



Endokriinsüsteem ehk hormonaalsüsteem

Randel Kreitsberg
randel.kreitsberg@ut.ee
TÜ Zooloogia osakond
EMÜ Limnoloogiakeskus



Endokriinsüsteem

- Endokriinsüsteem koos närvisüsteemiga moodustavad keha kontrolli- ja koordinatsioonisüsteemid.
- Keemiline vs elektriline signaal
- Aeglane (sekundid-tunnid) vs kiire (2-3 ms) vastus
- Vastuse pikaajaline (kasvuhormoon) vs lühiaajaline kestus
- SIISKI: süsteemid töötavad koos ühise eesmärgi nimel.

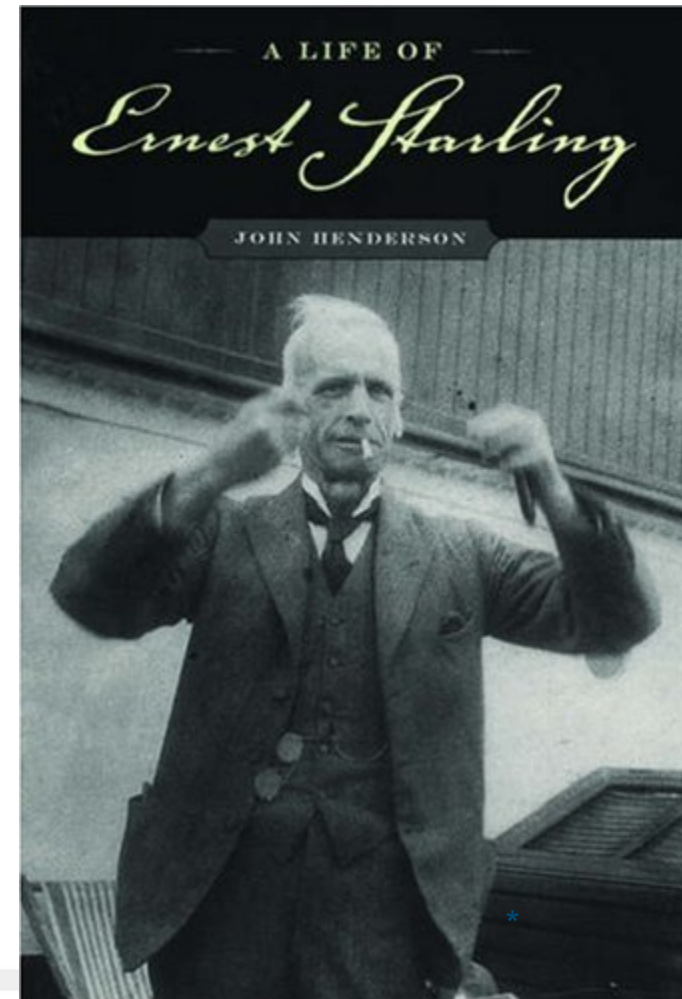


Moyea Software



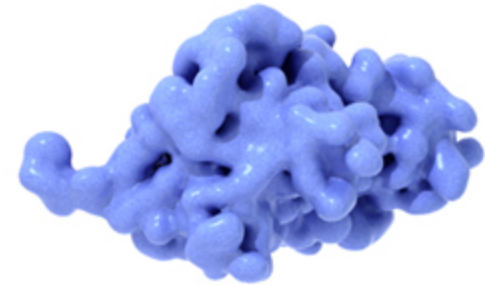
Hormoon kui termin

- Ernest Henry Starling, 1905.a.
- Hormooni sünteesitakse spetsiaalsetes kudedes või näärmetes
- Hormoonid eritatakse vereringesse ja sealt kantakse toimekohtadesse
- Hormoonid muudavad selliste kudede ja organite aktiivsust, millesse nad toimivad





Hormoonid



Growth hormone

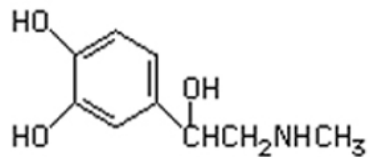
- Endokriinsete näärmete poolt produtseeritud hormoonide hulk on harilikult väga väike, aga nende lahustuvusaste veres ja koevedelikes on suur.
- Hormoonid peavad olema efektiivsed väga madalatel kontsentratsioonidel (10^{-8} ja 10^{-12} M vahel). Inimesed on suhkrut keelel võimelised ära tundma 10^{-4} M



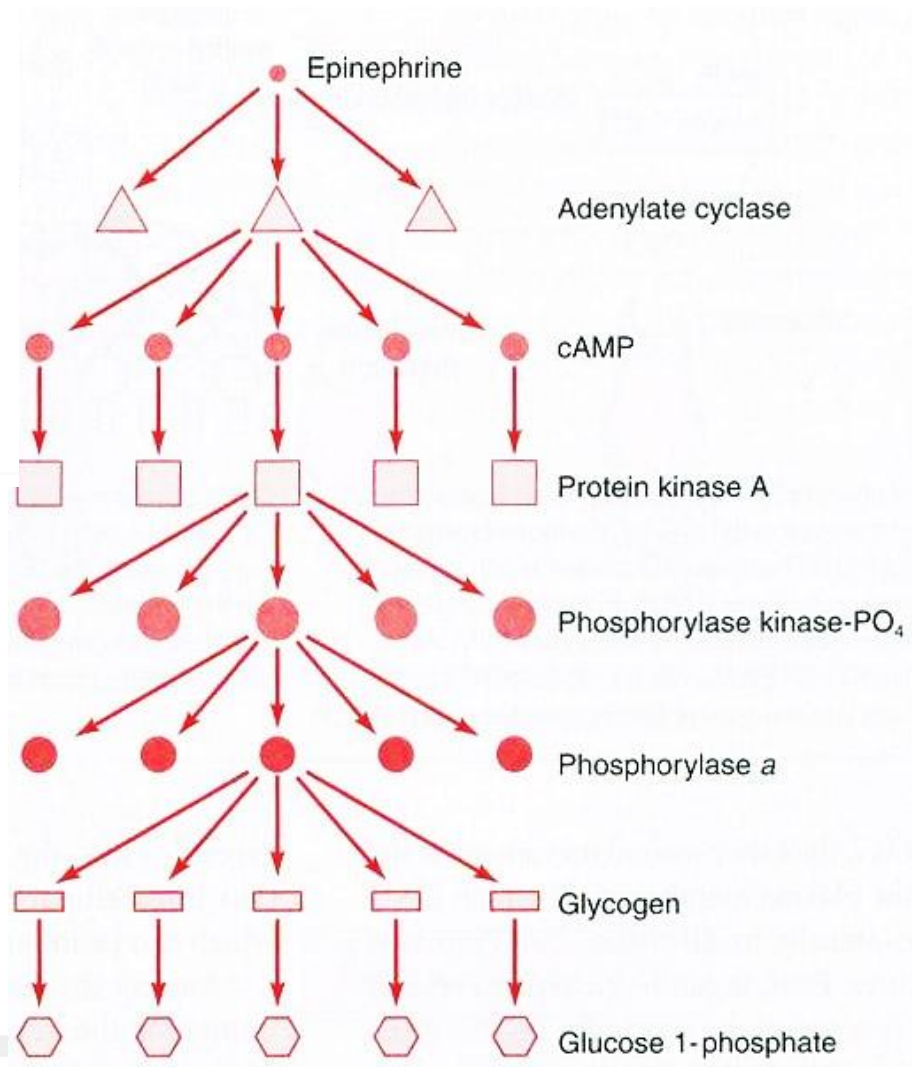
Amplifikatsioon

adrenaline

$C_9H_{13}O_3N$



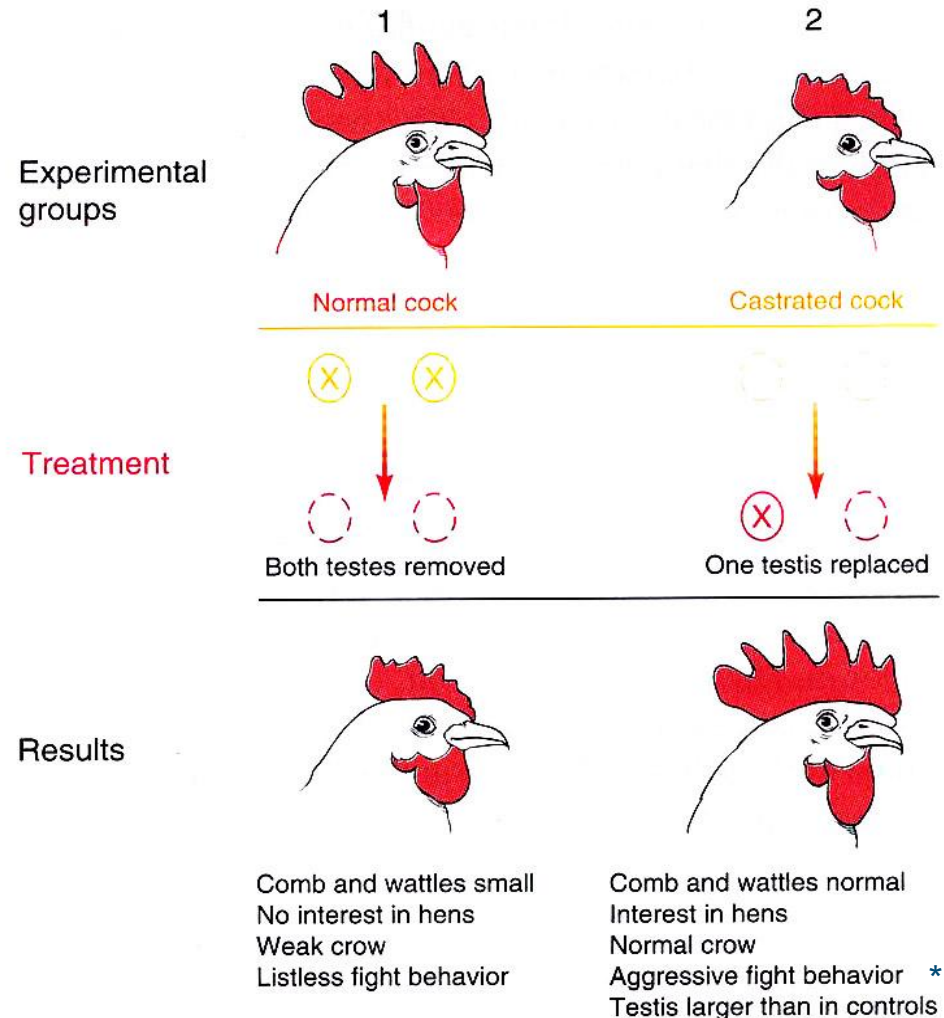
also known as epinephrine





Endokriinsete funktsioonide uurimine

- Mingi organi eemaldamine-taassiidamine
 - jälgitakse käitumuslikke effekte





Uurimine raadioimmunoloogilise ja radioaktiivse märgistuse meetoditel

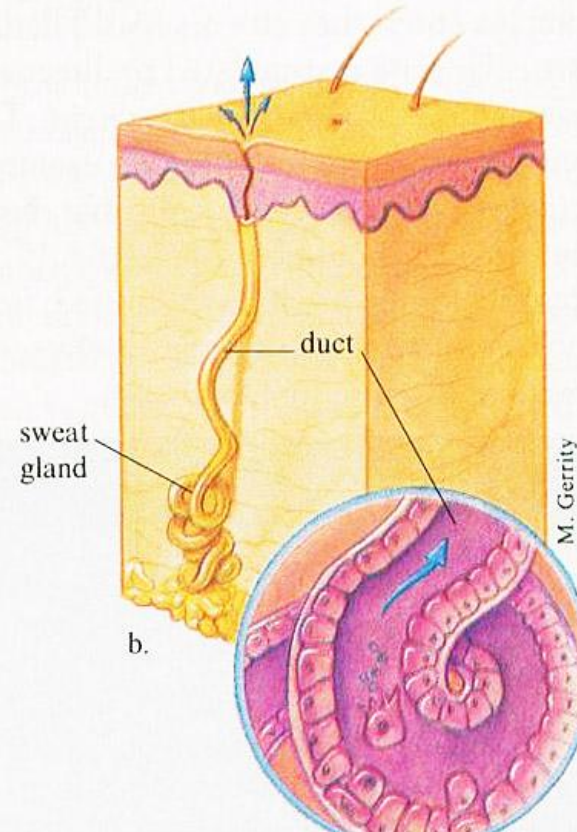
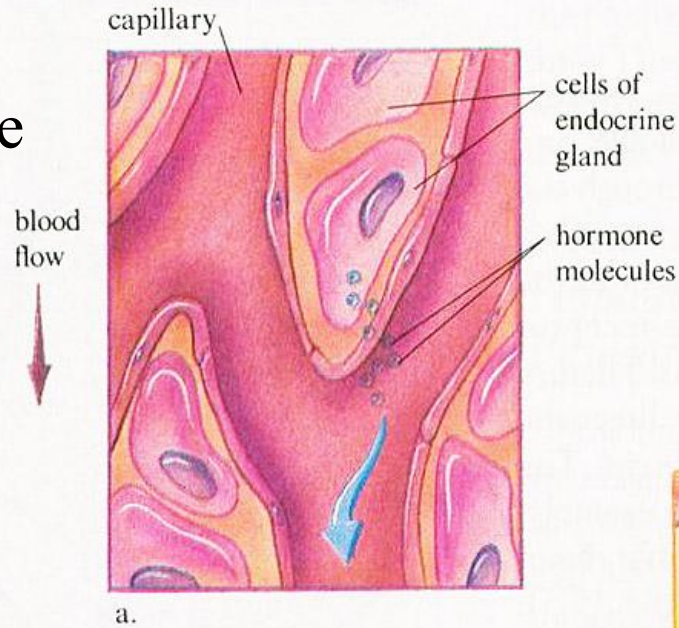
- Rosalyn Yalow – 1977 Nobeli preemia raadioimmunoloogiliste meetodite kasutuselevõtu eest

- võttis kasutusele radioaktiivselt märgistatud antikehad
- võimaldab mõõta nt hormoonide hulka veres





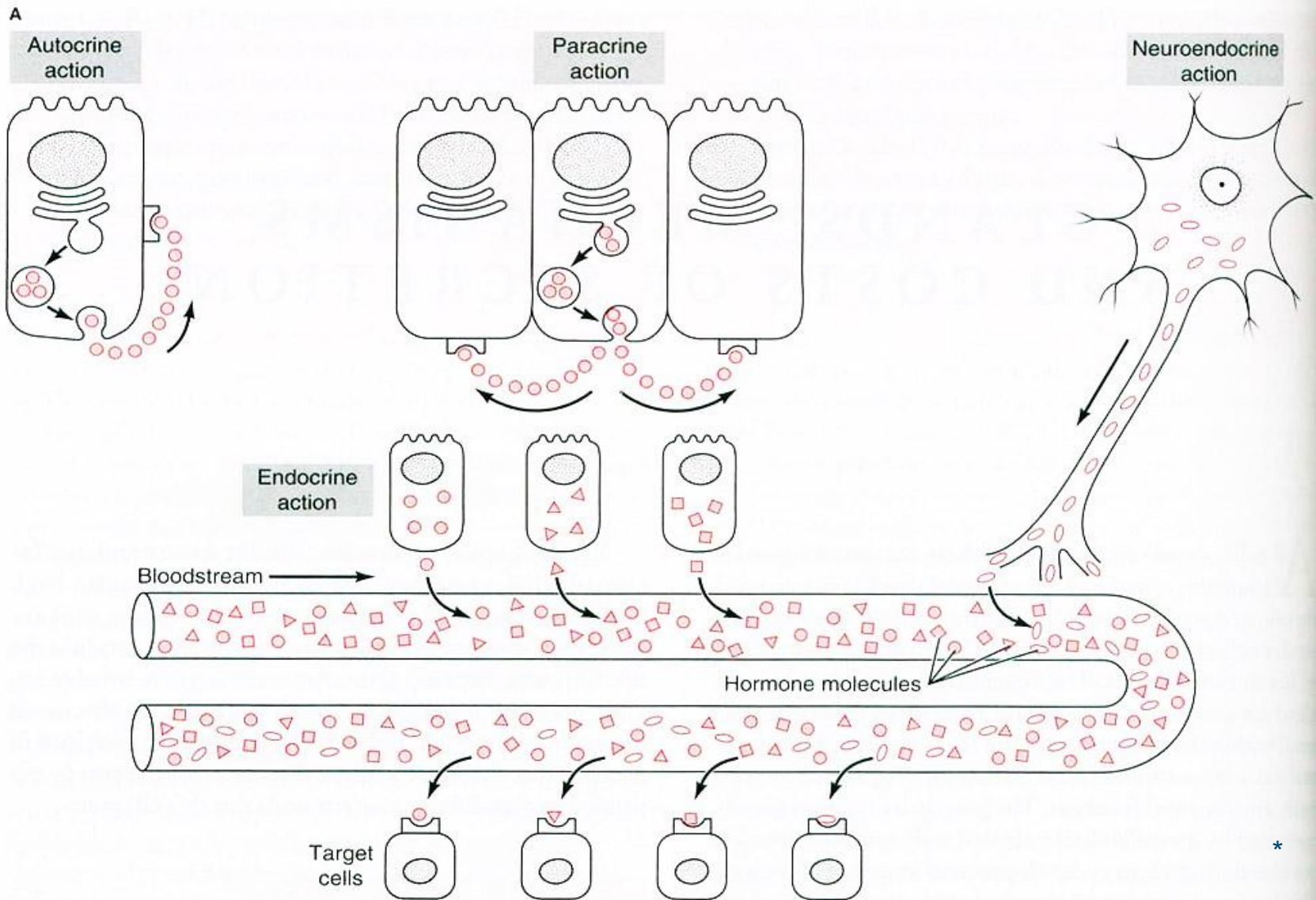
Endokriinne nääre



Eksokriinne nääre

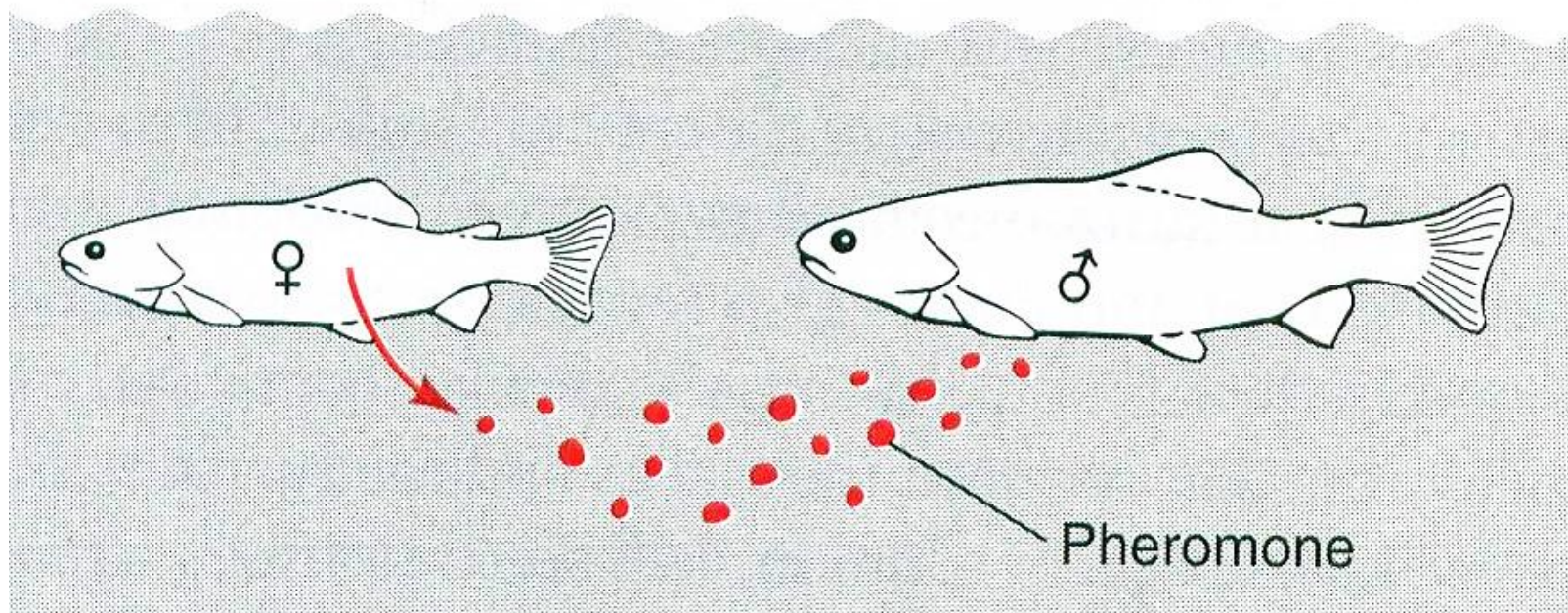


Endokriinse sekretsiooni tüübid





Eksokriinne sekretsioon: feromoonid



ATTRACT WOMEN

BE MORE POPULAR WITH WOMEN THAN EVER BEFORE!

HUMAN PHEROMONES GUARANTEED TO WORK!



pherlure.com

FIND OUT MORE



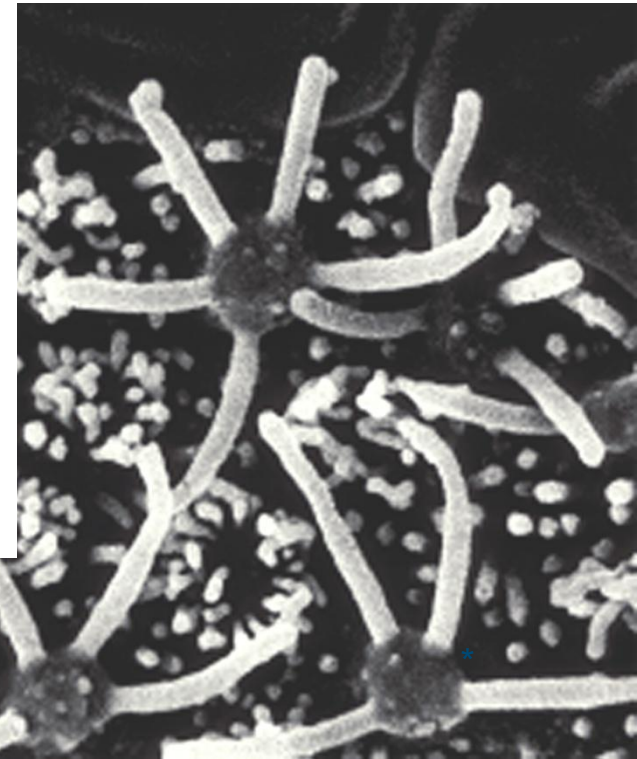
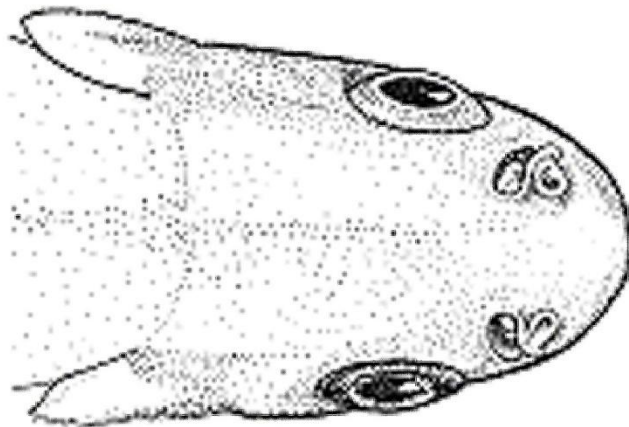
Feromoonid

- Adolf Butenandt (Nobeli laureaat 1939) identifitseeris 1959. aastal siidiliblikaid uurides emasele liblikale seksuaalselt mõjuva atraktandi ehk siis suguferomooni.
- 1959.a. keemilise ökoloogia sünniaasta
- püüd võidelda taimekahjuritega
- olfaktoorse signaalid ehk lõhnasignaalid – lenduvad keemilised ühendid, mis on organismide poolt tajutavad lõhnana (või ka mitte), olfaktoorse organi poolt.
- Semiokemikaal – signaali kandev kemikaal (semeon – signaal Kr. k).





Olfaktoorne organ



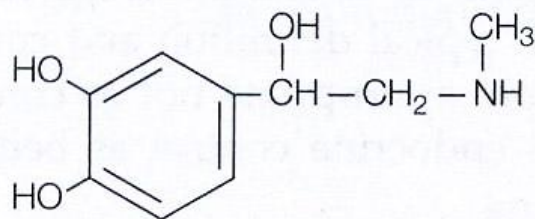


Hormoonide tüübid

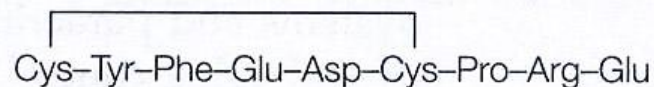
- Amiinid – katehoolamiinid (adrenaliin, noradrenaliin, türoidhormoon)
- Prostaglandiinid – tsüklilised mitteküllastunud rasvhapped
- Steroidhormoonid – testosteroon, östrogeen – kõik sünteesitakse kolesteroolist
- Peptiidid ja proteiinhormoonid – insuliin, need on suurimad ja enim komplektsed hormoonid



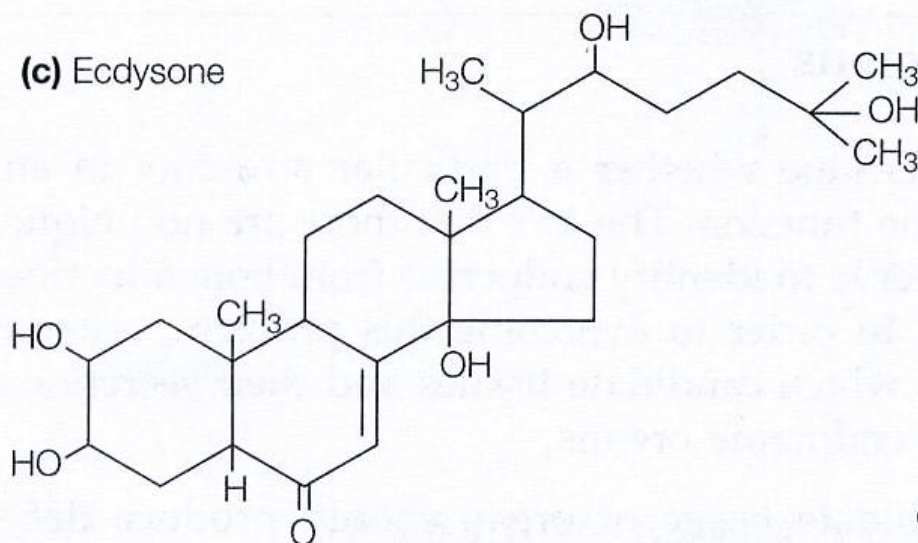
(a) Adrenaline (epinephrine)



(b) Antidiuretic hormone



(c) Ecdysone



(d) Prostaglandin E₂

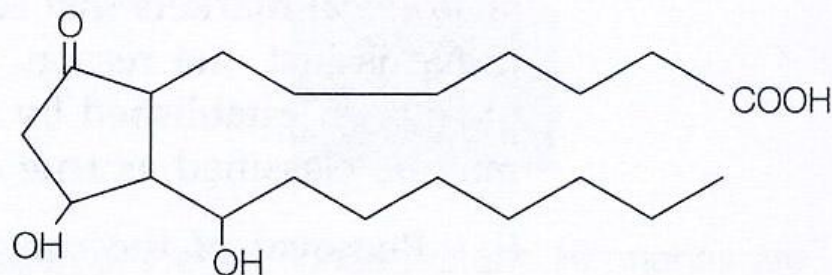
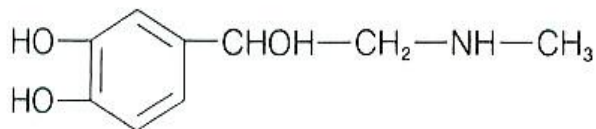


Figure 4.3. Examples of the major chemical classes of hormones. (a) An amino acid derivative; (b) a peptide hormone; (c) a steroid hormone; (d) a prostaglandin.

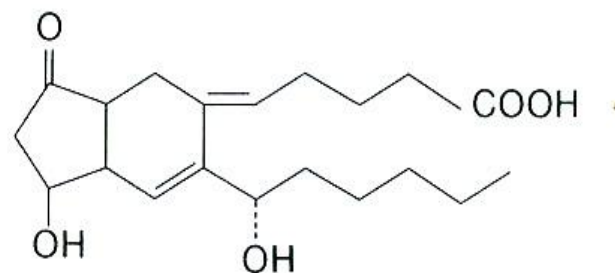


A Amine



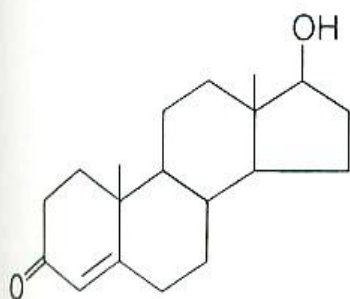
Epinephrine

B Prostaglandin



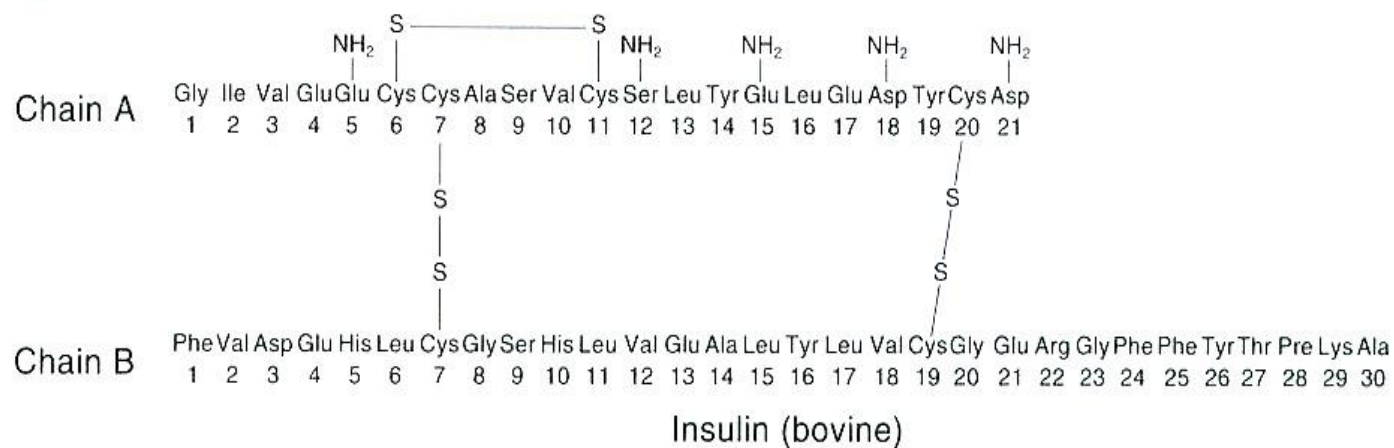
Prostaglandin PGE₂

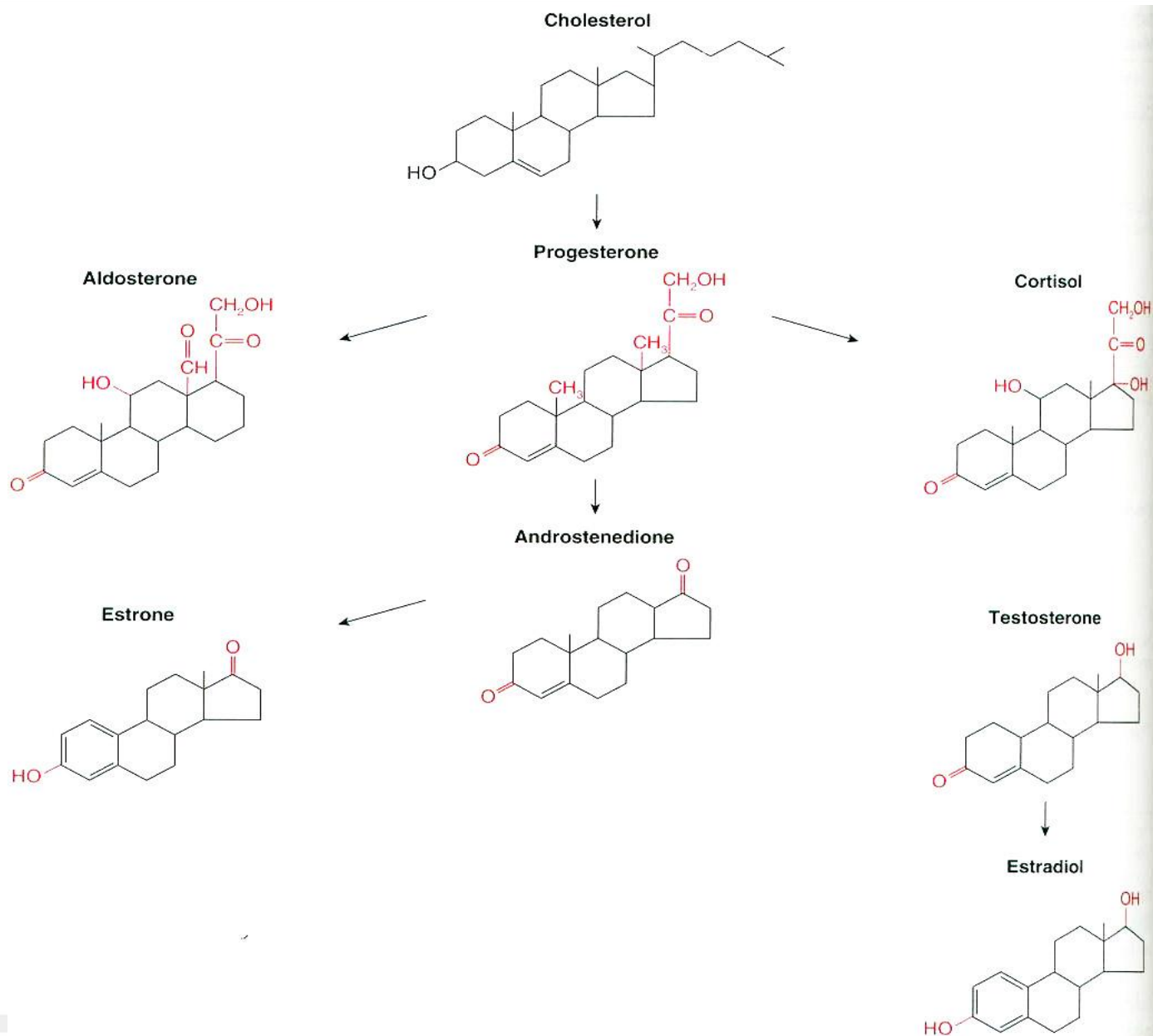
C Steroid



Testosterone

D Peptide







Signalisatsiooni kiirus

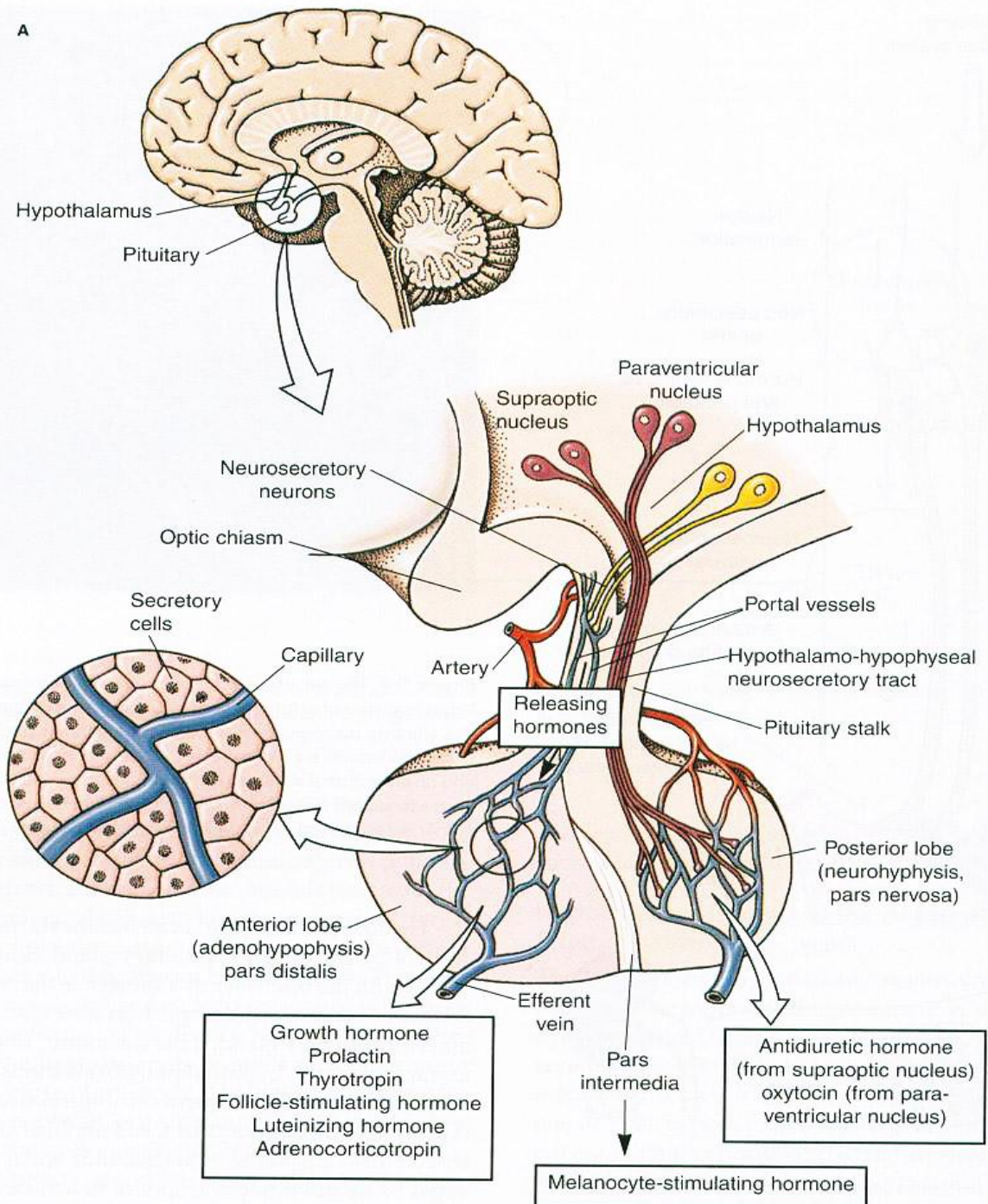
- Neurotransmitterid signaliseerivad kiiresti lühikese maa taha (0,01-1 s)
- Hormoonid signaliseerivad aeglaselt kaugel maa taha (min 30 s, enamasti rohkem kui 1 minut).



Neuroendokriinne süsteen

Hüpotaalamuse hormoonid
(vallandavad ja inhibeerivad
hormoonid)

Endokriinne süsteem ja närvisüsteem on selgroogsetel füüsiliselt ja funktsionaalselt seotud ajus oleva piirkonna hüpotaalamuse poolt. Hüpotaalamus on seotud hüpofüüsiga. Hüpotaalamuses on rakke, millel on nii närvirakkudele kui endokriinrakkudele iseloomulikke omadusi. Need rakud vastavad teistelt närvirakkudelt saadud stiimulitele teatud valgulistest hormoonide sekreteerimisega. See omakorda aga stimuleerib organismi endokriinnäärmeid kolmandate hormoonide sünteesile, mis mõjutavad paljusid eri funktsioone.



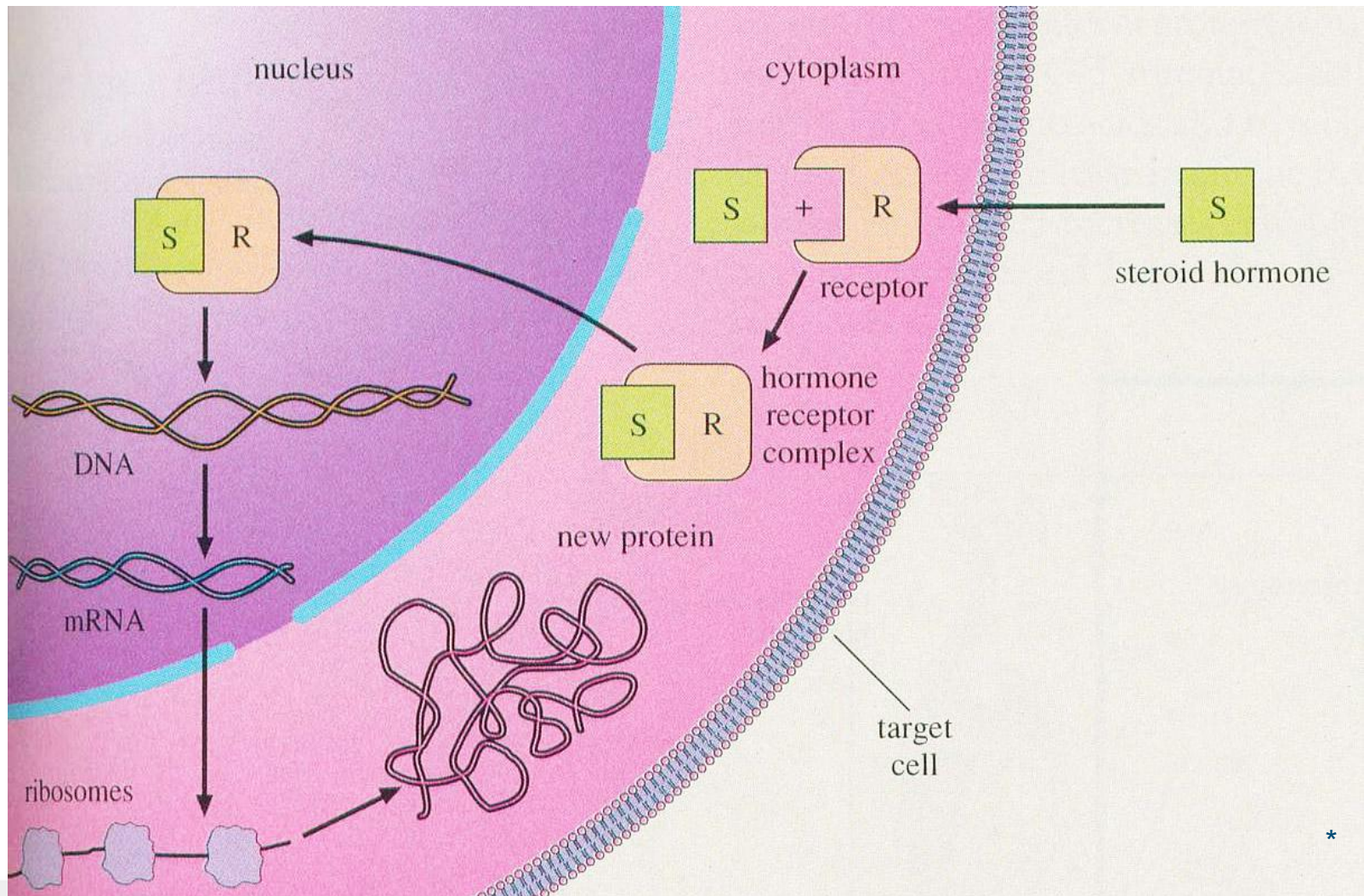


Hormoonide mõjumise rakulised mehhanismid

- Rasvlahustuvad ja veeslahustuvad hormoonid – erinev tee rakku
- Kandjavalgud: globuliinid ja albumiinid



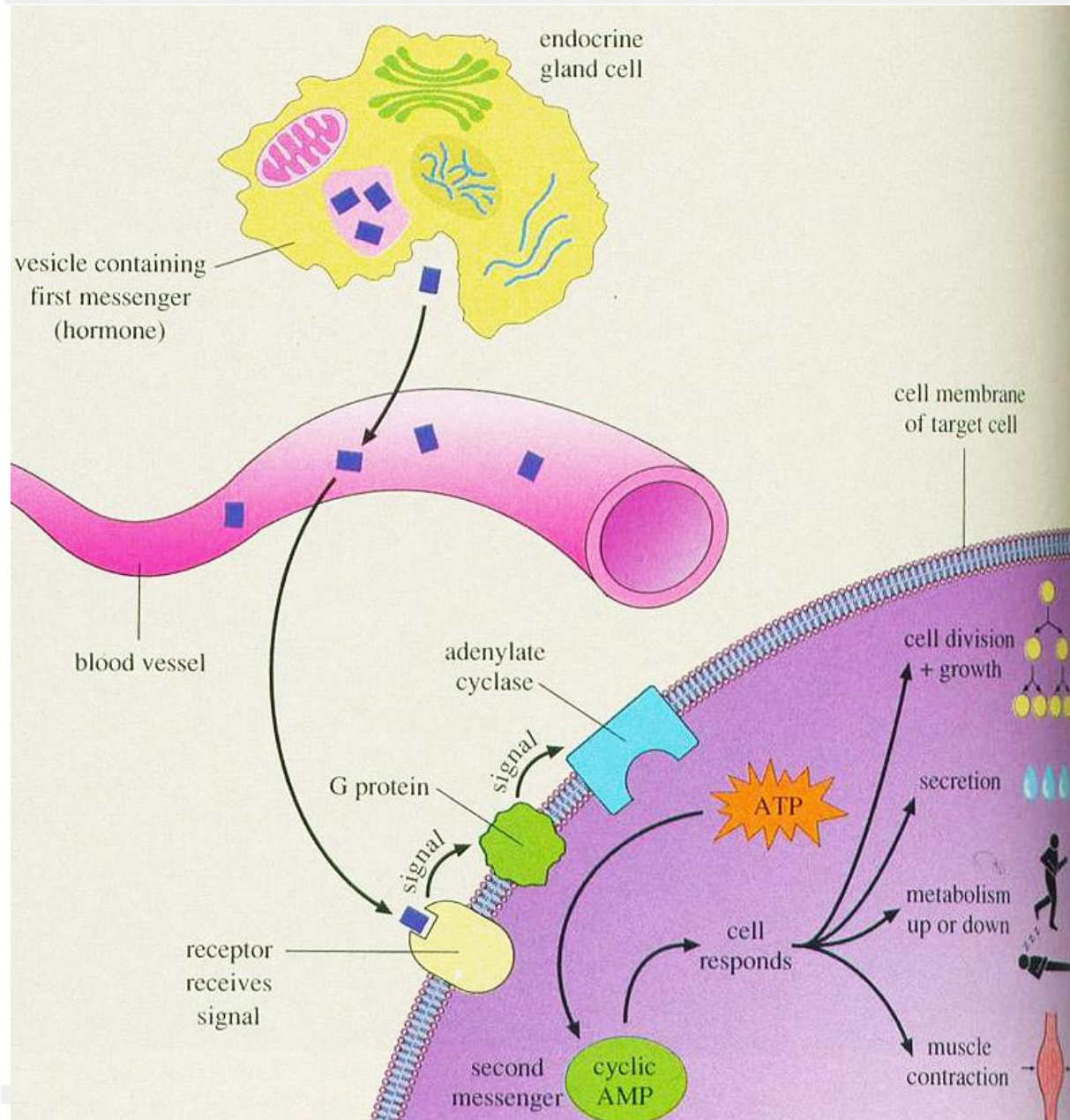
Steroidhormoonid





Rasvlahustuvatel hormoonidel on kestmam mõju, kui mitterasvlahustuvatel

- Steroidid – tunnid kuni päevad
- Prostaglandiin on rasvlahustuv, kuid kestvama mõju saavutamiseks ühineb plasma membraanil oleva retseptoriga



Veeslahustuvad
hormoonid –
peptiidid, valgud,
aminohapete
derivaadid



Veeslahustuvatel hormoonidel on lühiajalisem mõju

- Peptiidid, proteiinid – minutid
- Adrenaliin, noradrenaliin - sekundid

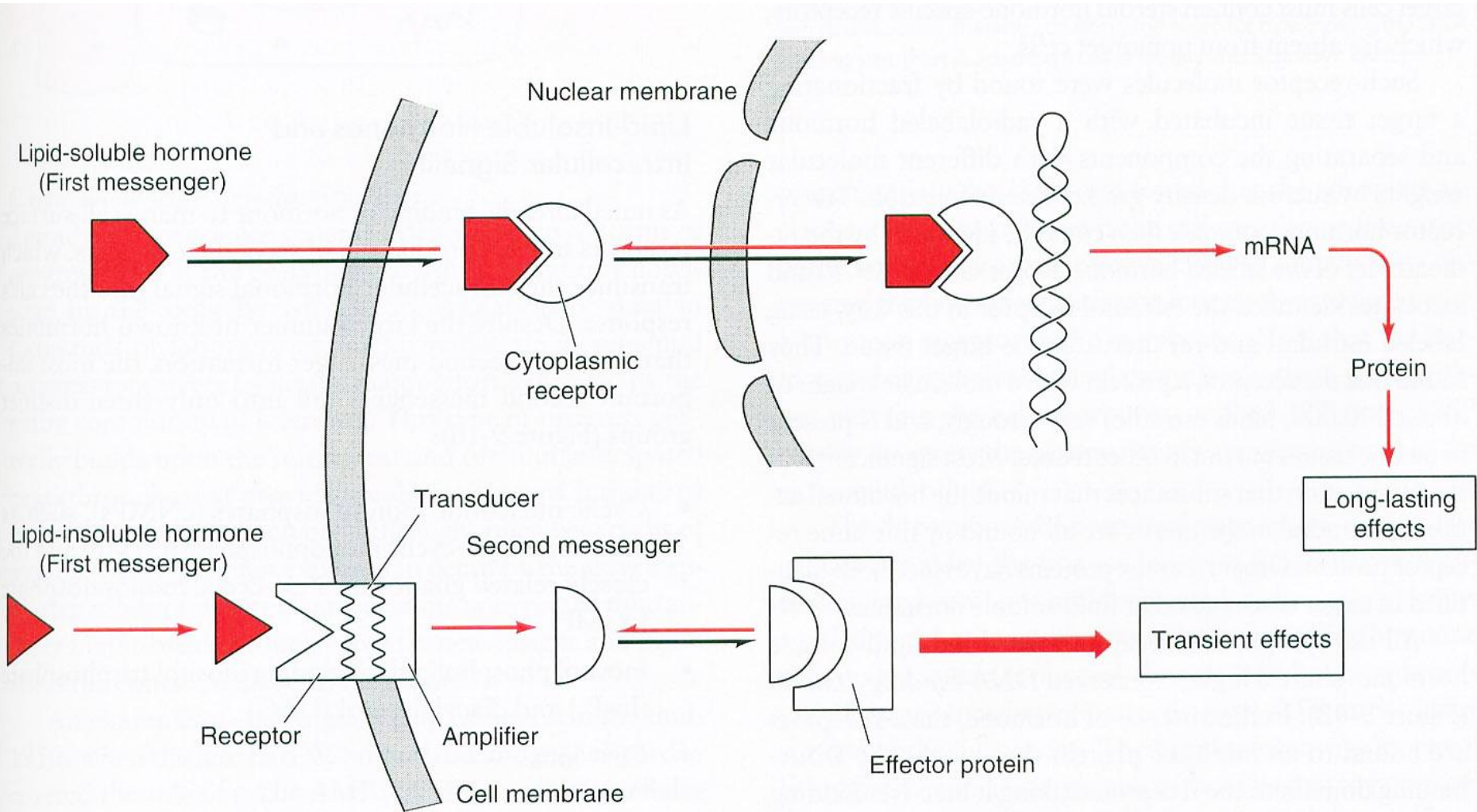


Teisesed signaali edasikandjad (secondary messenger)

- Tsükliline nukleotiid monofosfaat (cNMP), tsükliline adenosiin monofosfaat (cAMP), tsükliline guanosiin monofosfaat (cGMP)
- Inositol fosfolipiidid (inositoltrifosfaat)
- Ca^{2+} ioonid
- Sekundaarse signaali edasikandja idee võttis kasutusele 1950 aastate keskel Earl Sutherland



Earl Sutherland
Vanderbilt University
Medical School

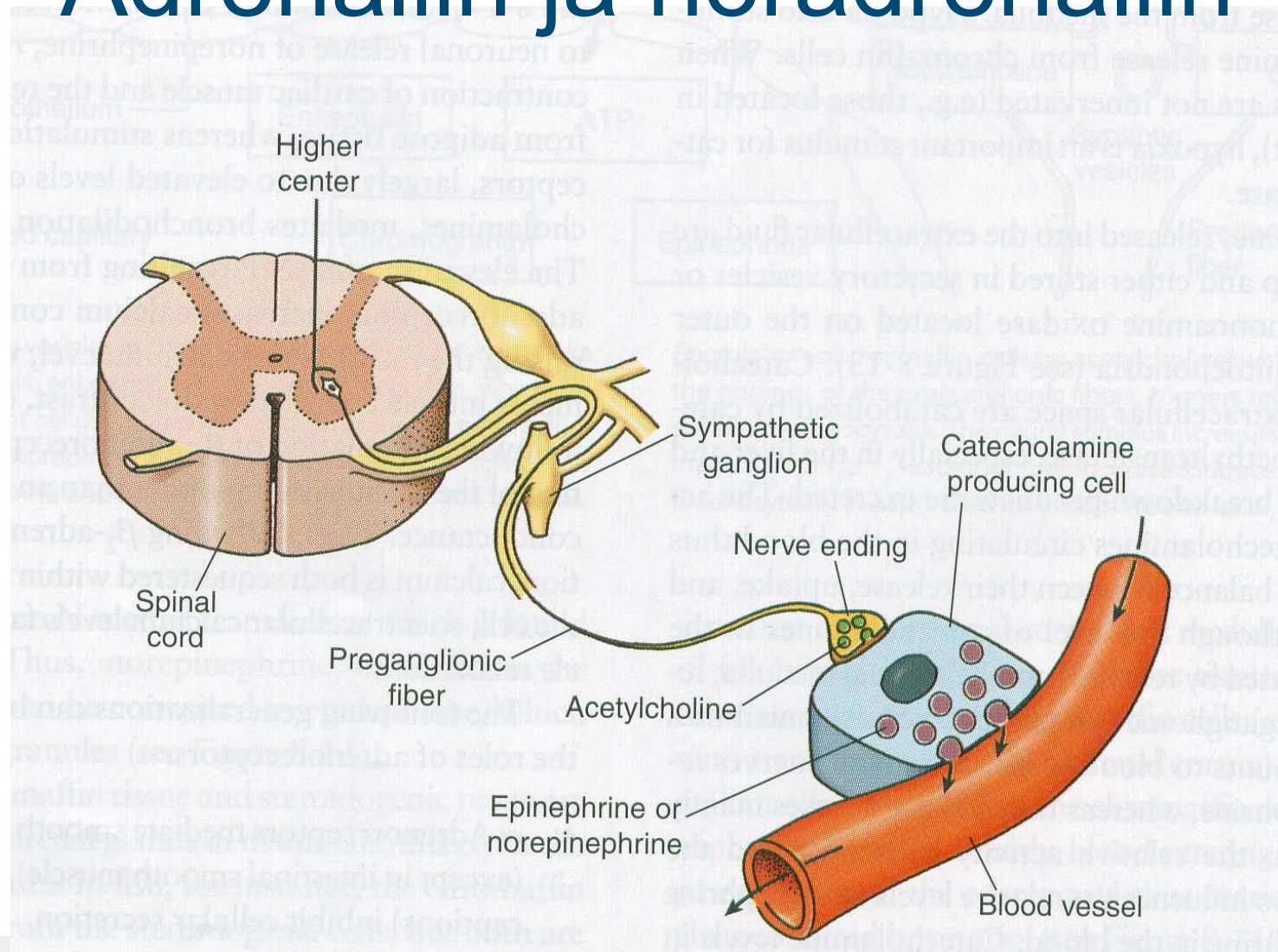




Endokriinsed organid

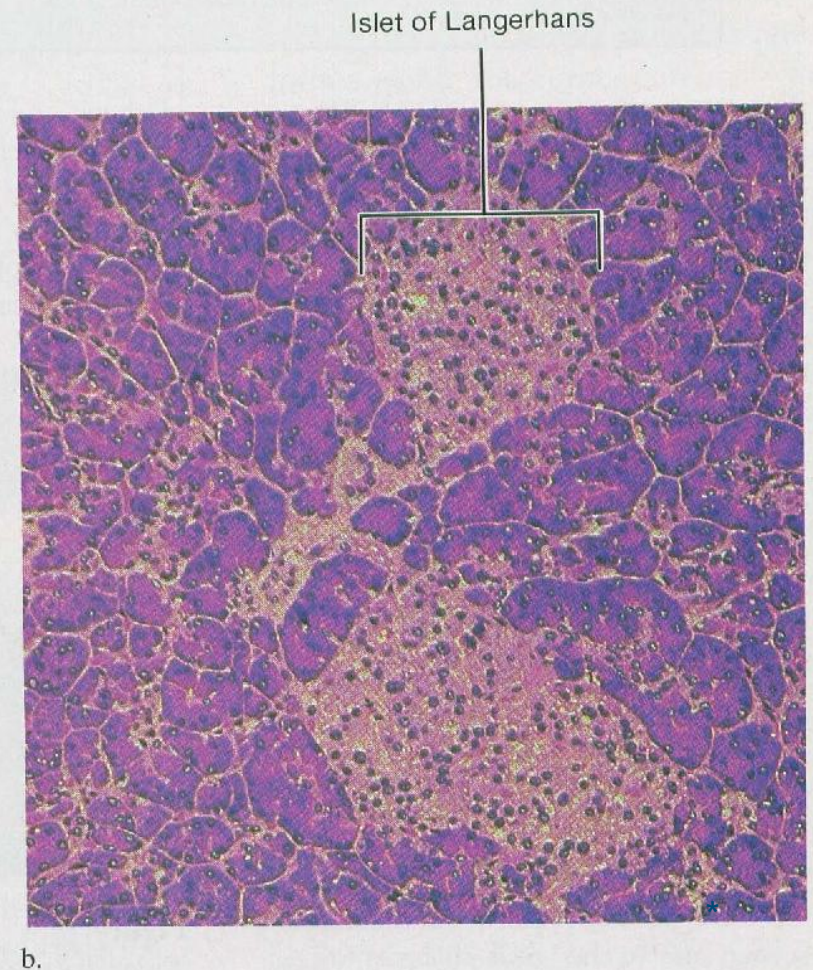
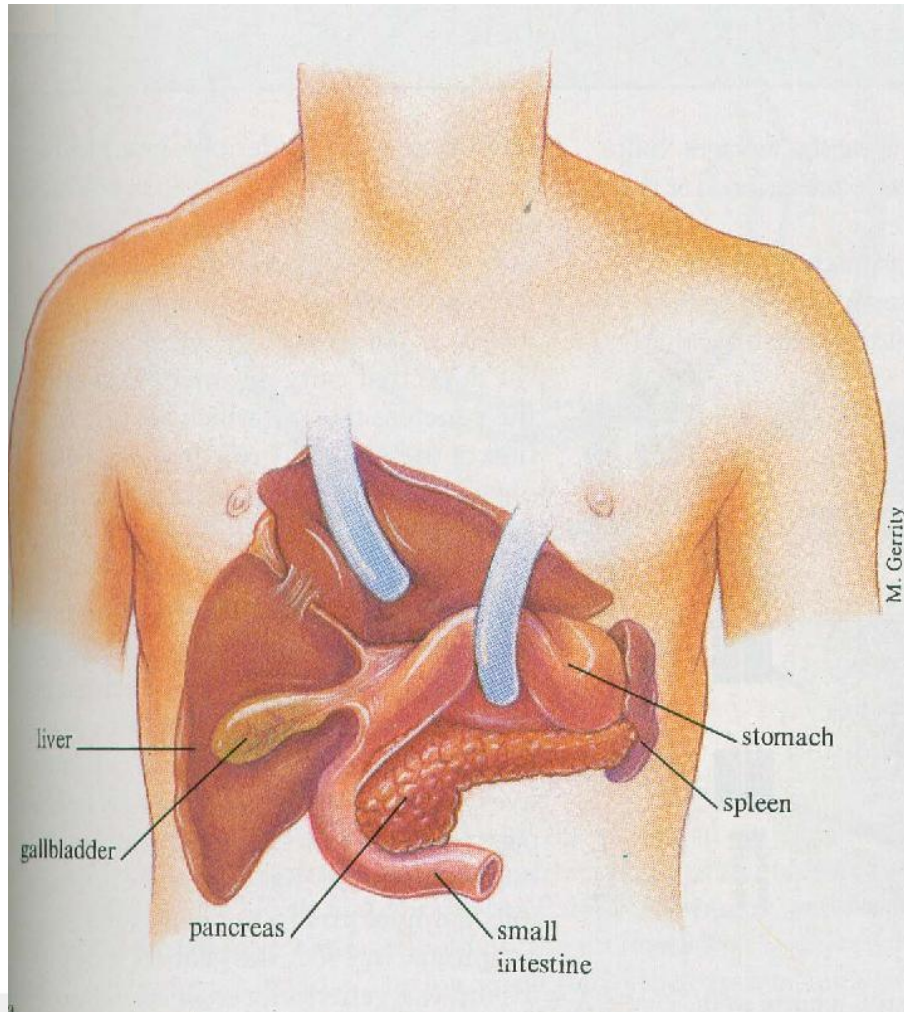


Adrenaliin ja noradrenaliin





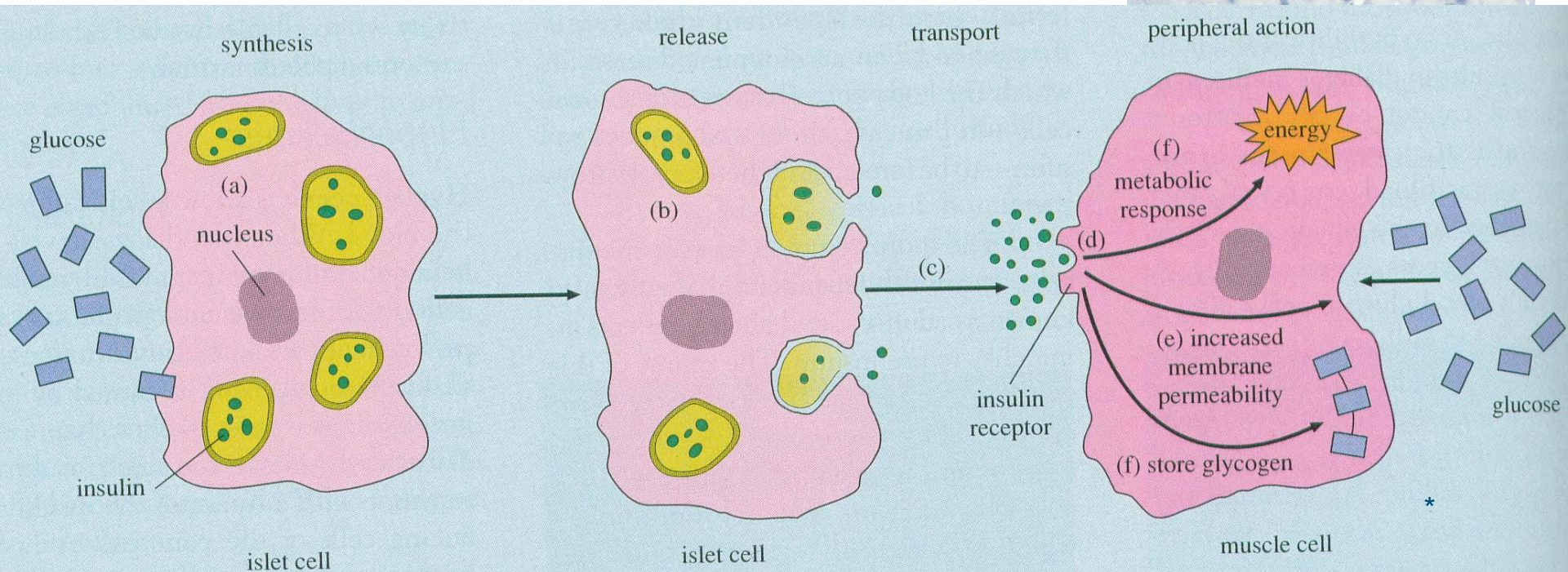
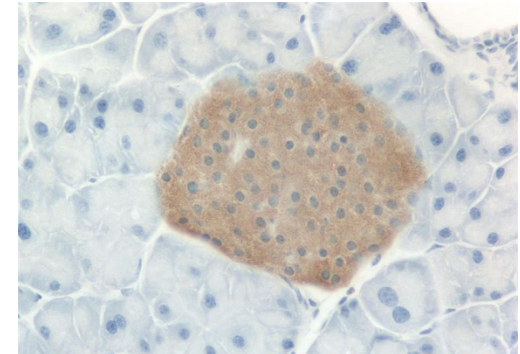
Langerhansi saarekesed





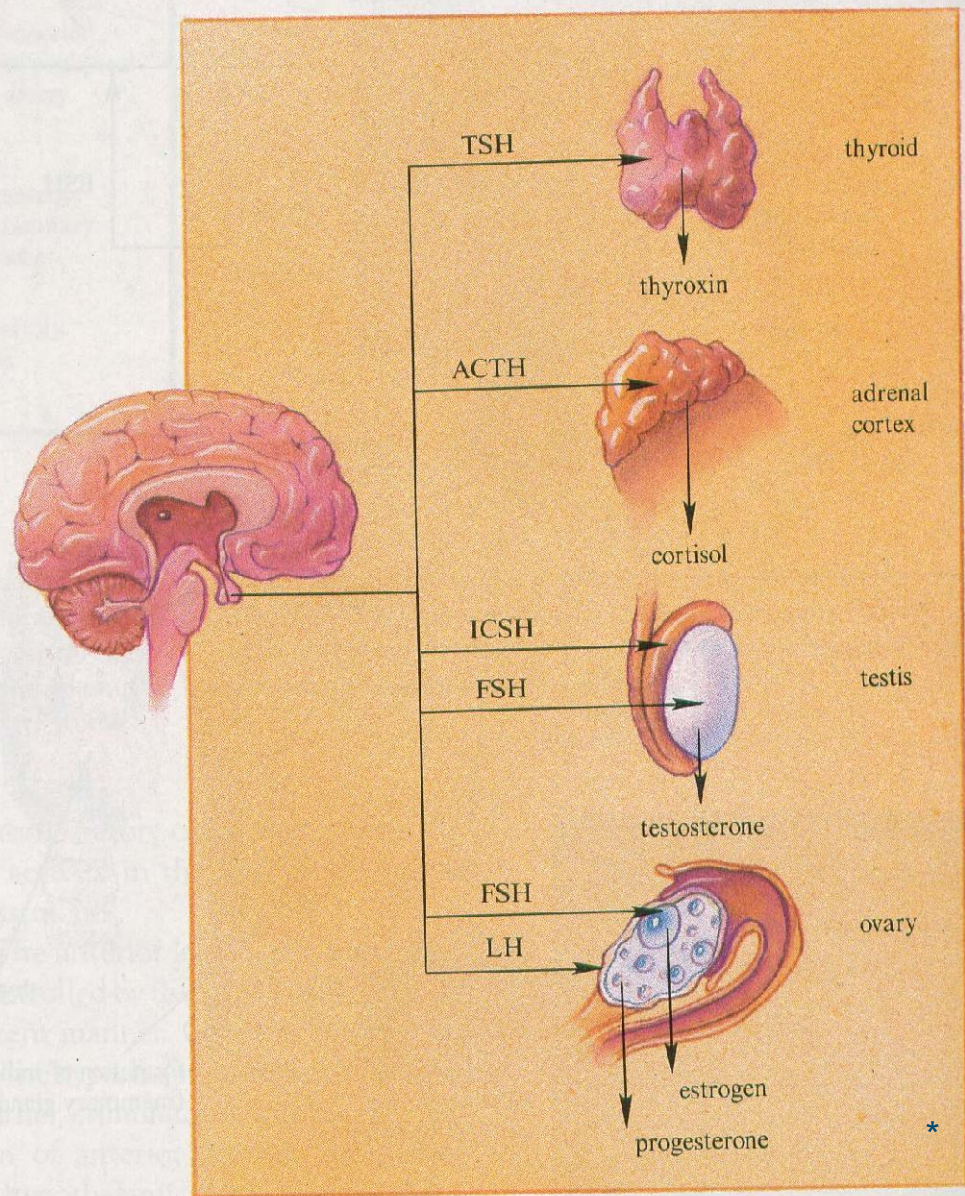
Beta-rakud toodavad insuliini

- Langerhanssi saarekestes





Hüpofüüs ja vabastavad hormoonid





Kasvuhormoon



a.



b.



c.



d.

Figure 19.10

Acromegaly is caused by an overproduction of growth hormone beginning in adulthood. The limb bones are no longer responsive to growth hormone in adulthood, however, the bones of the hands and face are responsive. These bones increase in size considerably, as can be seen by the changes in the facial features of this woman as she ages: (a) 9 years, (b) 16 years, (c) 33 years, (d) 52 years.

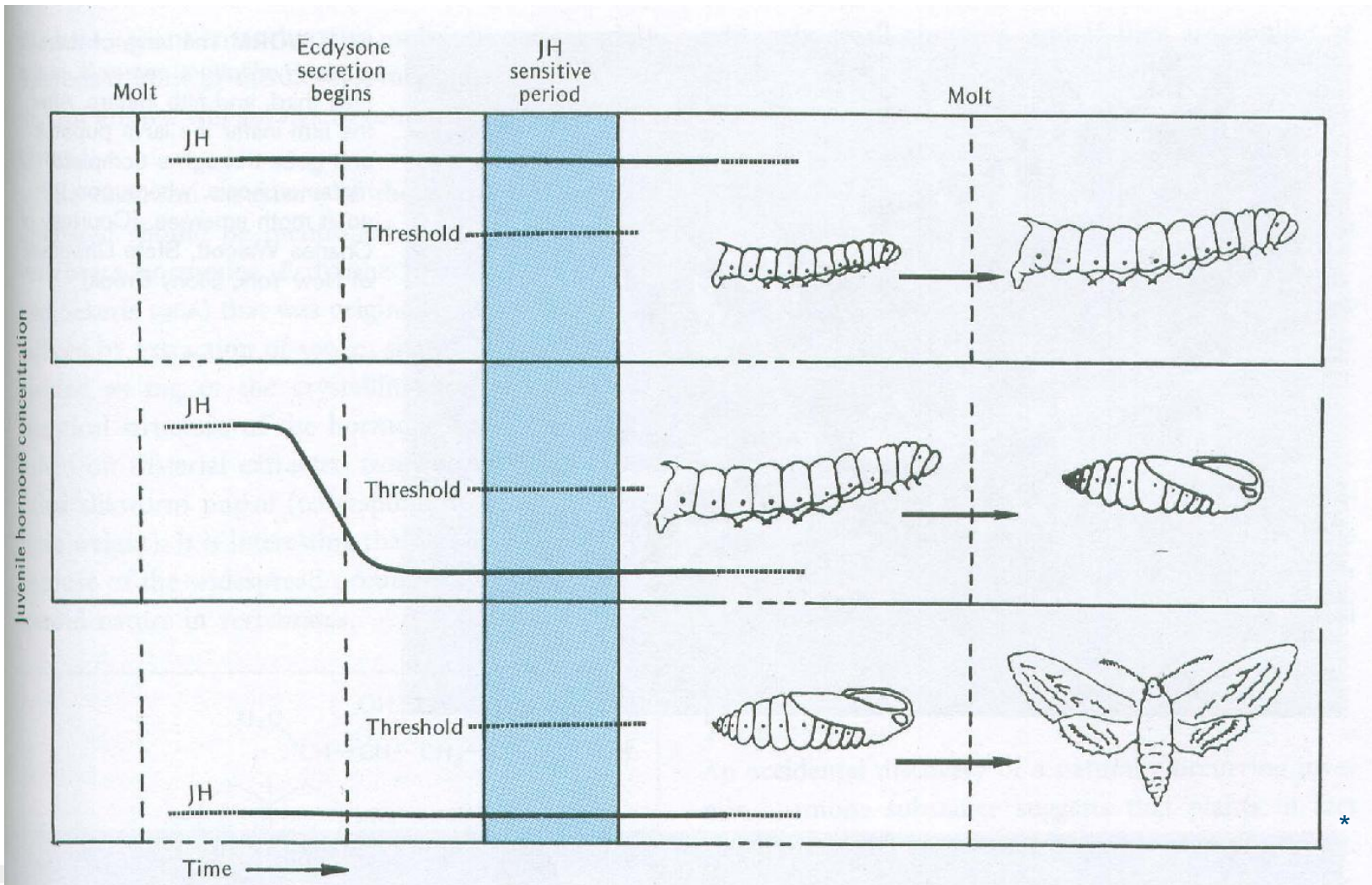


Selgrootute hormoonid

Ektüsoon – osaleb putukate moondes.
Eraldati siidiussidest ja selle hormooni
keemilise koostise määramiseks läks vaja 4 t
siidiusse.



Juveniilhormoon putukatel





Antidiureetiline hormoon verdimevatel putukatel – kiiresti vaja vabaneda liigsest veest

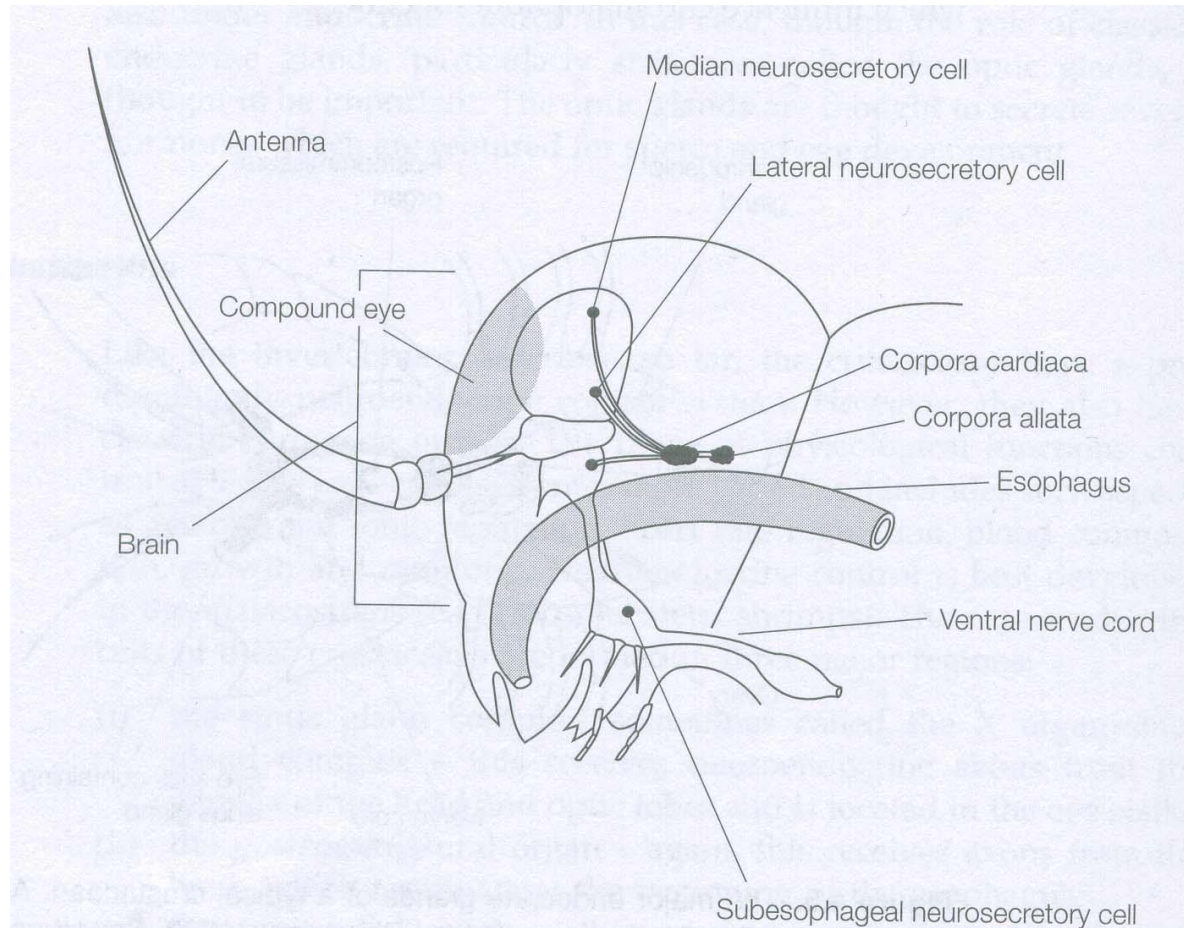


Figure 4.7. A simplified view of the insect nervous and endocrine systems.



Peamised endokriinsed näärmed vähilaadsetel

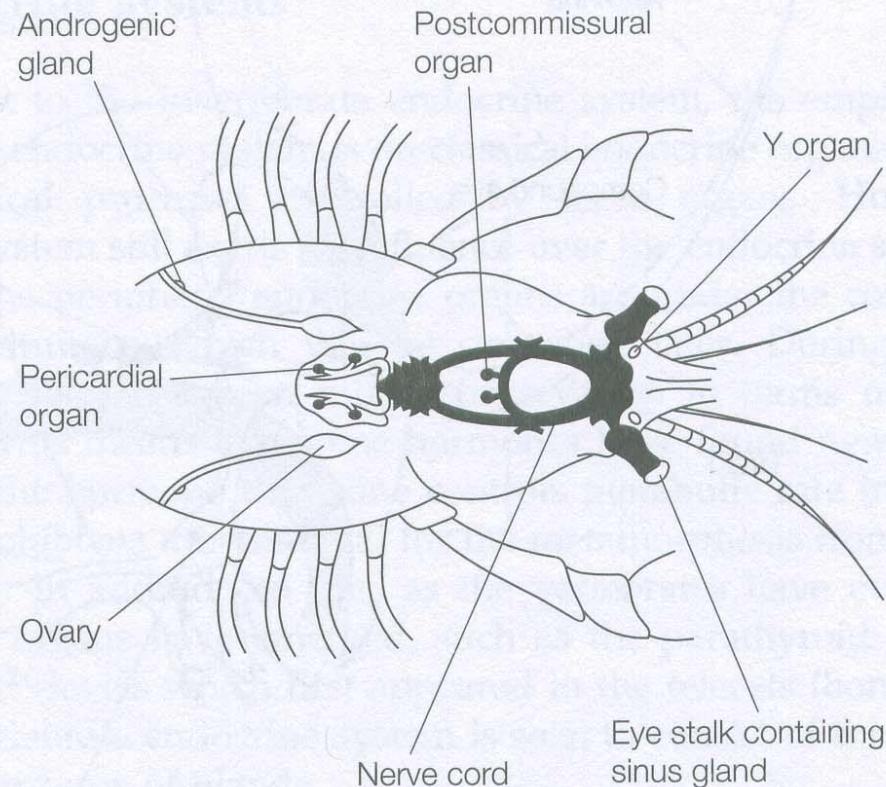


Figure 4.6. The major endocrine glands of a typical crustacean. Adapted from Withers, P., *Comparative Animal Physiology*, 1992, Saunders College Publishing.



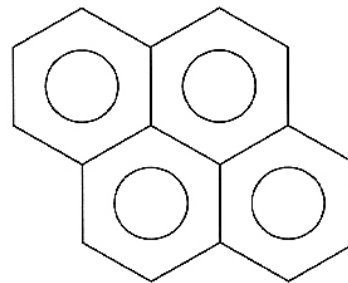
Ökoöstrogeenid ja ökoandrogeenid

- Ained mis imiteerivad suguhormoone ja võivad seonduda vastava retseptoriga ja seda aktiveerida
 - Inglismaal: beebipillid, kalad ja Nature artikkel
- Teised ained nn. antiöstrogeenid võivad tugevalt seonduda vastava retseptoriga ja blokeerivad endogeensete hormoonide mõju
 - kutsub esile organismide maskuliinsemaks muutumist



Orgaaniline reostus mõjutajana

- Organokloriinsed insektitsiidid (DDT, DDE)
- PCB
- PAH



Pyrene
 $C_{16}H_{10}$



- Vitellogeniini induktsioon isastel kaladel ja vähenemine emastel
- Kõhtjalgsete maskuliniseerumine