

Behavioral and Motivational
Mechanisms of the Brain—The
Limbic System and the
Hypothalamus

Dr. Hanna Cakrawati

Penyebab dorongan motivasi, pengendalian motivasi terhadap proses belajar dan perasaan senang dan hukuman → fungsi dilakukan oleh regio basal otak yg disebut sistem limbik (sistem perbatasan)

Functions of the Limbic System

- Behavioral function: the actions or reactions of an organism, usually in relation to the environment.
- Emotional function: the mental and physiological state associated with a wide variety of feelings, thoughts and behavior.
- Motivational function: the set of reasons that determines one to engage in a particular behavior.

SISTEM LIMBIK

- ⊙ “Limbik” → perbatasan (struktur tepi di sekeliling regio basal dari serebrum) → seluruh lintasan neuronal yang mengatur tingkah laku emosi dan dorongan motivasi.

Bagian utama sistem limbik: **Hipotalamus**



- ⊙ Mengatur perilaku
- ⊙ Kondisi internal tubuh
 - Suhu tubuh
 - Osmolaritas cairan
 - Dorongan untuk makan dan minum
 - Pengaturan berat badan



Fungsi vegetatif otak

- ⦿ Sistem limbik memegang peranan penting dalam emosi.
- ⦿ Konsep emosi mencakup perasaan emosional subjektif dan suasana hati (rasa marah, takut, kebahagiaan)
- ⦿ Ditambah respons fisik nyata yang berkaitan dengan perasaan tersebut.

- ◉ Respon tsb mencakup pola-pola perilaku spesifik (persiapan menyerang atau bertahan jika dibuat marah oleh musuh)
- ◉ Ekspresi emosional yang dapat diamati (tertawa menangis, tersipu-sipu malu)
- ◉ Bukti menunjukkan bahwa sistem limbik berperan sentral dalam semua aspek emosi
- ◉ Pola-pola perilaku mencakup pola yang ditujukan bagi kelangsungan hidup individu (menyerang, mencari makan) & yang diarahkan untuk kesinambungan spesies (perilaku sosioseksual yang kondusif untuk perkawinan)

ANATOMI SISTEM LIMBIK DIGAMBARKAN SEBAGAI AREA YANG BERWARNA

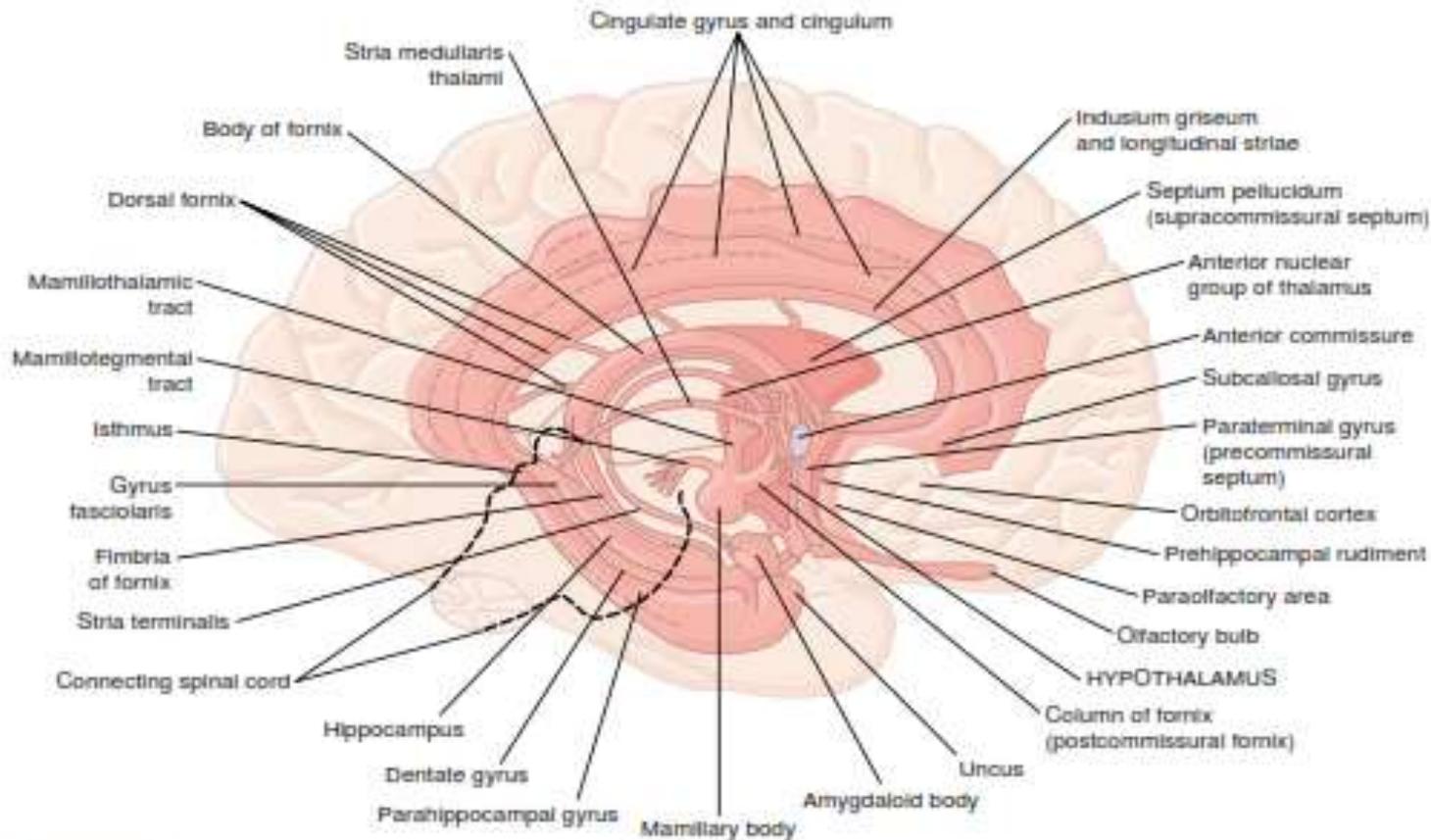
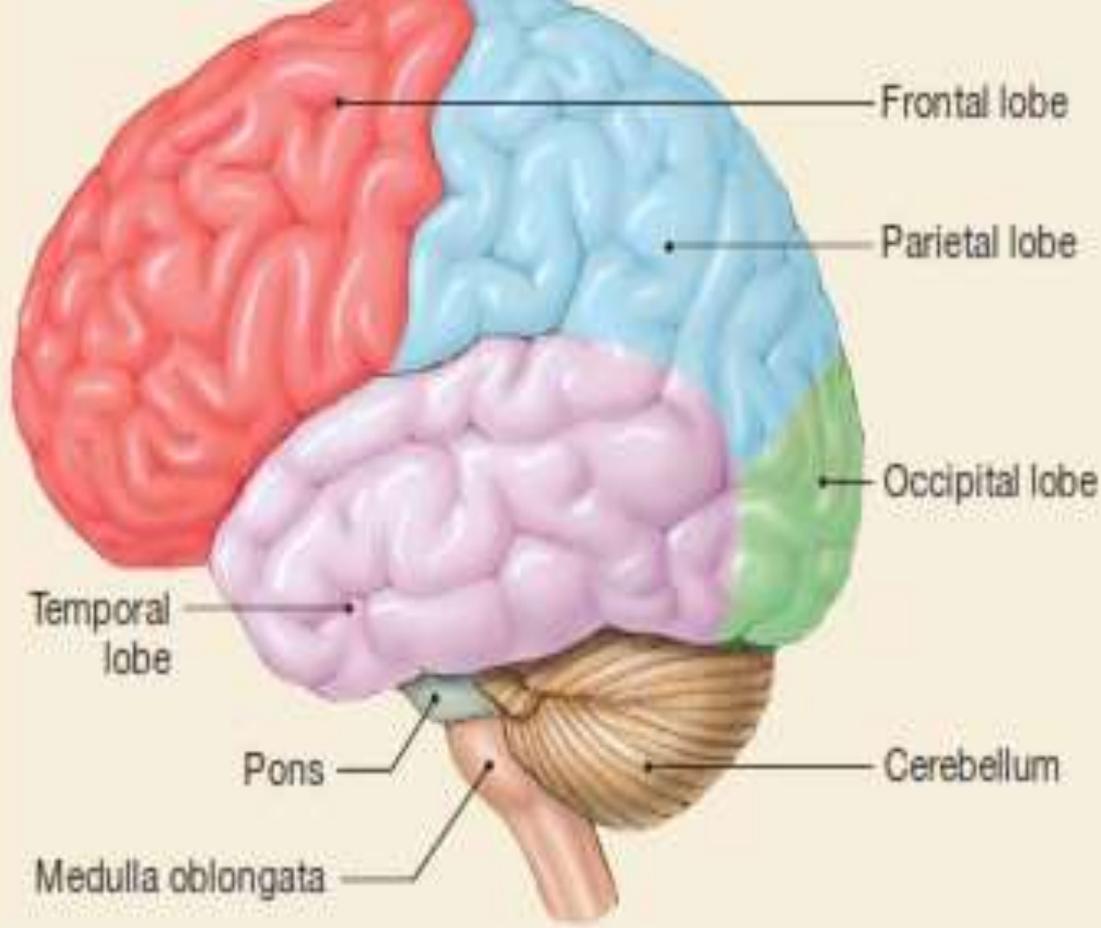
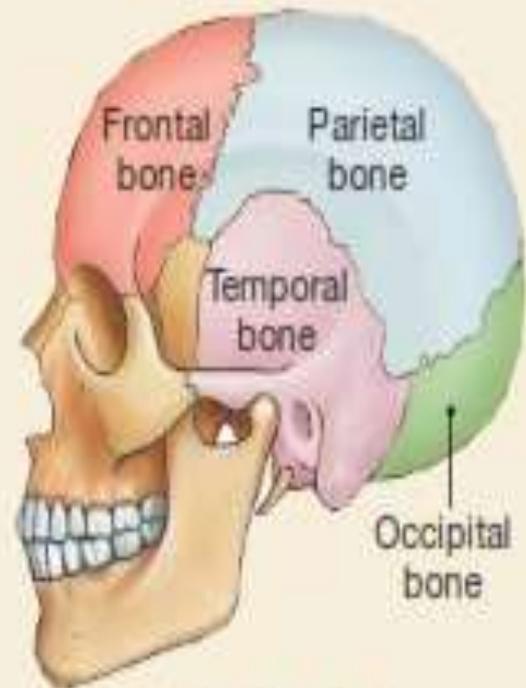


Figure 58-4

Anatomy of the limbic system, shown in the dark pink area. (Redrawn from Warwick R, Williams PL: Gray's Anatomy, 35th Br. ed. London: Longman Group Ltd, 1973.)

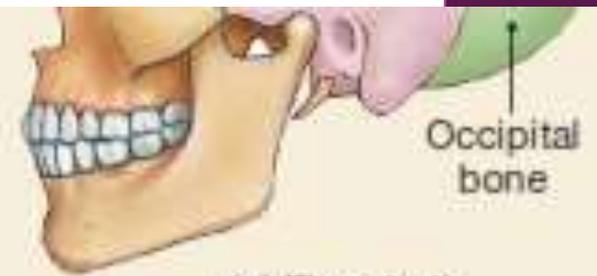
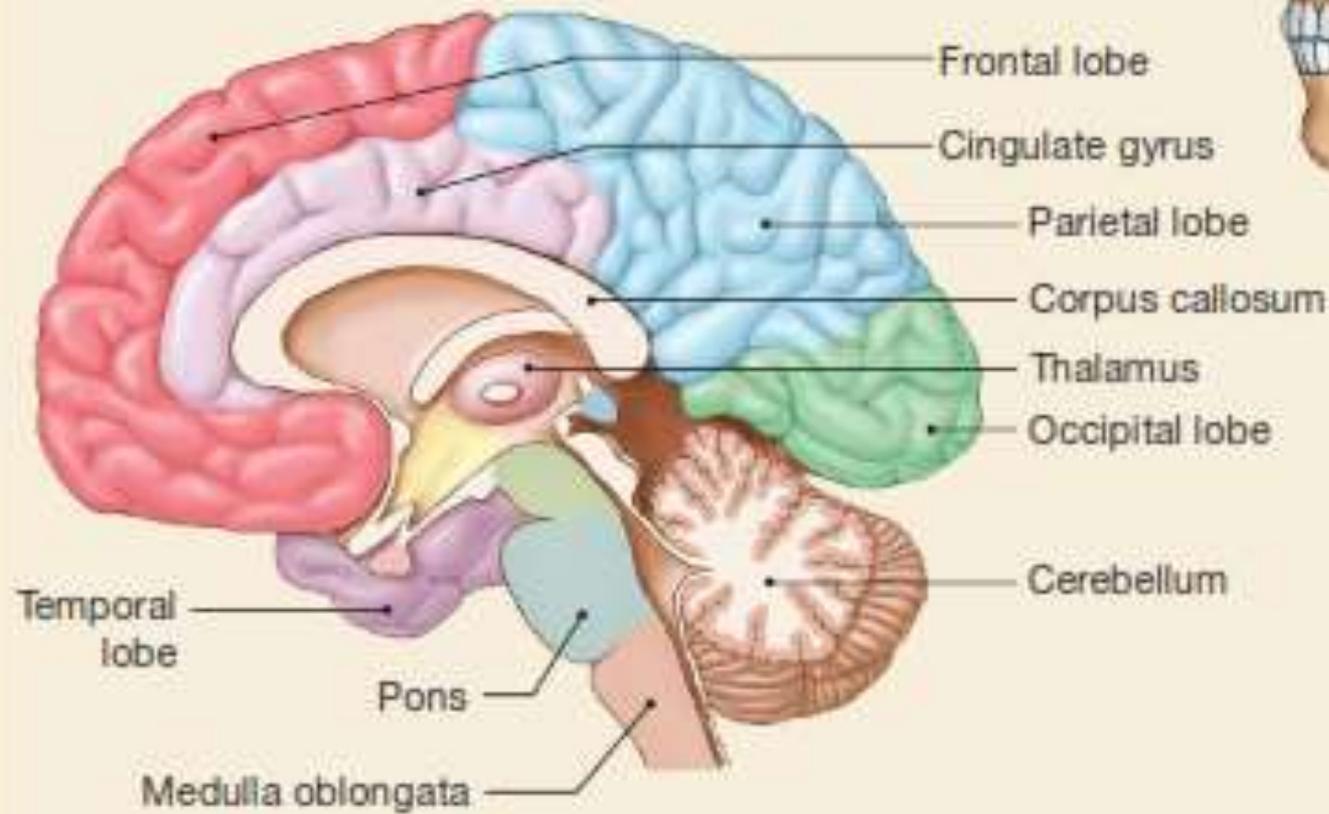


(b) Lateral view of brain

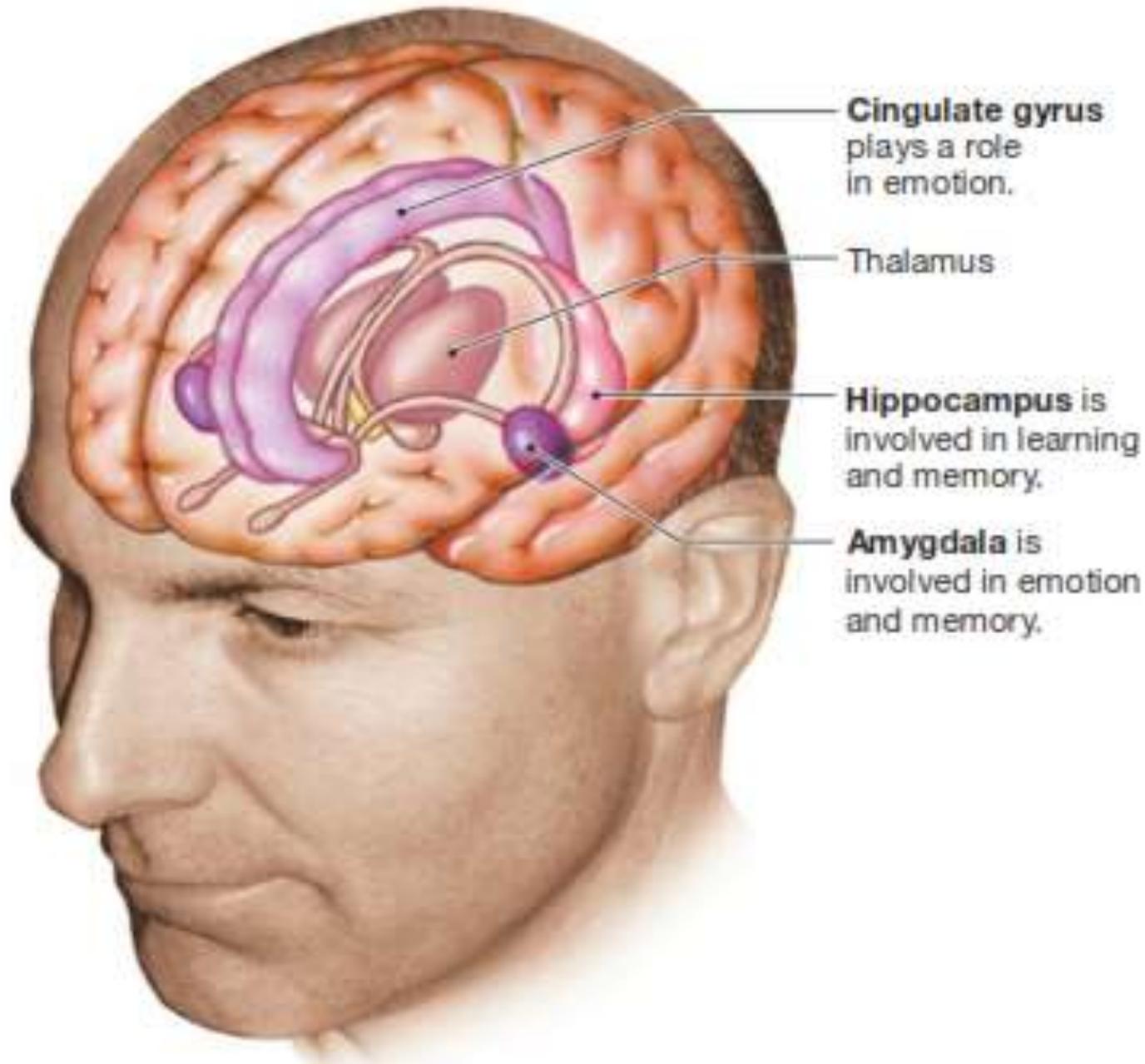


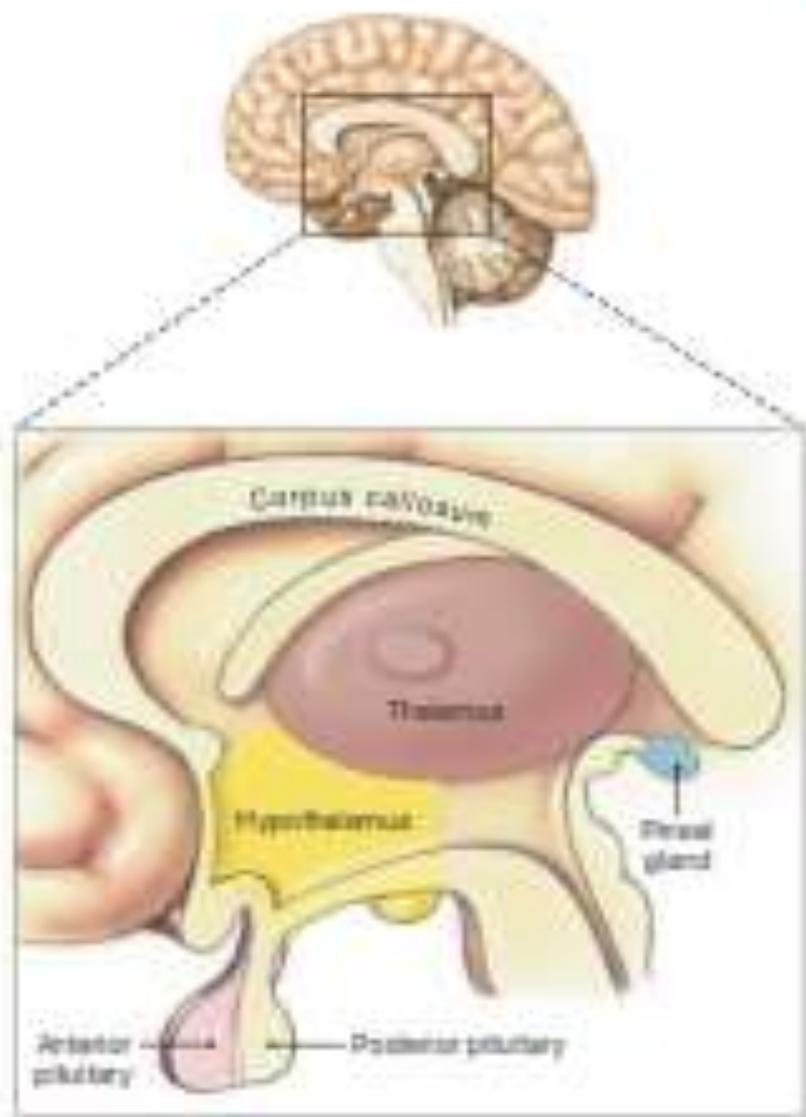
(e) The skull

(b) Lateral view of brain



(e) The skull





● **FIGURE 9-10** The diencephalon. The diencephalon lies between the brain stem and the cerebrum. It consists of thalamus, hypothalamus, pineal gland, and pituitary gland.

ANATOMI FUNGSIONAL SISTEM LIMBIK; PERAN KUNCI HIPOTALAMUS

- ⊙ Sinyal hipotalamus dipakai untuk mengatur sistem saraf otonom
- ⊙ Berkas otak depan bagian medial (Medial forebrain bundle) → **jalur komunikasi penting antara sistem limbik dan batang otak**, menyebar dari regio septum dan orbitofrontal korteks serebri ke bawah melalui bag tengah hipotalamus ke formasio retikularis batang otak.

SISTEM LIMBIK, MEMPERLIHATKAN POSISI KUNCI HIPOTALAMUS

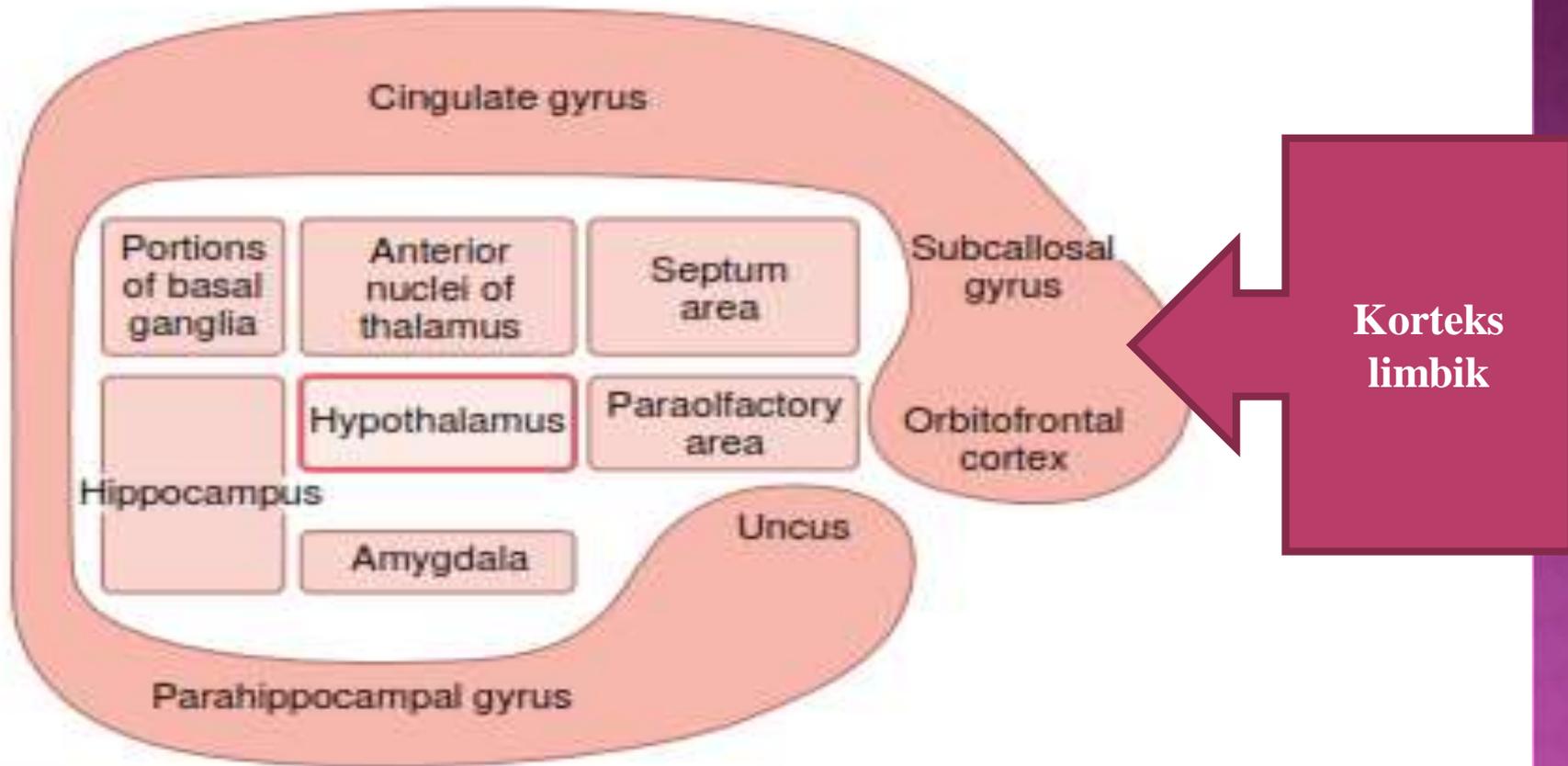


Figure 58-5

Limbic system, showing the key position of the hypothalamus.

HIPOTALAMUS, DAERAH PENGATUR UTAMA UNTUK SISTEM LIMBIK

- ⦿ Berukuran kecil (beberapa sentimeter kubik), < 1% massa otak.
- ⦿ Bagian paling penting dari jaras pengaturan sistemn limbik → Mengatur sebagian besar fungsi vegetatif dan fungsi endokrin tubuh serta emosi.

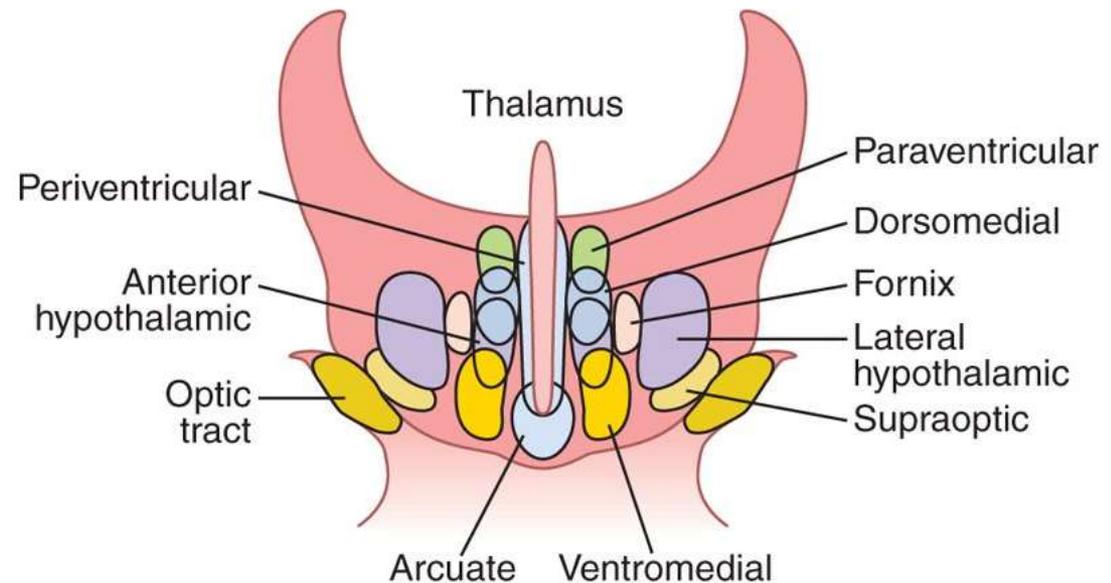
FUNGSI PERILAKU
OLEH HIPOTALAMUS
DAN STRUKTUR LIMBIK
YANG BERKAITAN

- ◉ Hubungan antara *hipotalamus*, sistem *limbik* dan daerah2 kortikal yang lebih tinggi berkenaan dengan **emosi** dan **perilaku** masih belum dipahami dengan jelas.
- ◉ Keterlibatan *hipotalamus* yang luas pada sistem *limbik* bertanggungjawab terhadap respons2 internal involunter berbagai sistem tubuh dalam mempersiapkan tindakan yang sesuai untuk menyertai keadaan emosional tertentu.

FUNGSI PERILAKU DARI HIPOTALAMUS DAN SISTEM LIMBIK YANG BERKAITAN

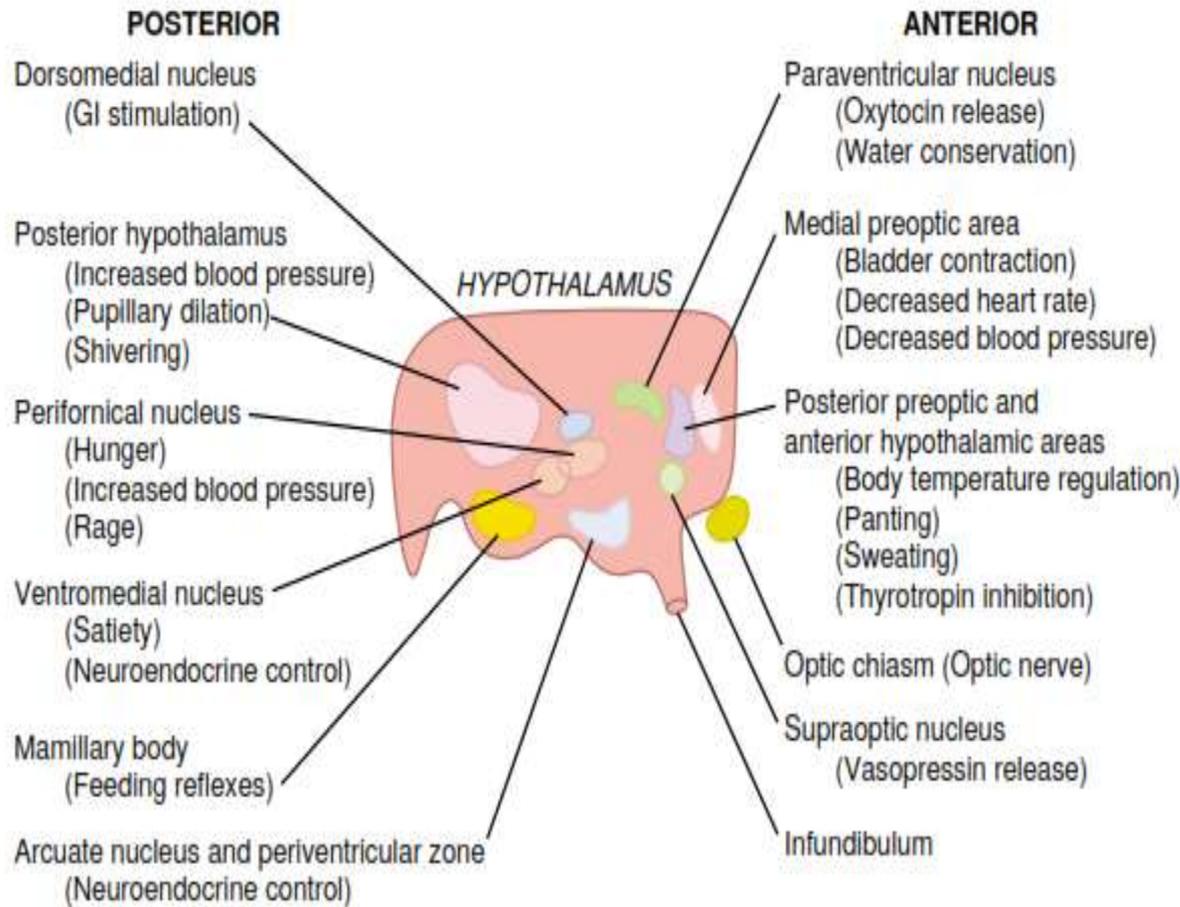
Efek yg disebabkan oleh perangsangan:

- ◉ **Hipotalamus lateral** → rasa lapar, haus, rasa marah, berkelahi.
- ◉ **Nukleus ventromedial** → rasa kenyang, menurun nafsu makan, tenang. (Efek berlawanan).
- ◉ **Zone tipis dari nuklei paraventrikular** → rasa takut dan reaksi terhukum
- ◉ **Hipotalamus anterior dan posterior** → dorongan seksual



Hipotalamus dilihat dari pandangan koronal, memperlihatkan posisi mediolateral dari nuklei hipotalamik yang berurutan

PENGATURAN FUNGSI VEGETATIF DAN FUNGSI ENDOKRIN HIPOTALAMUS-LIMBIK



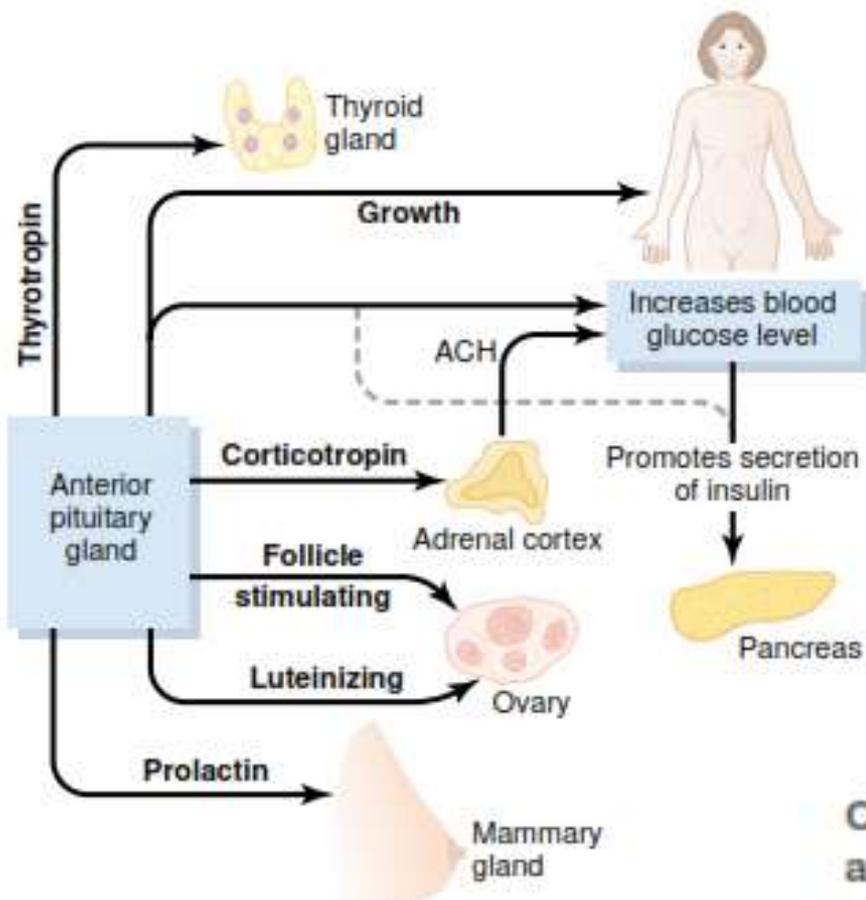


Figure 75-2

Metabolic functions of the anterior pituitary hormones. ACH, adrenal corticosteroid hormones.

Chemical Structures of ADH and Oxytocin

Both oxytocin and ADH (vasopressin) are polypeptides, each containing nine amino acids. Their amino acid sequences are the following:

Vasopressin: Cys-Tyr-Phe-Gln-Asn-Cys-Pro-Arg-GlyNH₂

Oxytocin: Cys-Tyr-Ile-Gln-Asn-Cys-Pro-Leu-GlyNH₂

Note that these two hormones are almost identical

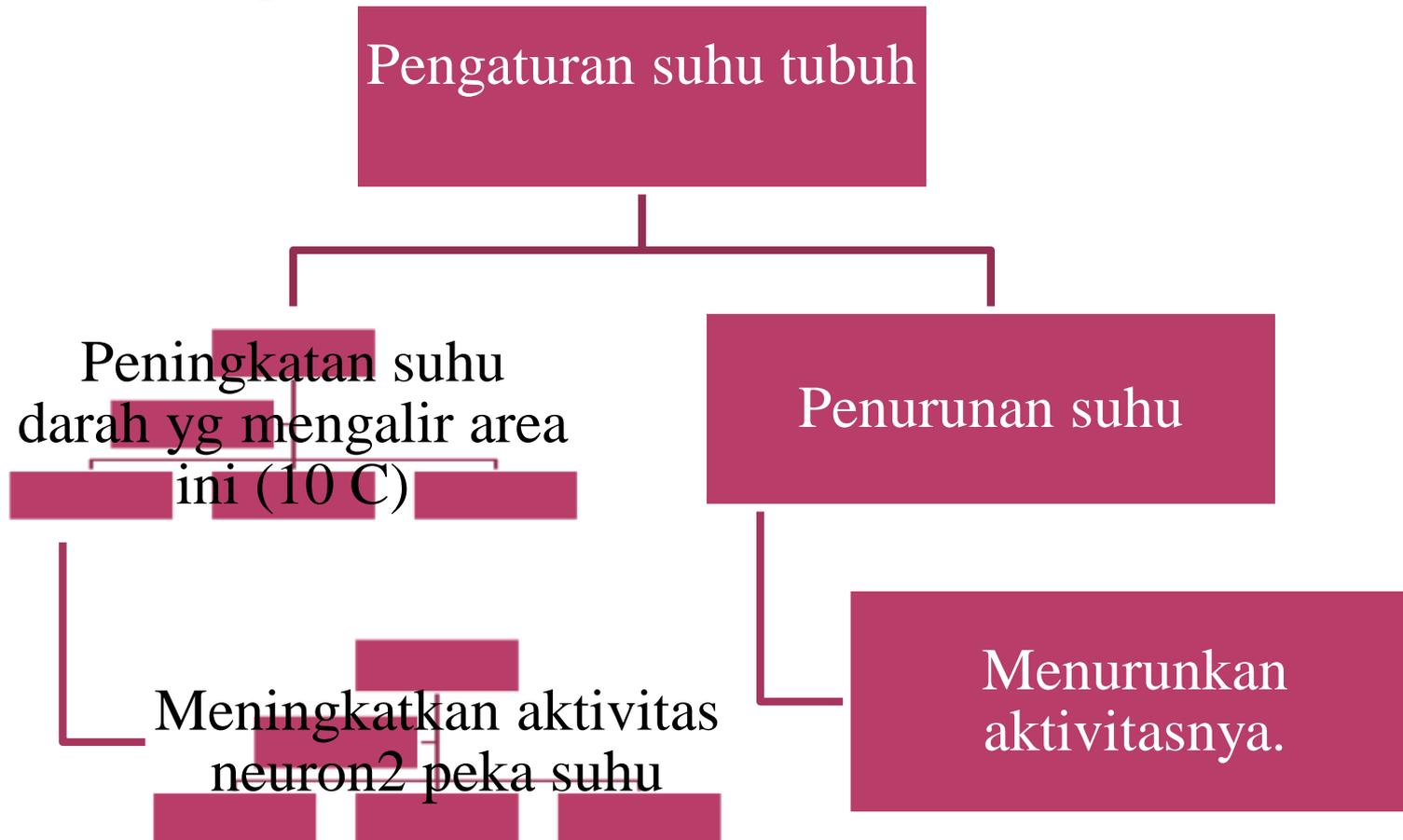
PENGATURAN KARDIOVASKULAR

- ◉ **Hipotalamus bagian posterior dan lateral:**
Meningkatkan tekanan arteri dan frekuensi denyut jantung
- ◉ **Area preoptik:**
Menyebabkan penurunan frekuensi denyut jantung dan tekanan arteri

PENGATURAN SUHU TUBUH

- ⊙ *Anterior hipotalamus* khususnya *area preoptik* (area preoptik-hipotalamus anterior):

Pusat pengaturan suhu tubuh



Area preoptik
dipanaskan



Kulit di seluruh
tubuh segera
mengeluarkan
banyak keringat



Pembuluh darah
kulit di seluruh
tubuh berdilatasi



Suhu tubuh
kembali normal.



Mekanisme
menghilangkan
panas tubuh

PENGATURAN CAIRAN TUBUH

Hipotalamus mengatur cairan tubuh melalui:

- ⊙ Mencetus sensasi haus → *hipotalamus lateral* (**pusat rasa haus**) dgn rangsangan elektrolit cairan sangat pekat
- ⊙ Mengatur ekskresi air ke dalam urin → *nuklei supraoptik*. Cairan tubuh sangat pekat → neuron2 terangsang → serat saraf dari neuron di proyeksikan ke bawah melalui *infundibulum hipotalamus* ke *kelenjar hipofisis posterior* → sekresi hormon ADH (vasopresin) bekerja pada duktus koligens.

PENGATURAN PUSAT HAUS

Table 28–3

Control of Thirst

Increase Thirst

- ↑ Osmolarity
- ↓ Blood volume
- ↓ Blood pressure
- ↑ Angiotensin

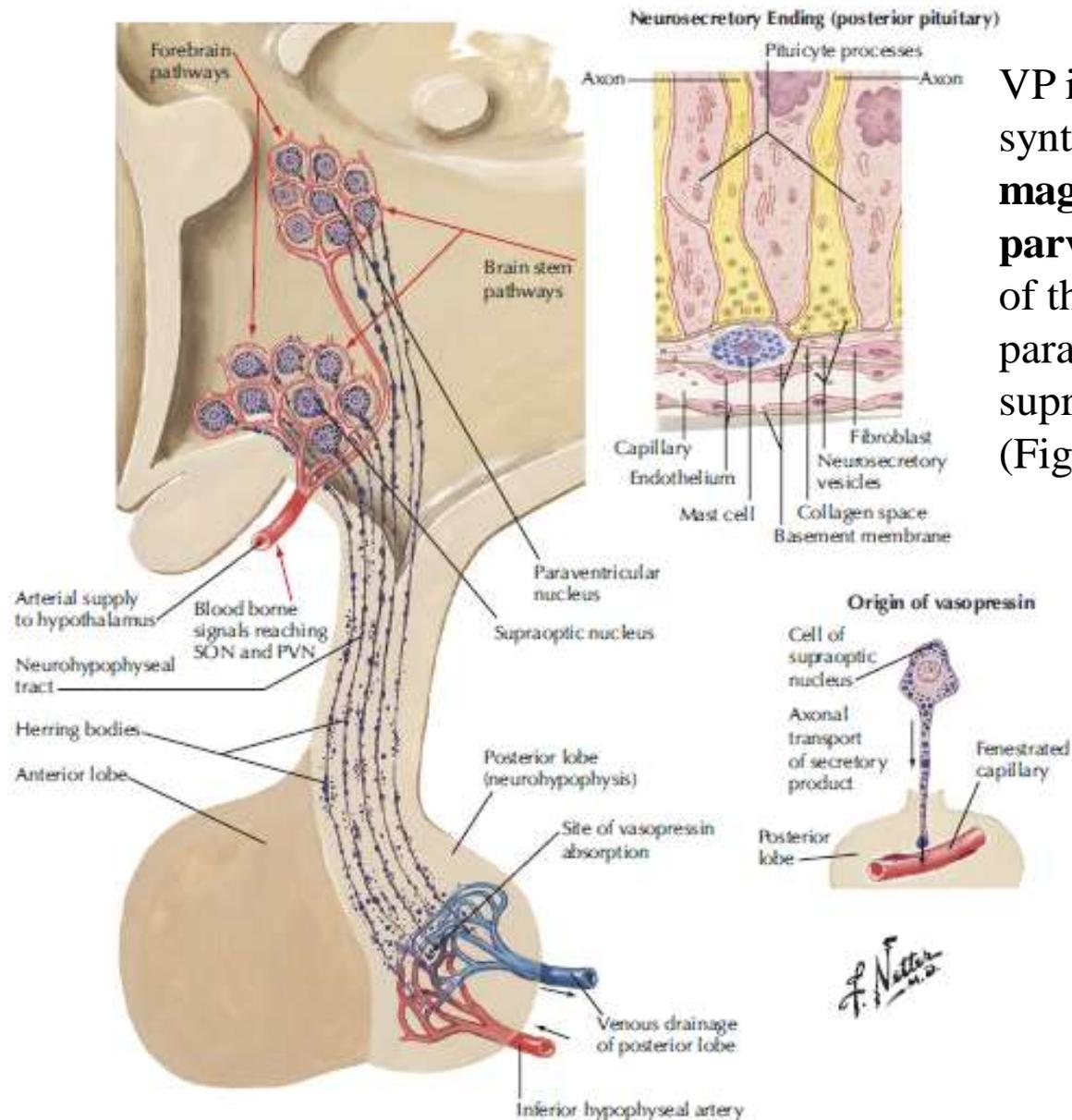
Dryness of mouth

Decrease Thirst

- ↓ Osmolarity
- ↑ Blood volume
- ↑ Blood pressure
- ↓ Angiotensin II

Gastric distention

SINTESIS



VP is synthesized in the **magnocellular** and **parvocellular neurons** of the hypothalamic paraventricular and supraoptic nuclei (Fig 1).

Fig 1. VP is synthesized in the magnocellular and parvocellular neurons of the hypothalamic paraventricular and supraoptic nuclei. It is transcribed as a larger prohormone with the carrier protein neurophysin, and it is cleaved into its final form while in transit via the supraoptic-hypophyseal tract to secretory granules in the posterior pituitary gland. Upon stimulation, VP is released from its storage granules and rapidly enters the bloodstream via the well-vascularized posterior pituitary capillary bed, which is devoid of a blood-brain barrier. (Netter medical illustration used with permission of Elsevier. All rights reserved.) (Color version of figure is available online.)

PENGATURAN KONTRAKTILITAS UTERUS DAN PENGELUARAN AIR SUSU OLEH PAYUDARA

- ⊙ Perangsangan *nuklei paraventrikuler* → hormon oksitosin → meningkatkan kontraktitas uterus dan sel mioepitelial yg mengelilingi alveoli payudara → alveoli mengosongkan asi melalui puting susu.
- ⊙ Akhir masa kehamilan → sekresi oksitosin meningkat → membantu memulai persalinan
- ⊙ Bayi menghisap puting susu → sinyal ke hipotalamus → hipofie posterior → pelepasan oksitosin.

PENGATURAN GASTROINTESTINAL DAN HASRAT MAKAN

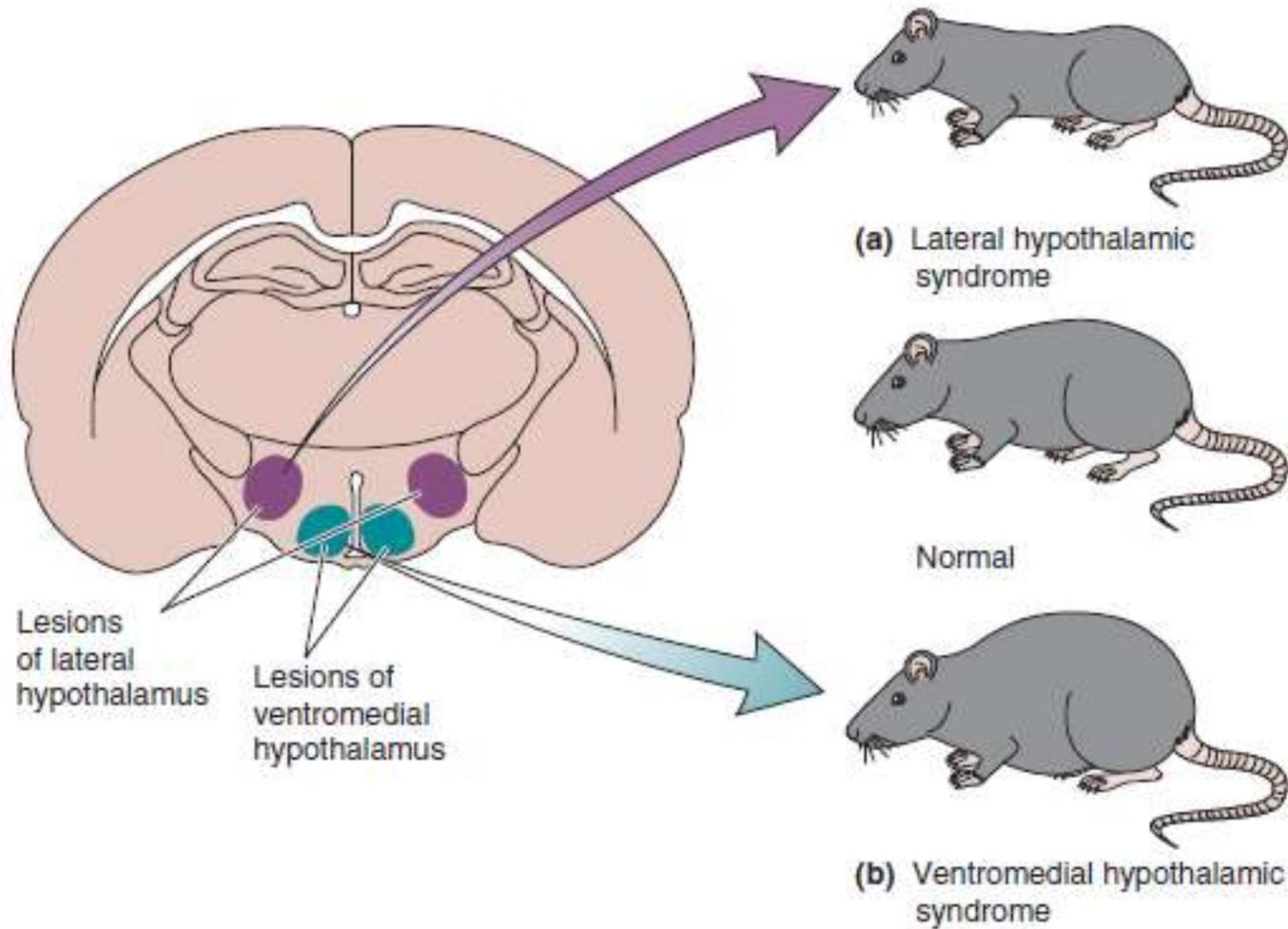
- ◉ *Area hipotalamus lateral* → rasa lapar (rakus = *hiperfagia*) → membangkitkan dorongan motorik untuk mencari makan. Rusak → hilang nafsu makan, pengurusan dan perlemahan tubuh (*inanisi*) dan dpt menyebabkan kematian karena lapar. Pengurangan berat badan, kelemahan otot dan penurunan metabolisme.
- ◉ *Nuklei ventromedialis hipotalamus* → Pusat kenyang. Menolak makan (= *afagia*)
- ◉ *Badan mamilaris* → mengatur sebagian pola dari sekian banyak refleks makan ex: menjilat-jilat bibir dan menelan.

EFEK YANG DISEBABKAN
OLEH LESI
HIPOTALAMUS

EFEK YANG DISEBABKAN OLEH LESI HIPOTALAMUS

- ⊙ **Lesi bilateral *hipotalamus lateral*** → mengurangi nafsu makan dan minum (bahkan hilang sama sekali!) dan hilangnya sebagian besar dorongan bertindak.
- ⊙ Lesi bilateral ***area ventromedial hipotalamus*** → menimbulkan hasrat makan dan minum yg berlebihan dan keadaan hiperaktif dan sering menjadi buas disertai keinginan menyerang walaupun mendapat provokasi ringan.

LESI HIPOTALAMUS



MOTIVASI

MOTIVASI

- ⊙ Kemampuan untuk mengarahkan perilaku untuk mencapai tujuan spesifik.
- ⊙ Untuk memenuhi kebutuhan fisik spesifik terkait homeostasis.

⊙ **Dorongan homeostatis** → dorongan subyektif yg berkaitan dgn kebutuhan tubuh tertentu yg memotivasi timbulnya perilaku yg sesuai untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

Ex: sensasi haus → minum (pemuasan homeostasis).
air? Minuman ringan? Minuman lain (soda)?

Banyak perilaku manusia tdk tergantung murni pada **dorongan homeostasis**.



Perilaku manusia dipengaruhi oleh pengalaman, belajar, dan kebiasaan, dibentuk dlm kompleks kepuasan pribadi bercampur ekspektasi budaya

- ⊙ Belum diketahui sampai tahap apa, jika ada, dorongan motivasional yg **tidak berkaitan dgn homeostasis**, mis dorongan untuk mengejar suatu karir berkaitan dgn efek memperkuat dari pusat-pusat **penghargaan dan penghukuman**.
- ⊙ Berkarir Memenangkan lomba....terlibat dalam pusat tsb ?

FUNGSI “GANJARAN” DAN
FUNGSI “HUKUMAN”
SISTEM LIMBIK

- Beberapa struktur limbik berhubungan dgn sifat-sifat *afektif* dari sensasi sensoris → *sensasi menyenangkan* atau yang *tidak menyenangkan*.
- Kualitas *afektif* juga disebut → *ganjaran* atau *hukuman* ; atau *kepuasan* atau *antipati*

Perangsangan area limbik tertentu

```
graph LR; A[Perangsangan area limbik tertentu] --> B[Rasa senang atau puas]; A --> C["Rasa panik, rasa nyeri, rasa takut, usaha mempertahankan diri, reaksi menghindar dan elemen hukuman lainnya."];
```

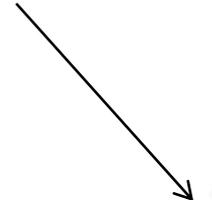
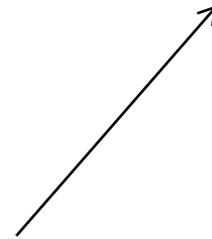
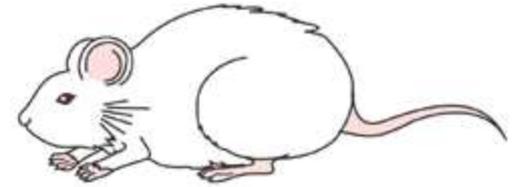
Rasa senang atau puas

Rasa panik, rasa nyeri, rasa takut, usaha mempertahankan diri, reaksi menghindar dan elemen hukuman lainnya.

Pusat penghargaan banyak terdapat di regio yg terlibat dalam mediasi perilaku makan, minum, dan aktivitas seksual, yang memiliki motivasi tinggi.

Stimulus

Pusat “penghargaan” dan “hukuman”



Percobaan

Sebuah pengungkit ditempatkan pd salah satu sisi kurungan
Bila pengungkit di tekan, timbul kontak listrik
dgn alat stimulator



Technique for localization reward and punishment centers in the brain of a monkey

Table 15-1. Areas Where Stimulation Leads to Repeated Bar Pressing.

Ventral tegmentum

Medial forebrain bundle

Nucleus accumbens

Frontal cortex

Stimulus area ganjaran

Senang, puas, dan tenang



Lupa makan...?!

Stimulus area hukuman

Tidak senang, panik, takut



Berusaha mematikan kontak listrik

PUSAT GANJARAN

- Reward function:

- Lateral and ventromedial nuclei of hypothalamus; 
- This is the center that is said to mediate pleasure or allow reward.

Diberi rangsangan yg lebih kuat → rasa marah (rasa hukuman)

Pusat ganjaran yang kurang peka dalam hipotalamus:

- ◉ Septum
- ◉ Amigdala
- ◉ Beberapa area tertentu dalam talamus
- ◉ Ganglia basalis
- ◉ Tegmentum basal dari mesensefalon

PUSAT HUKUMAN

- Punishment function:
 - in central gray area surrounding the aqueduct of Sylvius in mesencephalon and extending upward into periventricular zones of hypothalamus.
 - Stimulation in the punishment centers can frequently inhibit the reward and pleasure centers, demonstrating that *punishment and fear can take precedence over pleasure and reward.*
 - ◉ Rasa terhukum dan rasa takut dapat terjadi mendahului rasa senang dan rasa ganjaran

RASA MARAH-HUBUNGANNYA DENGAN PUSAT RASA TERHUKUM

- Perangsangan kuat pada pusat terhukum di otak (zona periventrikular hipotalamus dan hipotalamus lateral → membangun sikap mempertahankan diri, mengeluarkan cakar, mengangkat ekor, mendesis, meludah, menggeram, mendirikan bulu-bulu tubuh, membuka matanya lebar-lebar dan melebarkan pupil. → gangguan ringan dapat menyebabkan hewan ingin menyerang dgn buas



Hewan yang menerima hukuman begitu kejamnya



Sinyal inhibisi:
Ventromedial
hipotalamus

Pola rasa marah

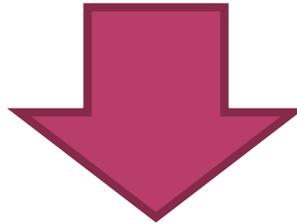
Girus singuli
anterior dan
girus
subkalosum

KETENANGAAN DAN KEJINAKAN

- ◉ Bila pusat rasa ganjaran dirangsang → timbul ketenangan (placidity) dan kejinakan (tameness)

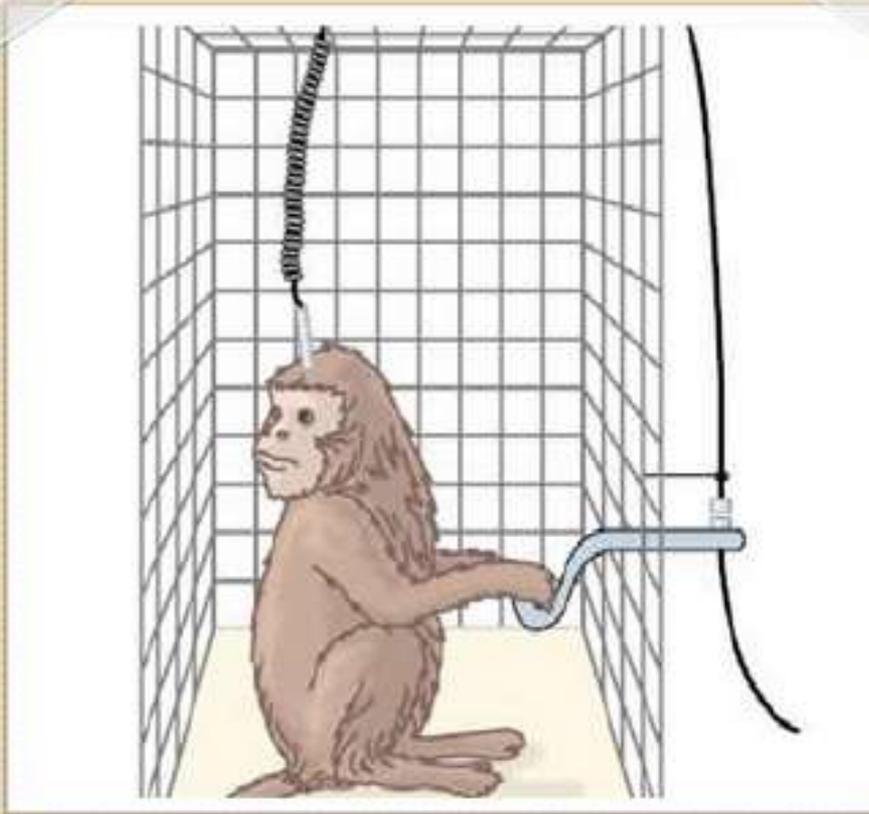
MAKNA RASA GANJARAN ATAU TERHUKUM PADA PERILAKU

- ⊙ Mendapat **ganjaran** → akan meneruskan tindakan tersebut
- ⊙ Mendapat **hukuman** → akan menghentikan tindakan tersebut



Rasa ganjaran dan rasa terhukum merupakan salah satu pengendali penting untuk seluruh aktivitas tubuh, hasrat, rasa enggan dan motivasi.

KESIMPULAN: MAKNA GANJARAN ATAU HUKUMAN PADA PROSES BELAJAR DAN MEMORI- HABITUASI ATAU PENGUATAN



Technique for localization reward and punishment centers in the brain of a monkey

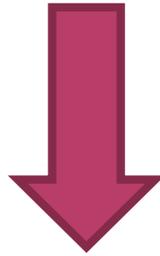
If no reward and punishment, repetition of stimuli will cause habituation and therefore will cause the animal to ignore it.

If got reward and punishment effect, stimuli will be reinforced and animal will build up strong memory trace.

So this 2 effect are important in learning and memory and selection of information do take place.

EFEK TRANQUILIZER TERHADAP PUSAT GANJARAN ATAU PUSAT TERHUKUM

Pemberian tranquilizer (obat penenang) ex klorpro-mazin → menghambat pusat rasa ganjaran dan rasa terhukum sehingga mengurangi reaksi afektif hewan.



Kerja obat penenang pada keadaan psikotik dgn menekan sebagian besar area prilaku yg penting dlm hipotalamus dan regio otak limbik yg berkaitan dgn area tersebut

FUNGSI SPESIFIK BAGIAN-BAGIAN LAIN SISTEM LIMBIK

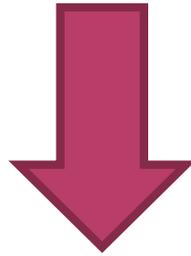
Peran *hipokampus* dalam pembelajaran



Efek pengangkatan bilateral hipokampus-
ketidakmampuan belajar

(px epilepsi → recall memuaskan, memori jangka pendek (1-2 mnt) masih cukup baik, memori jangka panjang buruk (amnesia anterograd))

Hipokampus menyebabkan timbulnya dorongan mengubah memori jangka pendek menjadi jangka panjang



Hipokampus mengirimkan sinyal atau sinyal-sinyal yg membuat pikiran berulang-ulang melatih informasi baru sampai menjadi memori yg tersimpan permanen

AMIGDALA

Perangsangan pada amigdala dpt menyebabkan efek serupa dgn efek akibat perangsangan langsung hipotalamus, ditambah dgn efek lain.

Efek yg diawali dari amigdala kemudian dikirim melalui hipotalamus:

- ⦿ Peningkatan atau penurunan tekanan arteri
- ⦿ Meningkatkan atau menurunkan frekuensi denyut jantung
- ⦿ Meningkatkan atau menurunkan motilitas dan sekresi gastrointestinal
- ⦿ Defekasi atau mikturisi
- ⦿ Dilatasi pupil atau kadang konstriksi
- ⦿ Piloereksi
- ⦿ Sekresi berbagai hormon hipofidid anterior → hormon gonadotropin dan adrenokortikotropik.

Perangsangan amigdala dpt menimbulkan beberapa macam pergerakan involunter:

- ⊙ Pergerakan tonik → mengangkat kepala atau membungkukan badan
- ⊙ Pergerakan melingkar
- ⊙ Kadang pergerakan klonik, ritmis
- ⊙ Berbagai macam pergerakan yg herkaitan dengan penciuman dan makan ex: menjilat, mengunyah dan menelan.

Sistem limbik, khususnya regio *amigdala* → pusat emosi pada otak manusia.

Amigdala diberi stimulus → rasa takut dan cemas

Eksperimen:

Lesi eksperimen merusak *amigdala* pd hewan coba



Menjadi jinak dan menunjukkan hiperseksualitas

- ⊙ Kesimpulan: *amigdala* merupakan pusat insting dasar seperti rasa takut dan agresi.