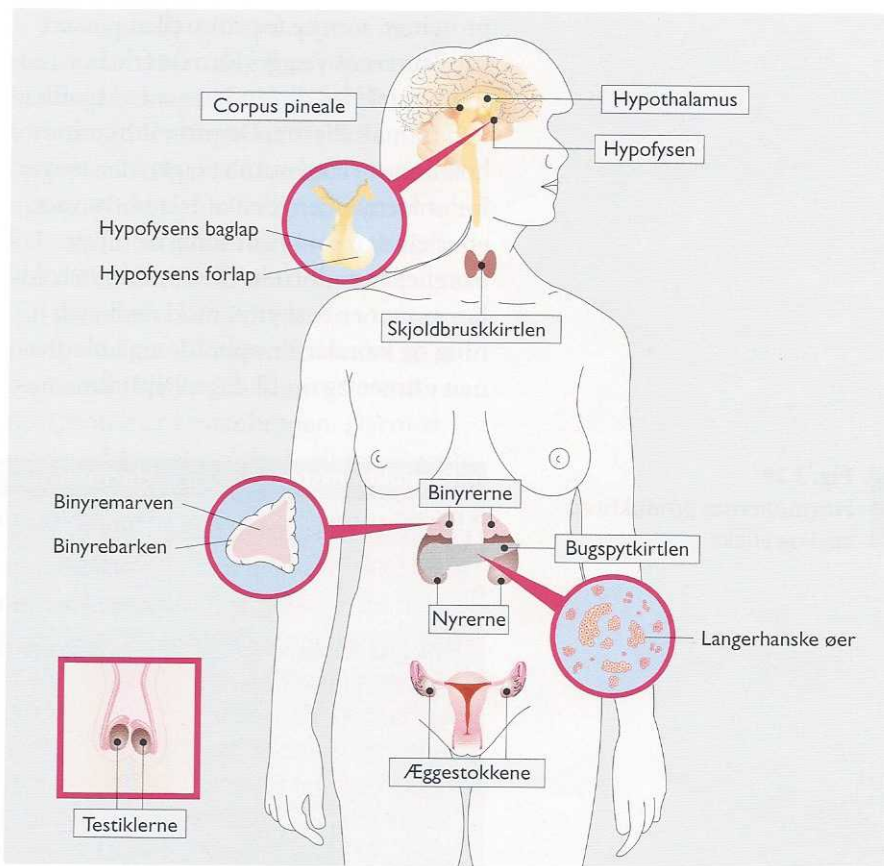


Fig. 3.28
Kroppens endokrine kirtler.

proteiner, som er for store til at passere kapillærernes vægge. Kun de frie hormonmolekyler diffunderer ud af blodbanen til målcellerne. De proteinbundne hormoner virker som et lager, der sørger for at forny mængden af frie hormoner, efterhånden som hormonerne bliver brugt eller nedbrudt. De bundne steroidhormoner er beskyttet mod nedbrydning og kan derfor opholde sig i blodbanen i timer og op til dage. Peptidhormo-

nerne lagres derimod intracellulært i kirtelcellerne i små blærer, som kaldes vesikler. Disse hormoner nedbrydes hurtigt af enzymer i blodet og vævene. De har derfor en kort levetid i blodbanen, ofte kun få minutter. Som eksempler på hvordan hormonerne virker, gennemgås insulin og glukagon. I sexologiafsnittet er kønshormonernes virkning og regulering gennemgået.

Fig. 3.29

Hormonernes produktionssted og effekt.

Produktionssted	Hormon	Effekt
Hypothalamus	Hypothalamushormoner	Sekretion af forlaphormoner
	Oxytocin	Frigørelse af mælk
	Antidiuretiske hormon	Regulerer vandudskillelsen i nyrerne
Hypofyse forlappen	Væksthormon (GH)	Vækst
	TSH	Sekretion af Thyroxin
	ACTH	Sekretion af Binyrebarkhormon
	Prolactin	Produktion af mælk
	FSH	Æg- og sædmodning
	LH	Sekretion af kønshormoner
Hypofyse baglappen	Oxytocin	Frigørelse af mælk
	Antidiuretiske hormon	Regulerer vandudskillelsen i nyrerne
Corpus pineale (koglekirtel)	Melatonin	Søvn og biologisk rytme
Skjoldbruskkirtlen	Thyroxin	Kroppens stofskifte
Binyrebark	Kortisol	Organisk metabolisme
	Aldosteron	Natrium/kalium balancen
Binyremarv	Adrenalin	Stressreaktion
	Noradrenalin	Stressreaktion
Nyrene	Erythropoietin(EPO)	Produktion af røde blodlegmer
Bugspytkirtlen	Insulin	Regulering af blodsukker
	Glukagon	Regulering af blodsukker
Ovarierne	Østrogen	Forplantningsorganernes funktion
	Progesteron	Forplantningsorganernes funktion
Testiklerne	Testosteron	Forplantningsorganernes Funktion

Insulin og glukagon

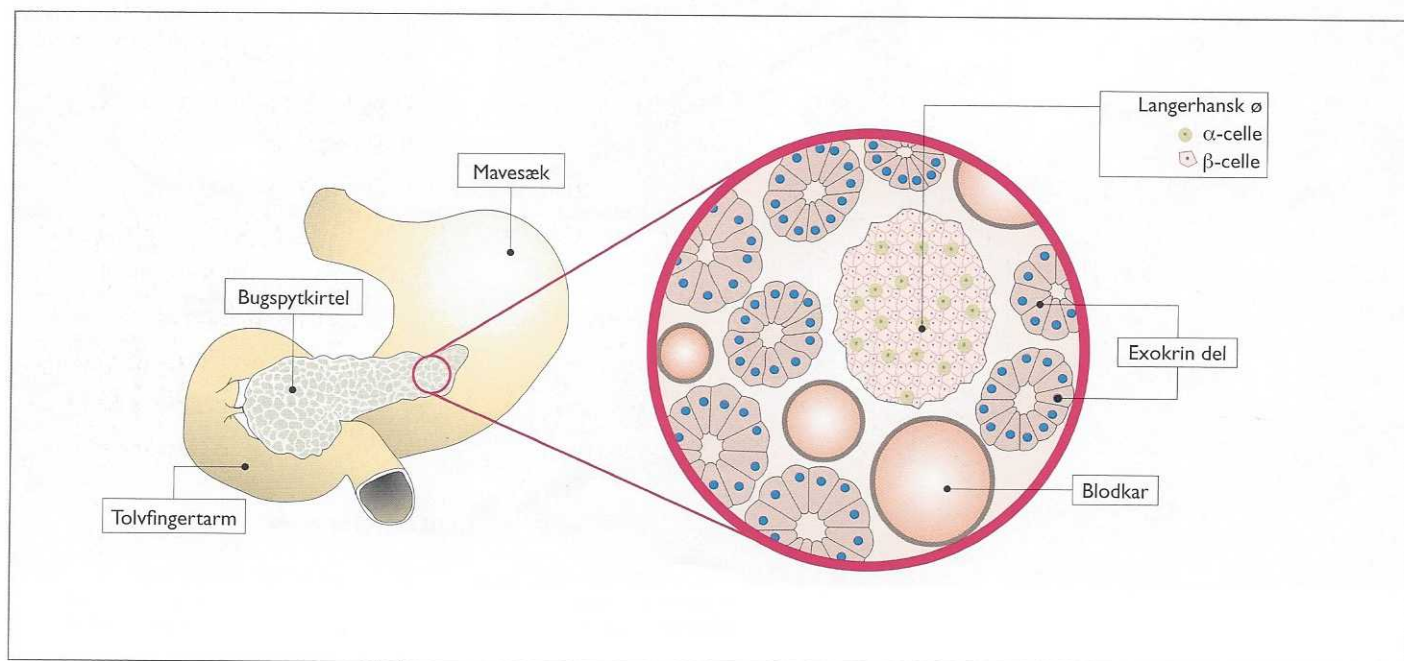
Bugspytkirtlen producerer andet end enzymer og baser til fordøjelsessystemet, den producerer også hormoner. De hormonproducerende celler ligger mellem de såkaldte Langerhanske øer, som tilsammen udgør ca. 2% af bugspytkirtlens vægt.

De Langerhanske øer, som er tæt forbundet med små blodkar, er opbygget af forskellige typer celler. α -celler producerer hormonet glukagon, og β -celler producerer hormonet insulin. Begge hormoner er peptidhormoner, opbygget af aminosyrer. Hormonerne spiller en afgørende rolle i reguleringen af, hvad der sker med kulhydraterne efter optagelsen i tarmen.

Efter et måltid stiger blodsukkerkoncentrationen pga. glukoseoptagelsen i tyndtarmen. Når glukosekoncentrationen stiger i β -cellerne, vil de insulinholdige vesikler i β -cellerne smelte sammen med cellemembranen, hvorved insulinet frigives til blodet.

Der findes insulinreceptorer mange steder i kroppen, dog ikke på de røde blodlegemer og i hjernen. Insulinreceptorerne findes meget udbredt på muskel- og fedtceller, hvor de hjælper til med at optage glukose fra blodet. Glukosemolekylerne er for store til at blive optaget ved diffusion. De bliver derimod fragtet ind gennem cellemembranen af transportproteiner. Når insulin bindes til receptorene, bliver der dannet flere transportproteiner i membranen. Dermed øges glukoseoptagelsen i cellerne. Insulinet vil også sætte gang i cellernes dannelse af glykogen, triglycerider og proteiner. I leverceller kan insulinet ikke hjælpe med optagelsen af glukose, men derimod kan det stimulere omdannelsen af glukose til glykogen. Dette sker særligt effektivt, fordi blodet fra de Langerhanske øer løber direkte ud i portåresystemet, som fører blodet til leveren. Det betyder, at insulinkoncentrationen bliver højere i leveren end i resten af kroppen. Den samlede effekt af insulin er, at kulhydraterne fjernes fra blodbanen og deponeres efter et måltid. Dermed holdes

Fig. 3.30
Bugspytkirtlens Langerhanske øer.



blodets sukkerkoncentration på et forholdsvis stabilt niveau.

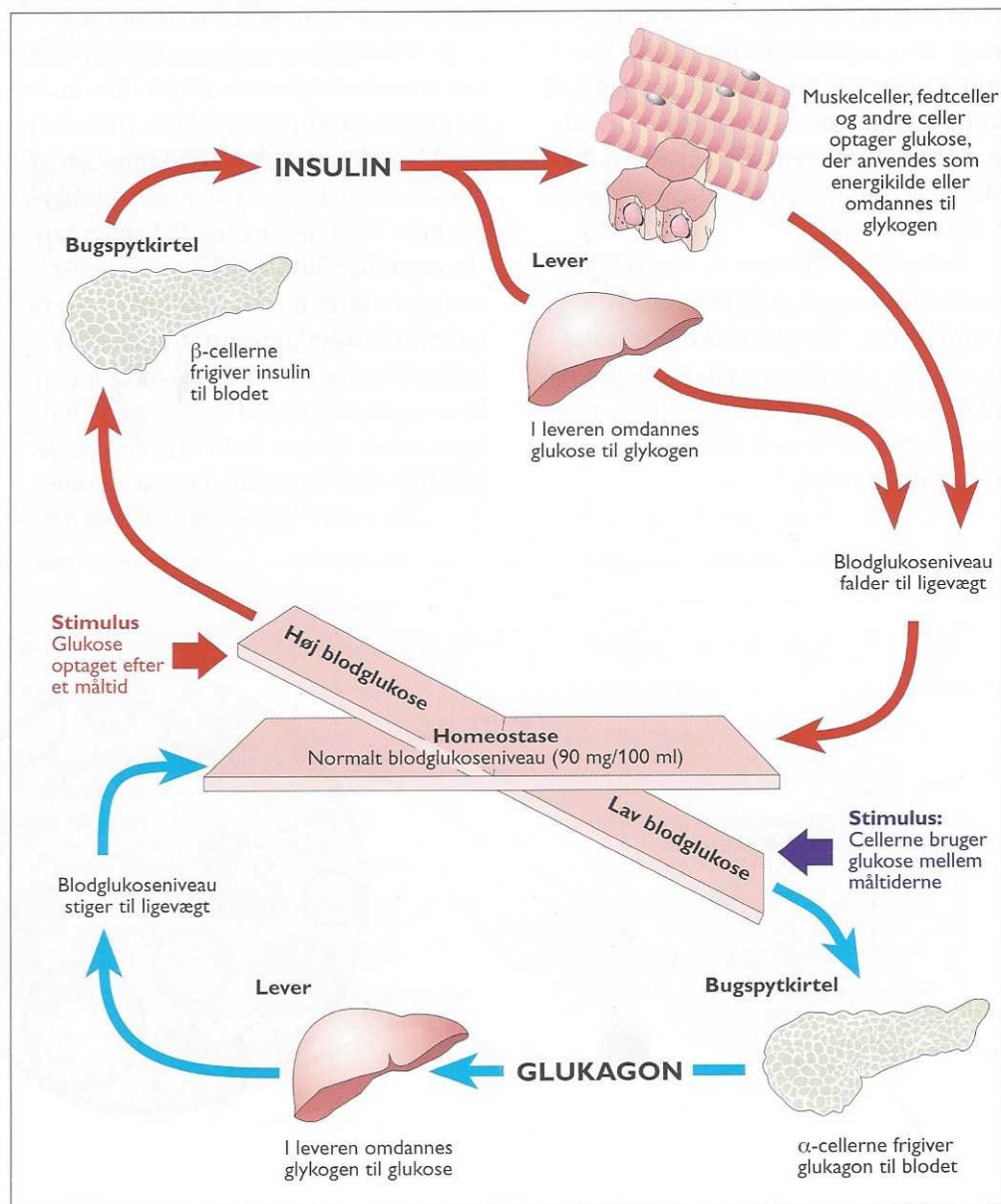
Mellem måltiderne vil der ske et fald i blodsukkerkoncentrationen. Det stimulerer α -cellerne til at frigive glukagon til blodet. Glukagon er rettet mod receptorer på lever- og fedtvævs-celler. Effekten af glukagon er den modsatte af insulins. Glukagon øger blodets koncentration af glukose og fedtsyrer, så kroppens celler hele tiden også mellem måltiderne får tilført kulhydrater. Det sker ved at sti-

mulere glykogen nedbrydningen i leveren og fedt nedbrydningen i fedtvæv.

Insulin og glukagon indgår i kroppens homeostatiske system, idet de sikrer at blodets glukosekoncentration er nogenlunde konstant, selvom måltiderne er spredt over tid. Hjerneceller kan hverken oplagre glukose eller forbrænde fedt, så de er afhængige af konstante glukosekoncentration i blodet. Hjernen forbrænder gennemsnitlig 100 gram glukose i døgnet.

Fig. 3.31

Homeostatisk kontrol af blodsukkerkoncentrationen.



Når man ser på de enkelte hormoner hver for sig, kunne man få det indtryk, at de endokrine kirtler fungerer isoleret og uafhængig af hinanden. Det er ikke tilfældet. Hvis man fx udsættes for en farlig situation, vil hormonet adrenalin sætte kroppen i alarmberedskab, herunder nedbryde glykogen i lever og muskler. Men samtidigt vil adrenalinet hæl-

me udskillelsen af insulin fra bugspytkirtlen. Dermed øges blodsukkerkoncentrationen. I afsnittet om sexologi ser man, hvordan hormonerne fra hypofysen meget fint spiller sammen med hormonerne fra æggestokkene. Endelig kan det endokrine system påvirkes af nervesystemet, som kan påvirke flere hormonproducerende kirtler samtidigt.

