

Hoofdstuk 19: Hormonale Regulatie

Naast het zenuwstelsel, wordt een lichaam ook bestuurd door het **hormoonstelsel** ook wel het **endocriene stelsel** genoemd dat met **hormonen** werkt. Deze hormonen zijn eiwitten die bijna altijd in hormoonklieren worden aangemaakt. Deze hormonen worden vervoerd door het bloed, vandaar de term endocrien (afgegeven naar binnen).

Het effect van zenuwen zijn snel en kort, hormonen daarentegen zorgen voor een langzaam maar langdurig effect.

19.1. Algemene Werking Van Hormonen

Door elke **hormoonklier** kunnen meerdere hormonen aangemaakt worden, voor elk van zo'n hormoon is er een **doelwitorgaan** waar het hormoon uiteindelijk voor bestemd is. Deze organen hebben in het celmembraan receptoren waaraan de hormonen kunnen hechten, en hiermee invloed uitoefenen op de celstofwisseling

Er zijn twee verschillende soorten hormonen:

- **steroïdhormonen**: deze hormonen zijn chemisch verwant aan cholesterol.
- **peptide-hormonen**: deze hormonen zijn meestal peptiden, en zijn soms omgebouwde aminozuren.

Steroïden zijn waterafstotend, en kunnen zomaar het celmembraan binnendringen en zich daar binden in het cytoplasma aan een eiwit. dit eiwit is de **receptor** voor het hormoon, en het **hormoon-receptor-complex** dringt door tot in de kern waar het DNA zich bevindt. het hormoon bindt op bepaalde plekken aan het DNA, en zorgt hiermee voor een stimulerende of remmende werking van genexpressie.

Bij **peptide-hormonen** kan het hormoon niet door het celmembraan dringen, en hij speelt hier de rol van de **first-messenger**. hij bindt zich aan een receptor, en start hiermee een reeks van werkingen. een van die werkingen is de aanmaak van **cAMP (cyclisch adenosinemonofosfaat)**. dit wordt de **second-messenger** genoemd, en heeft invloed op de celactiviteit. het hele proces van peptide-hormonen wordt **signaalcascade** genoemd.

19.2. Regelkringen

Het bijsturen van processen naar een evenwichtsverhouding, wordt negatieve terugkoppeling genoemd. Een **regelkring** bestaat altijd uit een **sensor** (receptor), een **hormoon** en een **hormoonklier**.

een regering gaat als volgt: **1.** een sensor meet een bepaalde hoeveelheid van een stof **2.** het centrale zenuwstelsel beoordeelt deze hoeveelheid **3.** hij stimuleert of remt de aanmaak van een bepaald hormoon

Bij **positieve terugkoppeling** wordt er gestreefd naar een toe- of afname van een bepaalde stof (ook wel het sneeuwbal-effect genoemd).

19.3. Het Hypothalamus-Hypofyse-Systeem

de hypothalamus maakt deel uit van het centrale zenuwstelsel, en kan veel invloed uitoefenen op de hormoonregulatie, de hypothalamus handhaaft de **normwaarden** van veel processen in het lichaam.

De werking van de hypothalamus is tweestaps:

- sommige zenuwcellen produceren twee hormonen: ADH (anti-diuretisch hormoon) en oxytocine. deze hormonen worden opgeslagen in de hypofyse.

- Bepaalde cellen in de hypothalamus maken hormonen die via zenuwceluitlopers naar de hypofyse worden vervoerd. Dit zijn de *releasing* en de *inhibiting* hormonen die een remmende of stimulerende werking hebben op de hypofyse.

De hypofyse bestaat uit twee delen: de hypofysevoorkwab en de hypofyseachterkwab. DE hypofyse is met een dun draadje verbonden aan de hypothalamus.

19.3.1. De Hypofyseachterkwab

De hypofyseachterkwab geeft als het ware ADH en oxytocine.

De hypothalamus wordt geprikkeld om ADH aan te maken, als osmosensoren een signaal sturen dat het zoutgehalte in het bloed te hoog is. Dit hormoon gaat naar de nieren, en de nieren scheiden minder water uit. Hierdoor stijgt de osmotische waarde weer. Hierdoor sturen de osmosensoren minder signaal naar de hypothalamus, dus die maakt minder ADH aan. Dit heeft als gevolg dat er steeds minder ADH aangemaakt wordt.

Het hormoon **oxytocine** (dat zorgt voor samentrekkingen in glad spierweefsel bijv de baarmoederwand) wordt aangemaakt aan het eind van de zwangerschap. Tijdens de zwangerschap wordt er veel progesteron aangemaakt, waardoor oxytocine bijna geen invloed uit kan oefenen op de baarmoederwand. Als het progesterongehalte daalt begint de bevalling, en kan oxytocine de baarmoederwand stimuleren, en dan kunnen de weeën beginnen.

Als een baby aan de tepels zuigt van zijn moeder, stimuleert dit de thalamus om oxytocine aan te maken. Oxytocine stimuleert melkklier spierweefsel om samen te trekken. DUs doordat de baby aan de tepels zuigt wordt er meer melk aangemaakt, **positieve terugkoppeling**.

19.3.2. De Hypofysevoorkwab

De afgifte en productie van de hormonen in de hypofysevoorkwab, staan onder invloed van de hypothalamus.

Het **schildklierstimulerend hormoon (TSH)** stimuleert de schildklier om het **schildklierhormoon** aan te maken. Een te hoge concentratie schildklierhormoon remt de aanmaak van TSH (**negatieve terugkoppeling**). In de hypofysevoorkwab worden de volgende hormonen aangemaakt: **FSH, bijnierschorsstimulerend hormoon, LH** en **prolactine**.

19.4. De Schildklier

De schildklier ligt in de hals tussen het strottenhoofd en de luchtpijp en produceert **thyroxine**. Hiervoor is jodium nodig. Thyroxine stimuleert de verbranding in de cellen, en kan dus de celstofwisseling regelen. Als er te veel thyroxine wordt aangemaakt, wordt er te veel verbrand in de cellen van een lichaam. Doordat er vroeger nog bijna geen jodium in zout zat, maakten mensen meestal te weinig thyroxine aan.

19.5. De Eilandjes van Langerhans

In de alvleesklier liggen de **Eilandjes van Langerhans**, en hebben totaal andere functie dan de rest van het orgaan - wat alvleeskliersap produceert voor de spijsvertering. ze geven hormonen af aan het bloed, de hormonen **insuline en glucagon**. Insuline verlaagt de bloedsuikerspiegel, en stimuleert de skeletspieren en de lever om glucose om te zetten in glycogeen. Glucagon doet precies het omgekeerde, hij verhoogt de bloedsuikerspiegel dmv het stimuleren van het loslaten van de als glycogeen opgeslagen glucose. De Eilandjes van Langerhans hebben zelf sensoren die de bloedsuikerspiegel monitoren, en doseren dus zelf de aanmaak van de hormonen wanneer dat nodig is.

19.6. De Bijnieren

Bovenop beide nieren liggen bijnieren, die bestaan uit twee delen: **bijnierschors** en **bijniermerg**.

Bijniermerg: dit produceert **adrenaline** en **noradrenaline**. Adrenaline is het enige hormoon met een snelle maar korte werking. de voornaamste effecten van adrenaline zijn:

- het stimuleert, net zoals glucagon, de lever en skeletspieren om glycogeen om te zetten in glucose, waardoor de verbranding in cellen sneller gaat.
- het stimuleert het hart om harder te pompen, de bloeddruk stijgt hierdoor ook.
- het zorgt ervoor dat de pupillen groeien
- het stimuleert bloedvatverwijding in je skeletspieren, waardoor de spieren onder hogere spanning komen te staan.
- in andere delen van het lichaam zorgt het voor bloedvatvernauwing, je ziet bijvoorbeeld bleker omdat er minder bloed naar je hoofd gaat.

Adrenaline is net als glucagon een **antagonist** van insuline, het heeft namelijk dezelfde **synergistische werking**.

Bijnierschors: het produceert onder invloed van ACTH uit de hypofyse de twee hormonen: **aldosteron** en **cortisol**. Aldosteron zorgt voor het kalium/natrium-evenwicht. Cortisol heeft, net als glucagon en adrenaline, een synergistische werking op de bloedsuikerspiegel. Het heeft ook een remmende werking op ontstekingsreacties en de aanmaak van antistoffen.

19.7. De Ovaria

Onder invloed van FSH gaan de follikelcellen in de ovaria **oestrogenen (oestradiol, oestron en oestriol)** produceren. deze hormonen stimuleren de volgende processen:

- tijdens de puberteit ontstaan de **secundaire geslachtskenmerken** onder invloed van oestrogenen.
- in de **menstruatiecyclus** spelen oestrogenen een erg grote rol.
- onder invloed van oestrogenen blijft het baarmoederslijmvlies dun, om eventuele bevruchting makkelijker te laten verlopen.
- het heeft ook invloed op de stofwisseling in de vagina

na de eisprong ontwikkelt het restje van de **follikel** zich -onder invloed van LH- tot het **gele lichaam**. Dit gele lichaam bevordert de oestrogeenproductie en produceert een tweede hormoon: **progesteron**.

Dit hormoon heeft de volgende effecten:

- Het speelt een grote rol in het tweede deel van de **menstruatiecyclus**.
- Omdat het de hele zwangerschap een grote rol blijft spelen, houdt het de zwangerschap intact.

19.7.1. De Menstruatiecyclus

Per cyclus vindt afwisselend tussen de twee eierstokken de rijping van een eikel plaats. Tijdens de cyclus wordt gedurende ongeveer 28 dagen baarmoederslijmvlies gevormd en, in geval van geen bevruchting, uiteindelijk verstoten.

1^e fase de menstruatiefase:

gemiddeld duurt deze periode drie tot vijf dagen. Doordat er geen bevruchting heeft plaatsgevonden, sterft het gele lichaam af, en daalt het progesterongehalte. Dit zorgt voor vaatkrampen in de bloedvaten naar de baarmoederwand. Hierdoor sterft het dikke slijmvlies af en wordt het uitgestoten, en “bloedt” dit via de vagina weg.

2^e fase de proliferatiefase:

Nadat het vorige baarmoederslijmvlies is uitgestoten wordt er gedurende 14 dagen onder invloed van oestrogeen nieuw baarmoederslijmvlies gevormd (**oestrogene fase**).

In deze fase worden er in de eierstokken een aantal follikels klaargestoomd onder invloed van **FSH** en **LH**. Uiteindelijk komt er hiervan 1 tot volledige ontwikkeling. Wegens het gebrek aan LH receptoren op de follikel, stimuleert FSH de ontwikkeling van het follikel.

De groeiende follikel geeft op zijn beurt oestrogenen af. Door de toename van de oestrogenen-concentratie wordt de hypofysevoorkwab geremd in de afgifte van FSH en LH. De follikel gaat door met de afgifte van oestrogenen en boven een bepaalde concentratie in het bloed activeren oestrogenen de hypothalamus om meer RF (= releasing factor) af te geven. Een direct gevolg hiervan is dat de hypofysevoorkwab weer méér FSH en LH gaat produceren. Opvallend is dus dat oestrogenen bij lagere concentraties een remmend effect hebben op de afgifte van FSH en LH en bij hogere concentraties juist het omgekeerde doen. Intussen bezitten de follikels receptoren voor LH, zodat binding met dit hormoon mogelijk is. De follikel gaat nu versneld rijpen, totdat deze openbarst en de eicel vrijkomt. Dit moment heet de **ovulatie**.

3^e fase secretiefase (afscheidingsfase):

Het aanwezige LH zorgt ervoor dat het gele lichaam wordt gevormd uit de follikel. Dit produceert op zijn beurt **progesteron**, hierdoor wordt de baarmoederwand dikker en beter doorbloed. Ook zorgt het ervoor dat bepaalde kliercellen in de wand glycogeen op gaan slaan, voor een eventuele ingenestelde cel.

Meestal vindt er geen bevruchting plaats, en dan zorgen progesteron en oestrogeen voor een remming van de afgifte van FSH en LH door de hypofyse. Hierdoor sterft het gele lichaam af, en produceert het gele lichaam geen geslachtshormonen meer (negatieve terugkoppeling). Hierdoor gaan de spieren in de wand samentrekken waardoor het overgebleven baarmoederslijmvlies afgestoten wordt.

progesteron beïnvloedt centra in het merg van de hypothalamus die voor temperatuurregeling zorgen. DE lichaamstemperatuur stijgt tijdens de menstruatie ongeveer 0.5 °C . Ook stimuleert de menstruatie de klierweefsels in de borsten waardoor deze meer bloed krijgen. Dit kan zorgen voor een pijnlijk of gespannen gevoel.

19.7.2. De Zwangerschap

Wanneer de eicel nestelt in het baarmoederslijmvlies, moet de menstruatie uitblijven. Dit kan als het progesteronergehalte gehandhaafd blijft.

Embryo's produceren bepaalde zwangerschapshormonen (HCG) die het gele lichaam in stand houden, waardoor de progesteronconcentratie goed blijft.

Na ongeveer drie maanden is de placenta in staat om HCG, progesteron en oestrogeen te produceren.

19.8. De Testes

In de puberteit vormt de hypofyse **FSH** en **LH**. Dit wordt opgenomen d.m.v. cellen met receptoren voor **FSH (cellen van Sertoli)**. Deze cellen zetten als reactie op FSH de zaadontwikkeling in gang. In de zaadkanalen liggen cellen (**cellen van Leydig**) die, onder invloed van LH, het geslachtshormoon **testosteron** produceren.

Testosteron beïnvloedt de volgende processen:

- Het stimuleert de groei van geslachtsorganen en stimuleert de ontwikkeling van de secundaire geslachtskenmerken.
- Het heeft een anabole werking: het stimuleert de eiwitsynthese, wat op zijn beurt spieraanmaak stimuleert.

- Het stimuleert de zaadaanmaak en de werking van zaadblaasjes en prostaat.
- Het zorgt, d.m.v. negatieve terugkoppeling voor, dat de FSH- en LH-productie rond een bepaalde waarde blijft schommelen.

19.9. Weefselhormonen

Sommige hormonen worden aangemaakt in groepen cellen, die geen deel uitmaken van klierweefsels, **weefselhormonen**.

Wanneer bijvoorbeeld in de nieren dmv sensoren wordt gemeten dat de zuurstofconcentratie in het bloed te laag is, wordt het hormoon **erytropoëetine** aangemaakt. Dit stimuleert het beenmerg om rode bloedcellen aan te maken. Hiermee wordt een laag zuurstofgehalte gecompenseerd door meer rode bloedcellen.

De darmwand kan ook **spijsverteringshormonen** aanmaken.

Gastrine wordt door de maagwand aangemaakt, en stimuleert uiteindelijk de maag maagsappen aan te maken.

Bepaalde cellen in de darmwand produceren **secretine**, wat de alvleesklier prikkelt natriumcarbonaat los te laten.

19.10. Anabole Steroïden

Testosteron is een **anabool steroïd**, het stimuleert de spieren. Door een te hoge dosis kan door het dalen van LH de testosteronproductie stoppen, en voor onvruchtbaarheid zorgen (negatieve terugkoppeling). Wanneer vrouwen dit voor langere tijd gebruiken, kunnen ze uiteindelijk mannelijke trekken vertonen.

19.11. Suikerziekte

Iemand met **diabetes** heeft continu te veel suiker in zijn bloed. Als dit het geval is, kunnen de nieren dit niet allemaal opnemen, en wordt er glucose uitgeplast. Hierdoor kan er een gebrek aan glucose in de skeletspieren ontstaan, omdat de glucose in de bloedbaan blijft. Omdat de skeletspieren nu vetten gaan verbranden, blijven er zure afvalstoffen over. Dit heeft als gevolg dat de zuurtegraad van het bloed stijgt. Veel processen raken ontregeld, en men kan zelfs in coma belanden. Dit wordt een hypoglycemische coma genoemd.

Een hyperglycemische coma, kan worden voorkomen als men het aan voelt komen en suiker gaat eten.

Er zijn twee typen diabetes:

- **type-1** (ook wel **jeugd suikerziekte**): Hierbij kan de alvleesklier niet genoeg insuline produceren, en begint dit al voor het dertigste levensjaar.
- **type-2** (**ouderdomssuikerziekte**): Dit kan het gevolg zijn van sterk overgewicht, omdat de bloedsuikerspiegel te hoog is. Dit kan komen door dat de lichaamscellen niet meer gevoelig zijn voor de eigen insuline, of doordat de insuline vormende cellen in de alvleesklier niet meer goed werken.

19.12. Osteoporose

Osteoporose is een verminderde botmassa, doordat de afbraak van de botcellen groter is dan de -afbraak. Tot het dertigste levensjaar is de botaanmaak groter dan de afbraak, dus blijft de botmassa toenemen.

Door de overheersende botaafbraak daalt het kalkgehalte in de botten, wat als gevolg heeft broze en breekbare botten.

Men kan dit voorkomen door veel kalkproducten tot zich te nemen in de jeugd.