

FORMATIO RETICULARIS



*Figyelem, vitális funkciók, fájdalomérzet modulálása
Monoaminerg rendszerek*



Dr. Székely Andrea Dorottya

*Semmelweis Egyetem
Általános Orvostudományi Kar
Anatómia, Szövet- és Fejlődéstani Intézet*

A FORMATIO RETICULARIS MEGHATÁROZÁSA

FR = agytörzsi hálózatos állomány

Átmeneti kapcsolatrendszerek alakulnak ki az egyes agyidegmagok között, így adják az egyes komplex agytörzsi reflexmechanizmusok idegrendszeri hátterét.

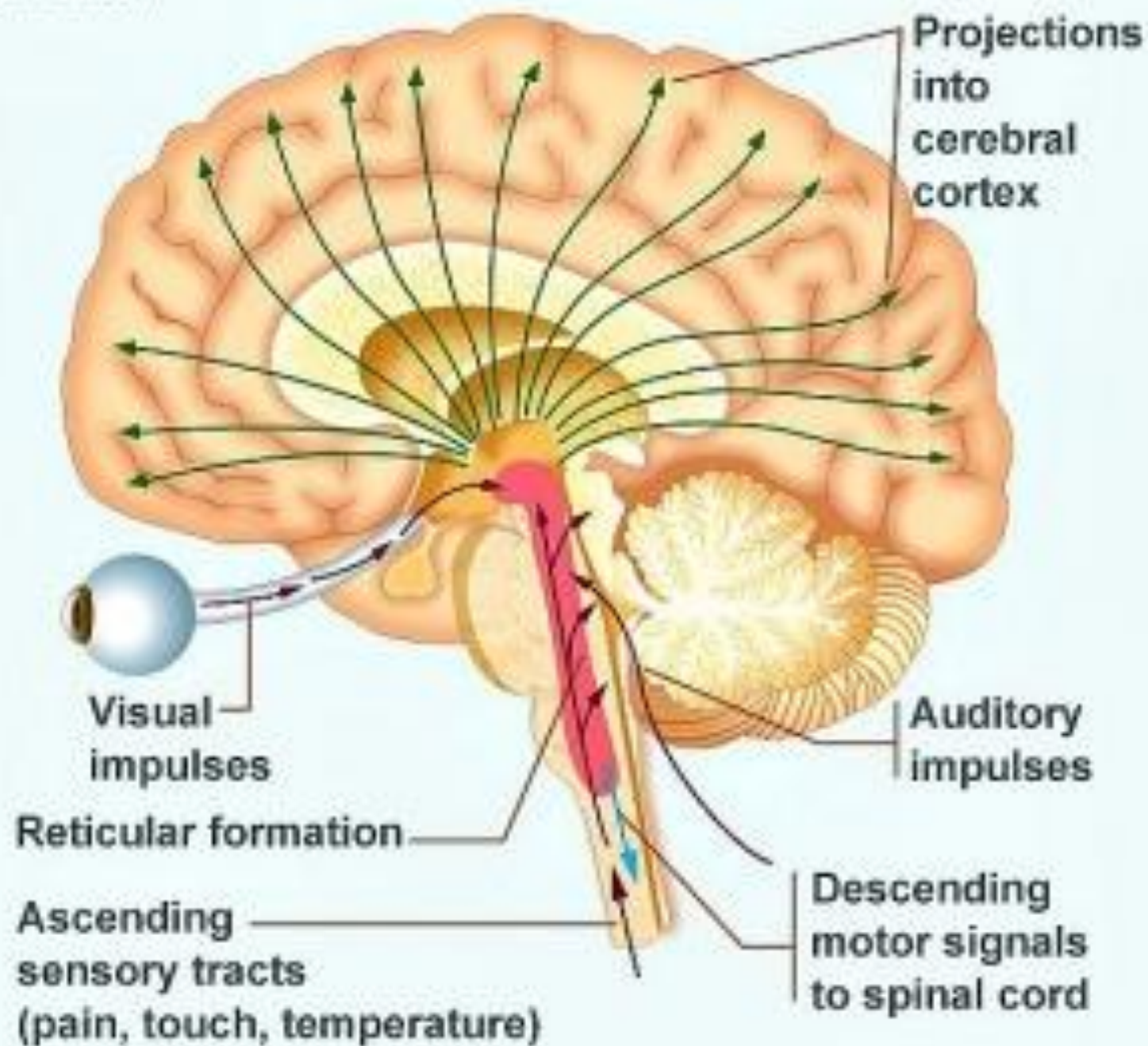
SZŰKEBB ÉRTELEMBEN - az agyidegmagok ill. a fel- és leszálló pályák közti laza, hálózatos állomány, amely neuroncsoportokból és összeköttetéseikből jön létre

Hozzárendelhető még: *gerincvelői zona intermedia*
 subthalamus
 nucl. intralaminaris thalami
 nucl. reticularis thalami

Filogenetikailag „öregebb” magok komplex hálózata.

A nyaki gerincvelőtől az agytörzsön át a diencephalonig tart és a KIR majd mindegyik részével kapcsolatban áll.

Afferentatio: közvetlen pályákon és kollaterálisokon keresztül éri el



A FORMATIO RETICULARIS FELADATAI

Életfontosságú központokat tartalmaz

Aktivitás szabályozása (ARAS)

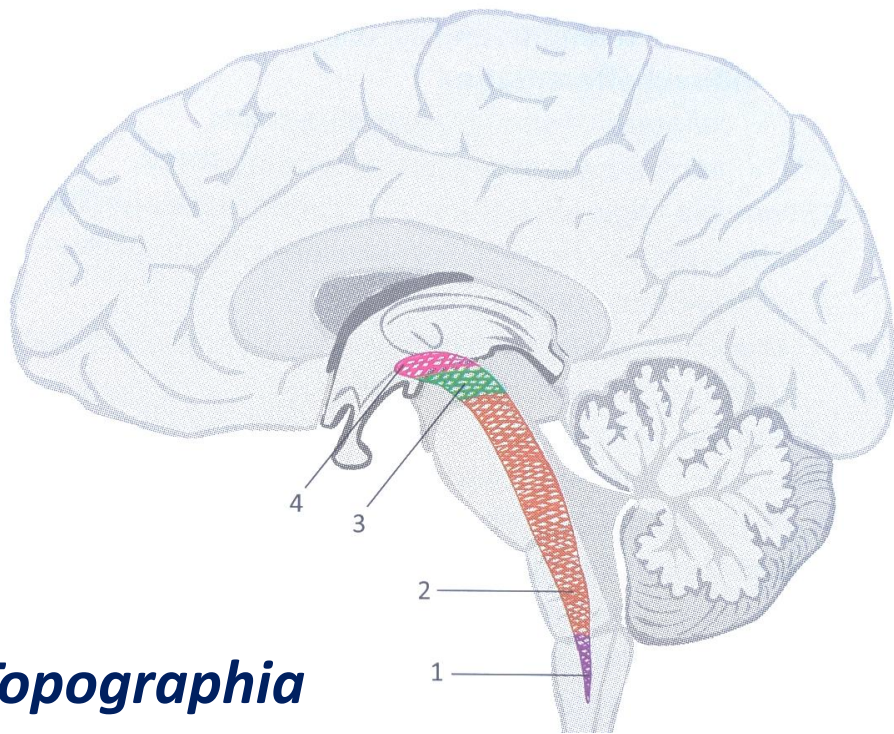
Agyidegek működésének kontrollja

Endokrin folyamatok szabályozása

Fájdalomérzet és a motoros aktivitás feldolgozása

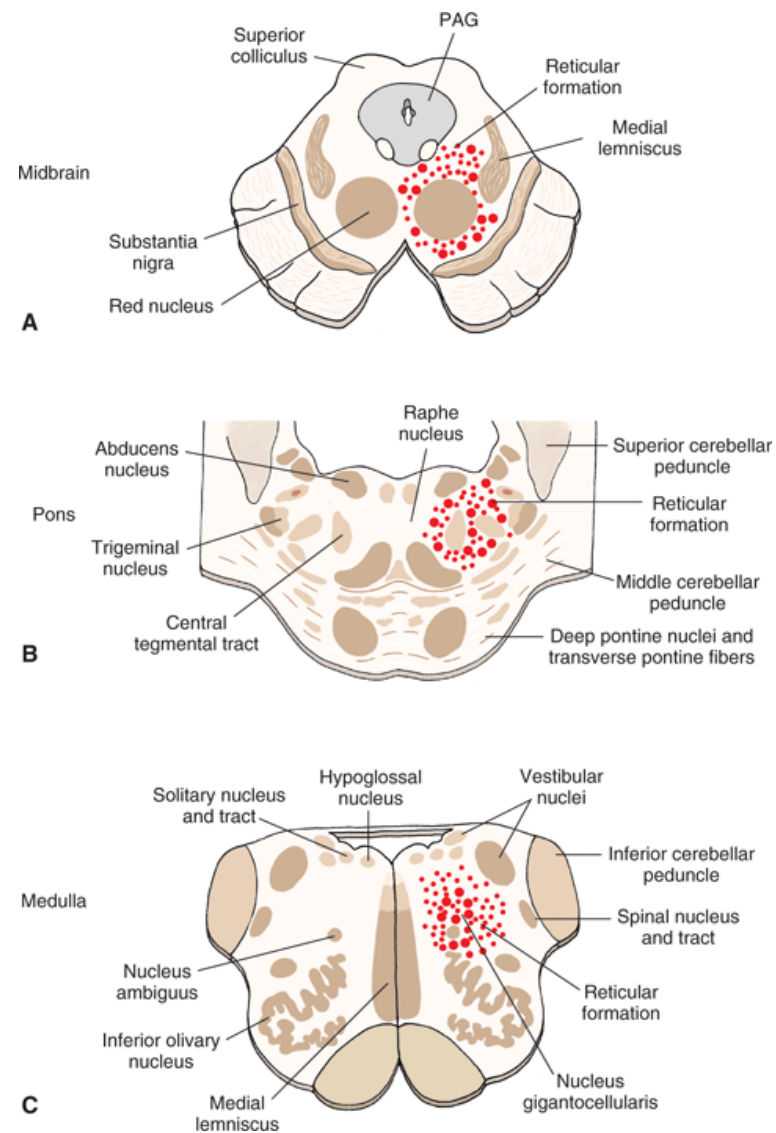
- vegetatív szabályozás → főleg a lateralis FR-ban elhelyezkedő központok:
 - **légzőközpont**
 - **vasomotorközpont**
 - nyelés központja
 - hányás központja
 - rágás, szopás, köhögés, tüszentés etc. Központja
- az alvás és ébrenlét szabályozása
- fájdalomtranszmisszió regulálása
- testtartás és mozgatókörök
- az agykéreg általános elektromos aktivitásának szabályozása → speciális neuroncsoportok:
 - **kolinerg – Ach**
 - **dopaminerg – DA**
 - **noradrenerg – NA**
 - **szero-toninerg – 5-HT**

A FORMATIO RETICULARIS HATÁRAI



Topographia

- 1 **Medulla spinalis** – nyaki gerincvelő oldalsó része
- 2 **Medulla oblongata** – IV. kamra alapja alatt
- 3 **Pons** – (tegmentum) a IV. kamra alapja alatt
- 4 **Mesencephalon** – tegmentum
- 5 **Diencephalon** – nucl. reticularis, thalami
itralaminaris
zona incerta
subthalamus



A FORMATIO RETICULARIS KÖZPONTJAINAK BEOSZTÁSA A NEURAXIS „EMELETEI” (HIERARCHIÁJA) SZERINT

Gerincvelő szintje

C1-C8 szelvények oldalsó területein

Budge-féle *nucleus ciliospinalis*

Nucl. cornucommissuralis anterior és posterior

Rhombencephalon szintje

Medulla oblongata nyílt része és **híd** (IV. agykamra alapja)

légzésszabályozási, pneumotaxiás és apnoés/apneusiás centrumok;

cardiovascularis központok, amelyek a szívfrekvenciát és vérnyomást regulálják

Locus ceruleus (A6) – az agyi monoaminerg rendszer része, **NA**-tartalmú sejtek
(kékes színben tűnik elő – melanin miatt)

Raphe-magok (*nuclei raphes*) (B1 to B8) serotonintartalmú magok

Kis adrenerg sejtcsoportok (A1, A2) – hypothalamusszal és amygdalával reciprok kapcsolatban álló magok, a test hőszabályozását vezérlik, a légző- és szív-érrendszeri központokkal működnek együtt.

A FORMATIO RETICULARIS KÖZPONTJAINAK BEOSZTÁSA A NEURAXIS „EMELETEI” (HIERARCHIÁJA) SZERINT

Középagy szintje

Substantia grisea centralis

Area ventralis tegmentalis Tsai (A10 - DA), kapcsolatai: cortex és nucleus accumbens

Substantia nigra pars compacta (A9 - DA), striatumba vetít

Köztiagy szintje

Nucl. reticularis thalami (GABA) és zona incerta

nem tartoznak az ARAS-hoz, fő feladatuk az új és ismert stimulusok diszkriminációja
hőszabályozásban is részt vesznek

AFFERENTATIO: thalamus specifikus magjaiból származó serkentő rostok és kérgi kollaterálisok

EFFERENTATIO: főleg (GABA-erg) gátló rostok, elsősorban a thalamushoz, kérget nem érik el

Nuclei intralaminares thalami

ARAS-hoz tartoznak, lassú és krónikus centralis fájdalom modulálása a feladatuk

AFFERENS PÁLYÁK

Gerincvelőből eredő pályák – a FR aktivációjáért felelnek

Közvetlen afferentáció (tr. spinoreticularisból)

- lassú fájdalom közvetítése
- **tr. spinoreticulothalamicusként** fut a thalamus és cortex felé

Közvetett afferentáció

- kollaterálisok jönnek mindegyik felszálló pályából

Tractus trigeminoreticularis – n. trigeminus rendszeréből

- nucleus tr. spinalis n. trigemini (protopathiás mag)
- a FR a trigeminalis reflexkörök egyik fontos eleme

Tractus cerebelloreticularis – cerebellumból eredő pálya

- a FR fontos szerepet játszik a gerincvelő és az agyidegek motoros köreibben

Agytörzsi motoros körök eredési helyei

- tectum mesencephali, nucleus ruber, nuclei vestibulares és oliva inferior - komplex
- a FR hangolja össze az extrapyramidalis rendszerrel kapcsolatban álló magokat

Hypothalamusból és limbikus rendszerből származó afferensek

- corpus amygdaloideum, septum verum és hippocampus (fasciculus longitudinalis dorsalis)
- a FR vitális központjainak aktivitását reciprok kapcsolatokon keresztül szabályozza

Tractus thalamoreticularis - a thalamus intralaminaris és median magjai reciprok kapcsolatban állnak a FR-on keresztül a thalamusszal és az agykéreggel

Tractus corticoreticularis – agykéregből jövő rostok

- reciprok kapcsolatban áll a mozgató, érző és asszociációs kérgi területekkel

EFFERENS PÁLYÁI

Gerincvelői bemenet

- tractus reticulospinalis
- a somatomotoros magokban végződő rostok felelnek a kérgi és cerebelláris hatások gerincvelői integrációjáért
- a gerincvelő visceromotor magjaira közvetíti a hypothalamus és limbikus rendszer hatását
- a fájdalom gerincvelői gátlásáért felel
- a leszálló reticularis gátló rendszerhez tartozik (DRIS)

Agyidegmagokhoz adott projekciók

- tractus reticulonuclearis
- összeköti az agyidegmagokat és az agytörzsi reflexhurkok kialakításáért felel

Kisagyba futó rostok

- tractus reticulocerebellaris
- a kisagy motoros körökhöz tartozik

Agykérgi bemenet

- tractus reticulothalamocorticalis
- az ARAS (felszálló aktiváló rendszer) része

A FORMATIO RETICULARIS KÖZPONTI MAGCSOPORTJAI

Medián magoszlop

Raphe magok

Serotonin

leszálló fájdalom-moduláció

Tractus raphespinalis

Rexed 1-4 direkt és indirekt gátlása)

Medialis magoszlop

magnocelluláris zóna

felszálló aktiváló rendszer

mozgásmoduláció

AFF: felszálló érzőpályák

(pl *tr spinoreticularis*)

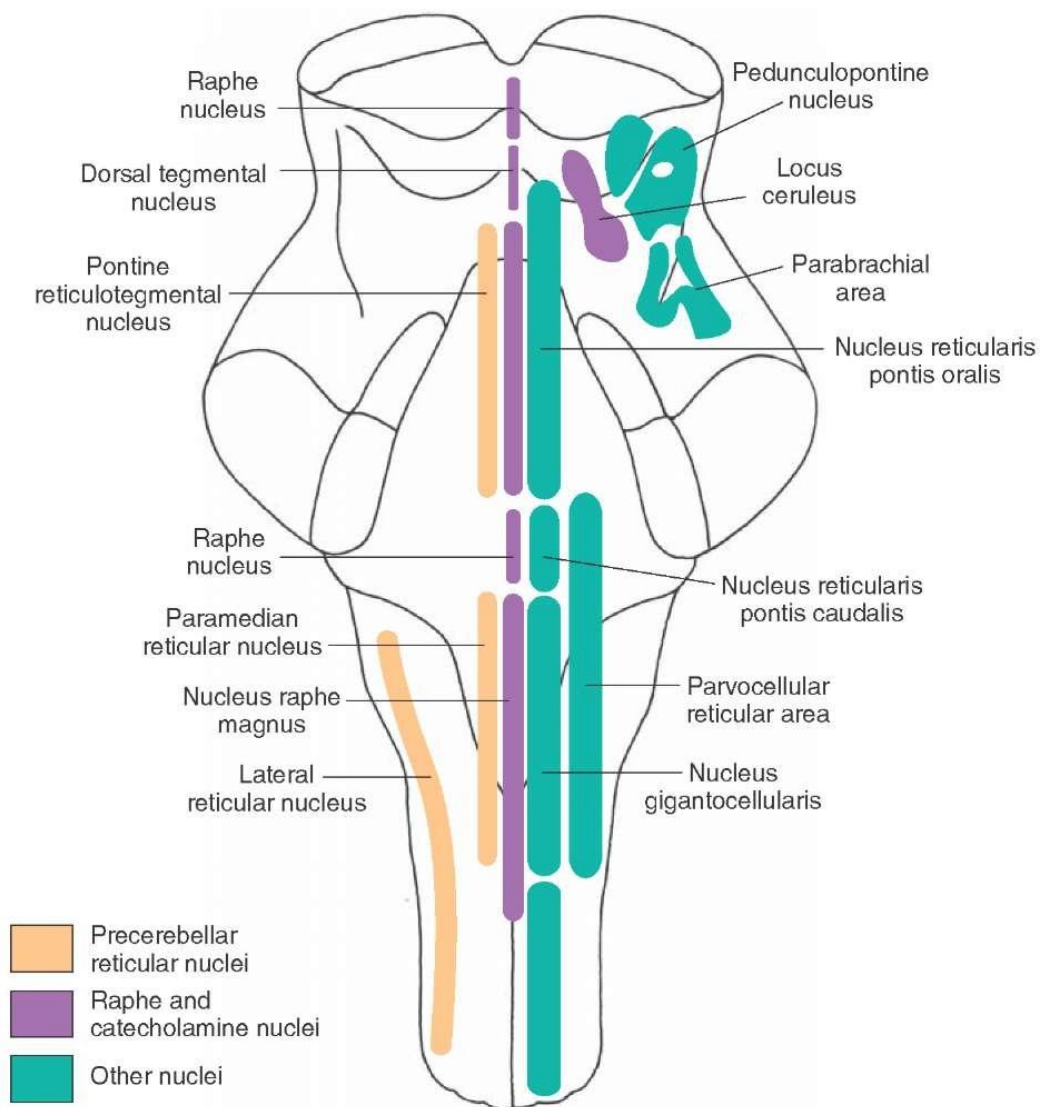
Cerebellumból jövő

(*tr cerebelloreticularis*)

EFF: felszálló nucl. IL felé

(*tr reticulothalamocorticalis*)

Leszálló (*tr reticulospinalis*)



KÖZÉPAGYI ÉS HÍDI TEKINTÉSKÖZPONTOK

A FORMATIO RETICULARIS KÖZPONTI MAGCSOPORTJAI

Precerebellaris magok:

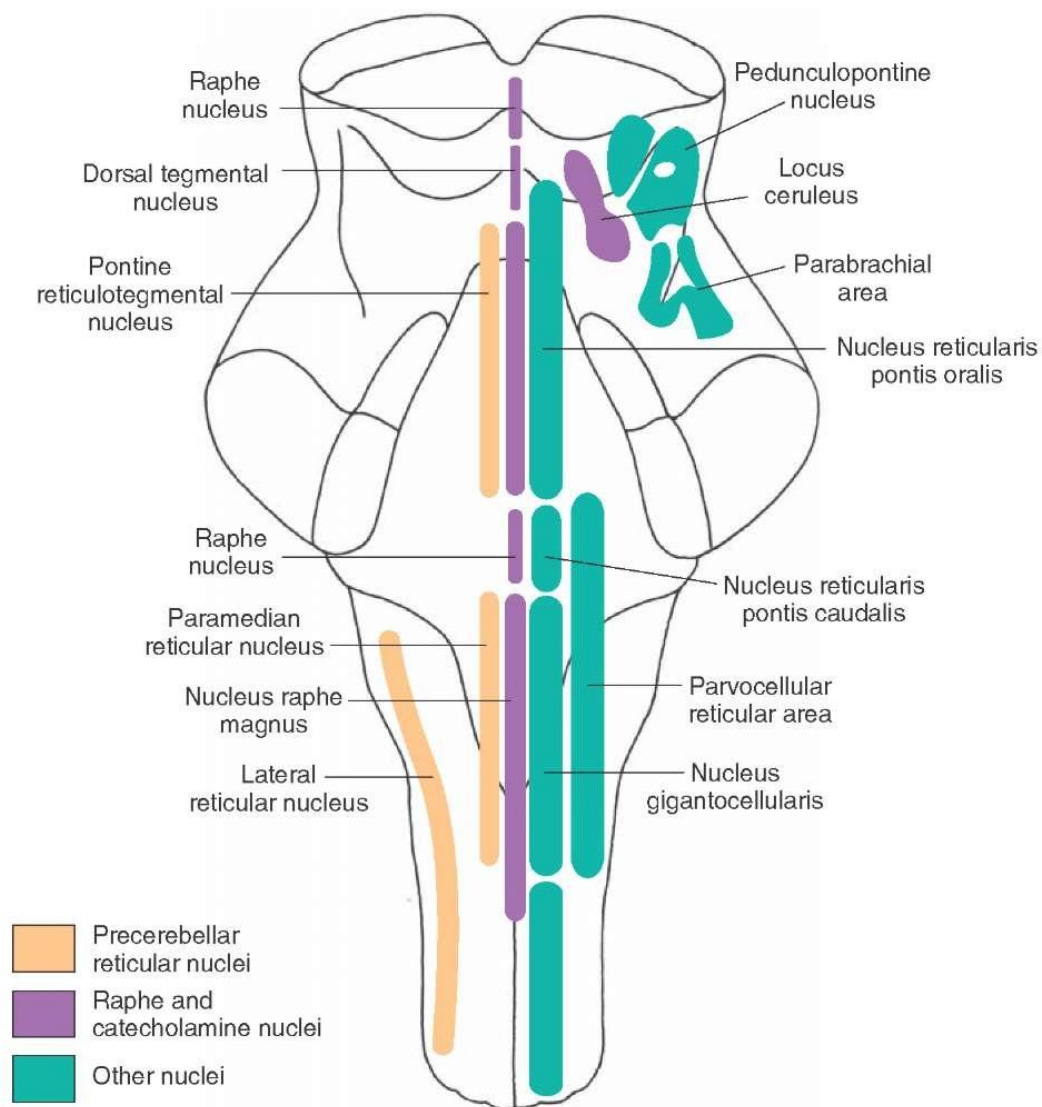
**lateralis
paramedián**

RTP

**cerebellummal és mozgatóköreivel
összeköttetésben álló magok**

– az agykéregből és agytörzsi motoros magokból származó információ **előfeldolgozásában** vesz részt

– a kisagy aktivitását gátolja a **tractus reticulocerebellarison** keresztül



A FORMATIO RETICULARIS KÖZPONTI MAGCSOPORTJAI

Lateralis magoszlop: parvocellularis zóna

(főleg caudalis agytörzsben, vitális funkcióközpontok)

AFF:

tractus solitarius

(VII; IX., X.– ízézés, reflexes nyáleválasztás)

nucl. lat. alae cinereae (IX., X. – köhögési reflex, cardiorespiratorikus reflexek)

hídi pneumotaxicus központ (belégzés gátlása)

EFF:

nucl. med. alae cinereae / nucl. dors. n. vagi (X.) -
pszichés hatás közvetítése

nucl. salivatorius sup. et inf. (VII., IX.)

nyáleválasztás

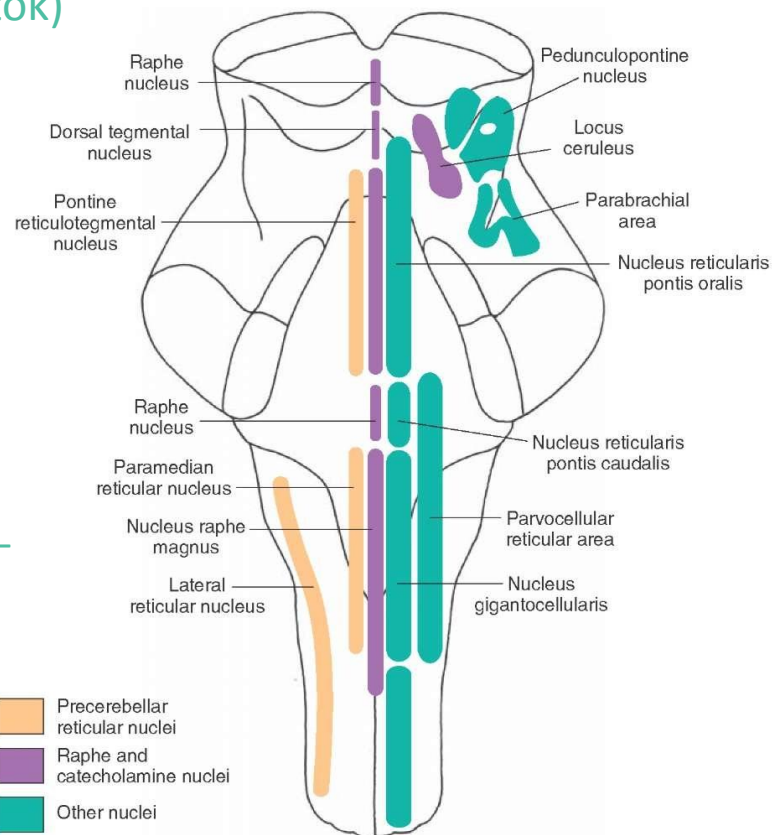
gv. sy. pregl. neuron

vasomotor functio

légzőizmok motoneuronjai (diaphragma, mm. ic.)

ki- és belégzés hosszának, mélységének,

ritmicitásának szabályozása



Alsó agytörzsi reflexek

1. szájpád-reflex
2. garat-reflex
3. hányási reflex
4. nyelési reflex
5. köhögési reflex
6. tüszentési reflex
7. nyálelválasztási reflex
8. szopási reflex (ld. liberációs / decerebrációs reflexek)
9. cardiorespiratoricus reflexek

Felső agytörzsi reflexek

10. állkapocs-reflex (ld. myotaticus / saját / ín-reflexek)
11. nasalis reflex
12. supraorbitalis reflex
13. cornea-reflex
14. könnyezési reflex
15. acustico-palpebralis reflex
16. acustico-ocularis reflex
17. palpebro-ocularis reflex (ld. Bell-tünet)
18. oculo-cardialis / Aschner-Dagnini-reflex

AGYTÖRZSI LÉGZŐKÖZPONTOK

1. **Dorsal respiratory group**
(DRG); belégzés

2. **Ventral respiratory group**
(VRG); ki- és belégzés

3. **Pneumotaxikus központ**
(**Pre-Bötzinger sejtek**)

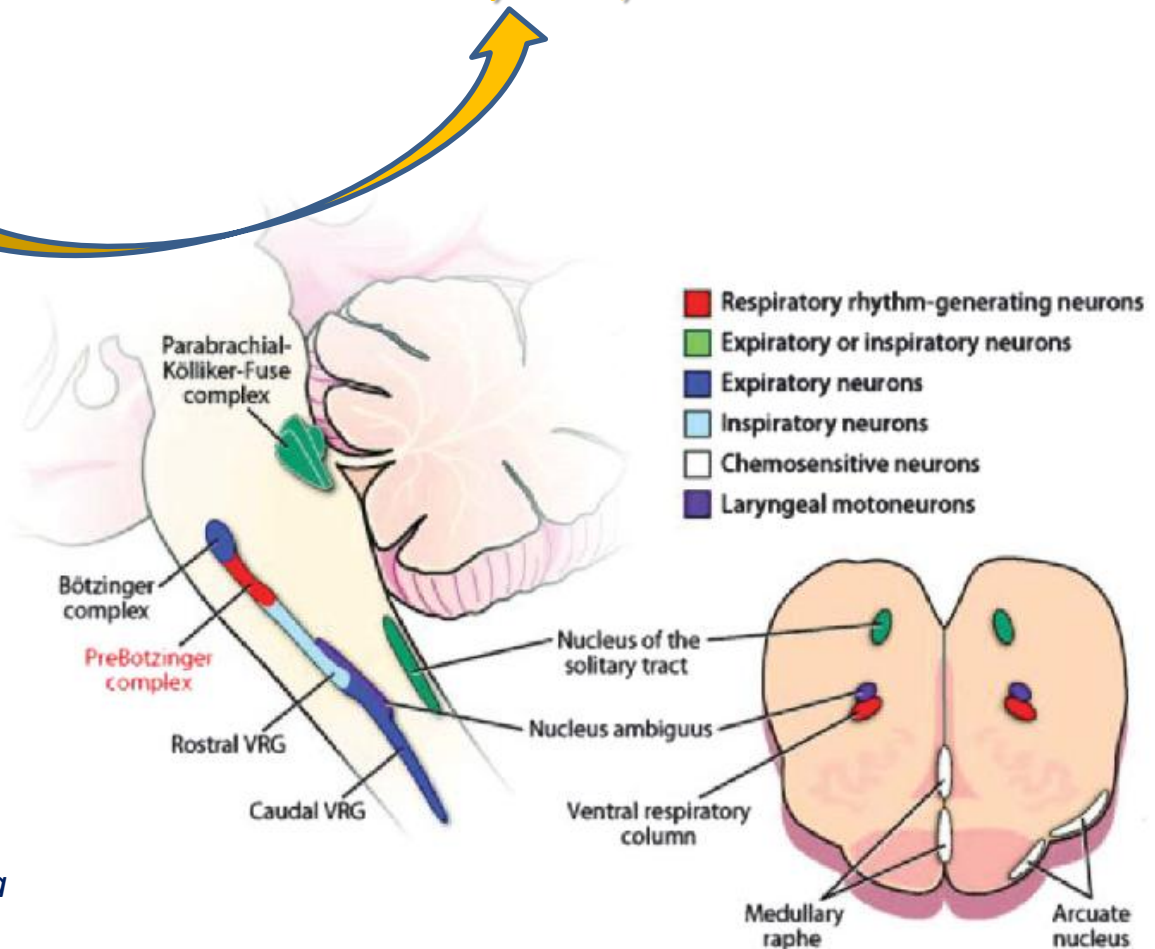
4. **Apneuziás központ**
(légzés intenzitásának szabályozása)

*A belégzés csúcsán automatikusan aktiválódik és a **kilégzés előtti rövid szünetért** felelős.*

Tudatosan is aktiválhatjuk az apneuziás központot, ha hosszabb ideig visszatartjuk a lélegzetünket, de a széndioxid emelkedő szintje reflexesen aktiválja a belégzőközpontot (és ezzel együtt elnyomja az apneuziás központba érkező kérgi stimulációt).

Pre-Bötzinger komplex:

- ‘**pacemaker sejtek**’
- **ritmikus mintázatgeneráló (légzés ritmusának szabályozása)**



AGYTÖRZSI VASOMOTOR KÖZPONTOK

A **vérnyomásszabályozó** hatás a *nervus glossopharyngeus* és *nervus vagus* közvetítésével valósul meg

HELYE:

medulla oblongata területén, trigonum nervi vagi alatt
caudalisan + med **depressor** kp.
rostralisan+ lat **pressor** kp.

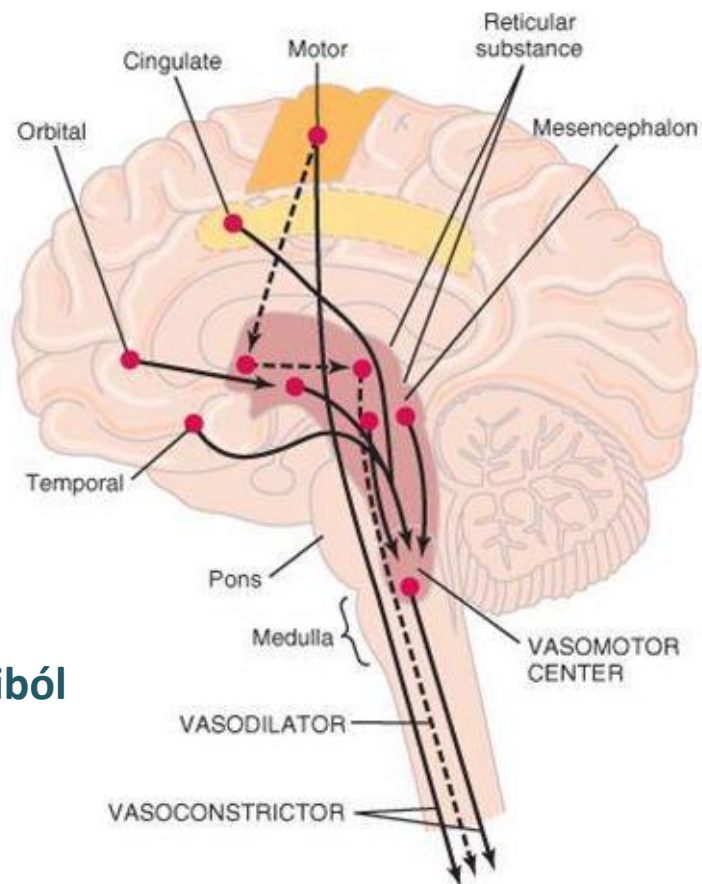
AFF:

sinus caroticus és paraaorticus glomusok **baroreceptoraiból**
jövő rostok (nn. IX, X.)

és pons NA-sejtjei kontrollálják

EFF: hypothalamus

a szimpatikus idegrendszeren át jutnak a gerincvelő **intermediolateralis magjába**
(a szimpatikus tónus fokozódása növeli a vérnyomást, mivel az arteriák/arteriolák simaizomfala kontrahál)



AGYTÖRZSI CARDIOVASCULARIS KÖZPONT

Szívfrekvencia szabályozása

HELYE:

medulla oblongata területén, mint előbb

Cardioaccelerátor központ (rostr + lat)

szívfrekvencia nő

szimpatikus aktiváció (*nervi cardiales*)

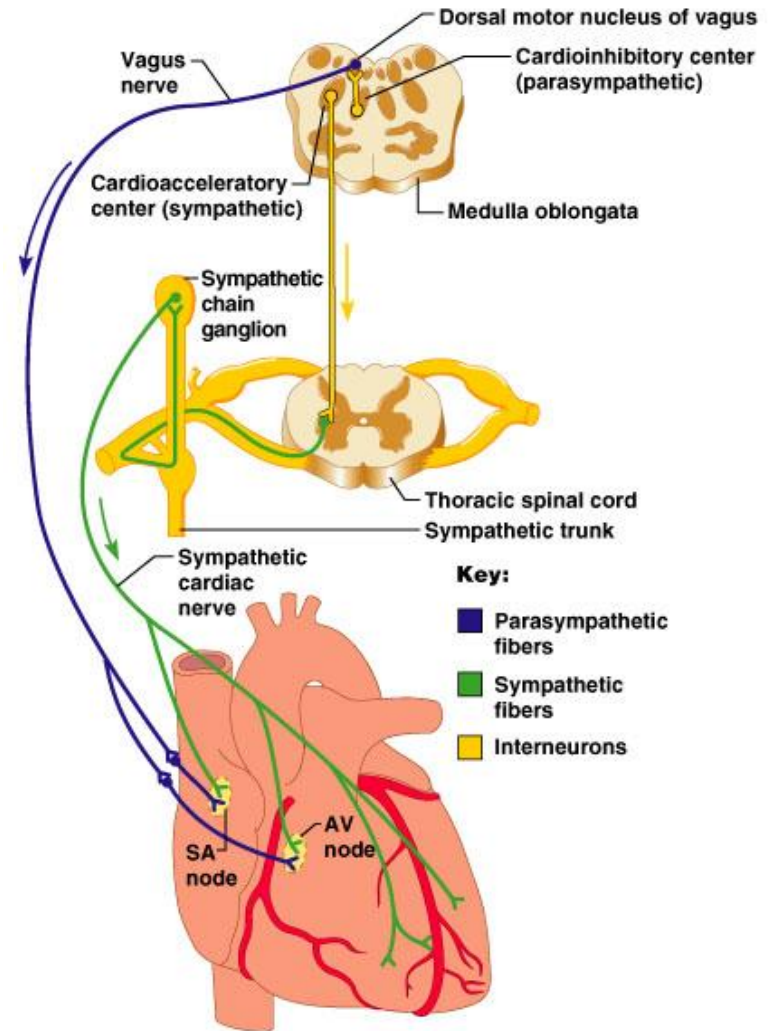
Cardioinhibitor központ (caud + med)

szívfrekvencia csökken

paraszimpatikus aktiváció (*nervus vagus*)

Az érző területek átfednek a *nucl. lat. alae cinerea*vel és *nucl. tractus solitarii* caudalis részével

A motoros terület átfed a *nucl. med. alae cinerea*vel

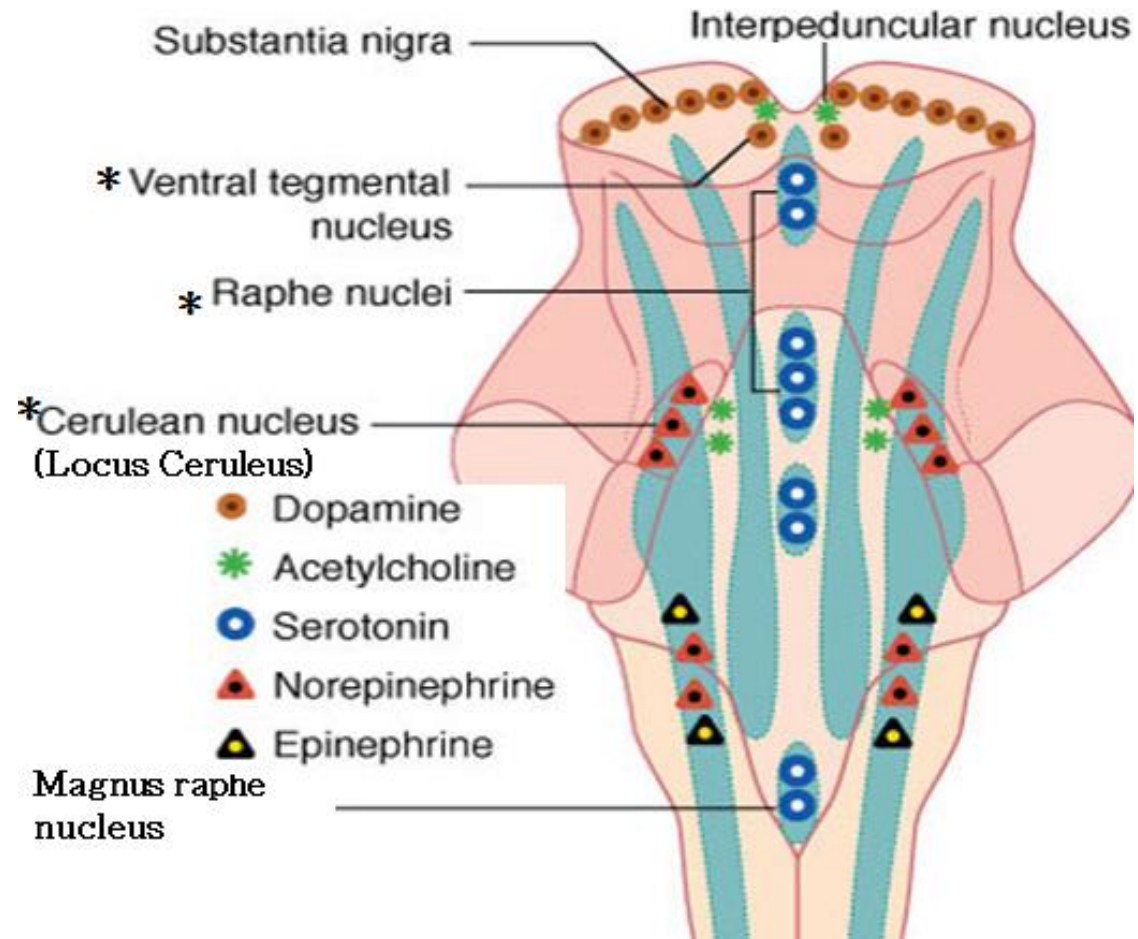


AGYTÖRZSI MONOAMINERG RENDSZEREK

Serotonin: nuclei raphes

Dopamin: substantia nigra, area ventralis tegmentalis

Noradrenalin: locus coeruleus



AGYTÖRZSI MONOAMINERG RENDSZEREK

Serotonin: nuclei raphes

Dopamin: substantia nigra, area ventralis tegmentalis

Noradrenalin: locus coeruleus

5HT

hangulati szabályozás rendszere

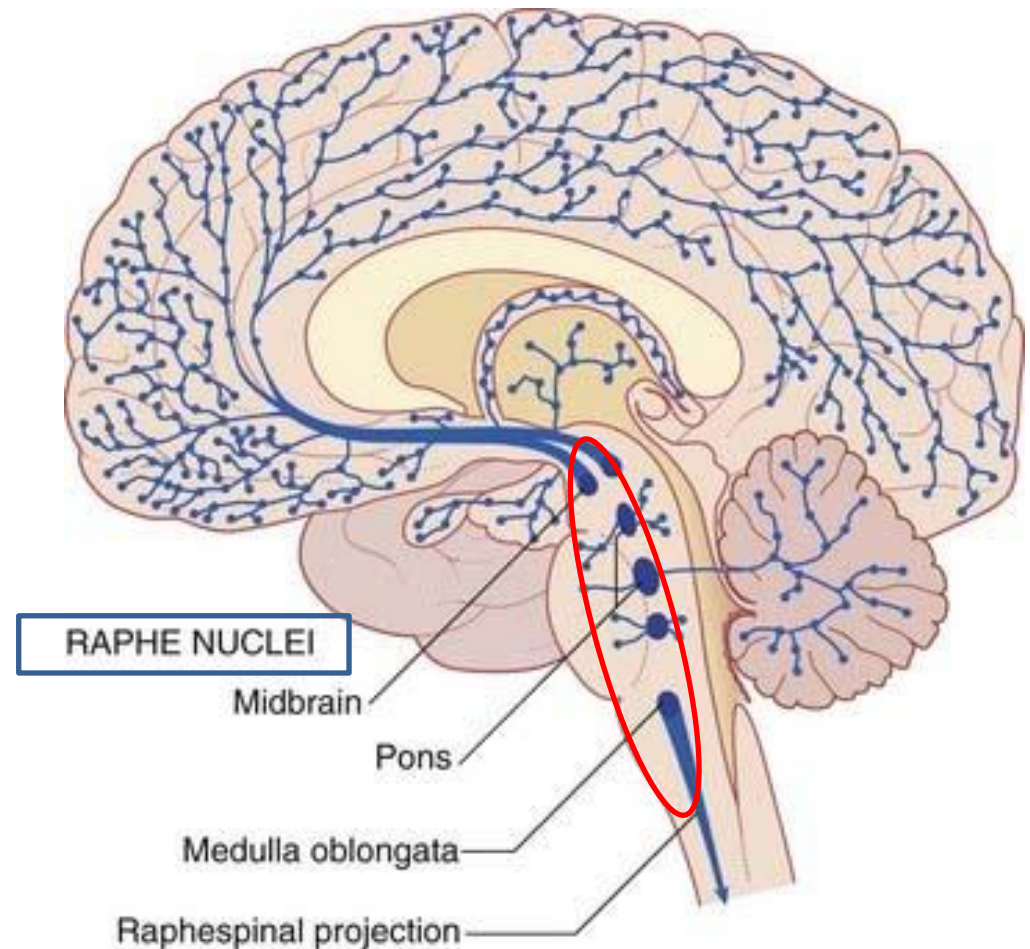
– magok elnevezése: B1–9

– a legtöbb idegsejt a formatio reticularis **raphe magjaiban** található

– a gerincvelő, agytörzs, cerebellum, thalamus, hypothalamus, agykéreg és a limbikus rendszer felé küld serotoninerget

– a neocortex és a limbikus rendszer felé a hangulatingadozásért, viselkedési zavarokért

– a gerincvelő hátsó szarvában a fájdalom transzmisszóját szabályozza és az érzőbemenetet modulálja



AGYTÖRZSI MONOAMINERG RENDSZEREK

Serotonin: nuclei raphes

Dopamin: substantia nigra, area ventralis tegmentalis Tsai

DA

Noradrenalin: locus ceruleus

- magok jelölése: A8–A10
- a dopaminerg magok projekciói a jutalmazási rendszerhez tartoznak és részt vesznek a valóság percepciójában
- szabályozza az alvás és tudatosság, figyelem, memória és tanulási folyamatokat
- a nucleus arcuatusból származó tubero-infundibularis projekció gátolja a prolaktin termelését (tejelválasztás, szexuális funkció és libidó szabályozása).

Area retrorubralis

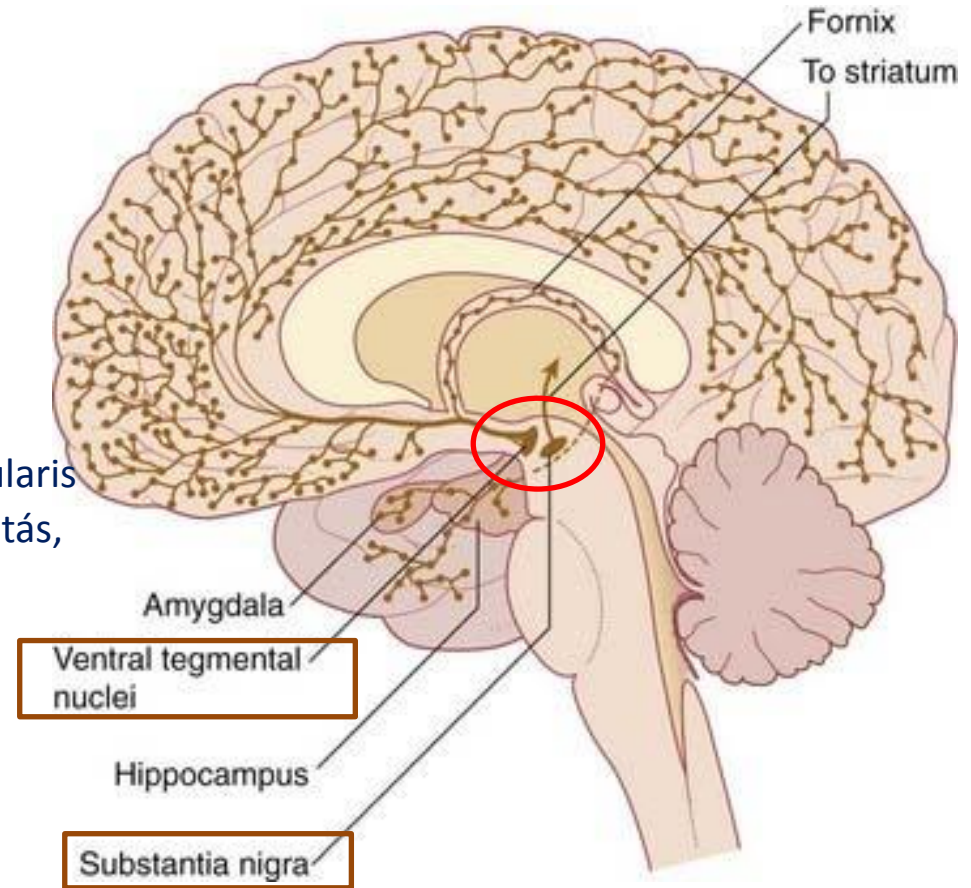
- a hippocampusba küld dopaminerg rostokat

A9 **Substantia nigra – pars compacta**

- nigrostriatalis dopaminerg rendszer és ezzel a törzsdúcok megfelelő működését biztosítja

• A10 **Area ventralis tegmentalis (Tsai)**

- három kimenő projekciója ismert: **mesolimbikus**, **mesocorticalis** és **tuberoinfundibularis**
- dopaminerg bemenetet ad a prefrontális és elsődleges mozgatókéreg, amygdala (és egyéb limbikus központok), hypothalamus, area postrema, striatum és nucleus accumbens felé



AGYTÖRZSI MONOAMINERG RENDSZEREK

Serotonin: nuclei raphes

Dopamin: substantia nigra, area ventralis tegmentalis

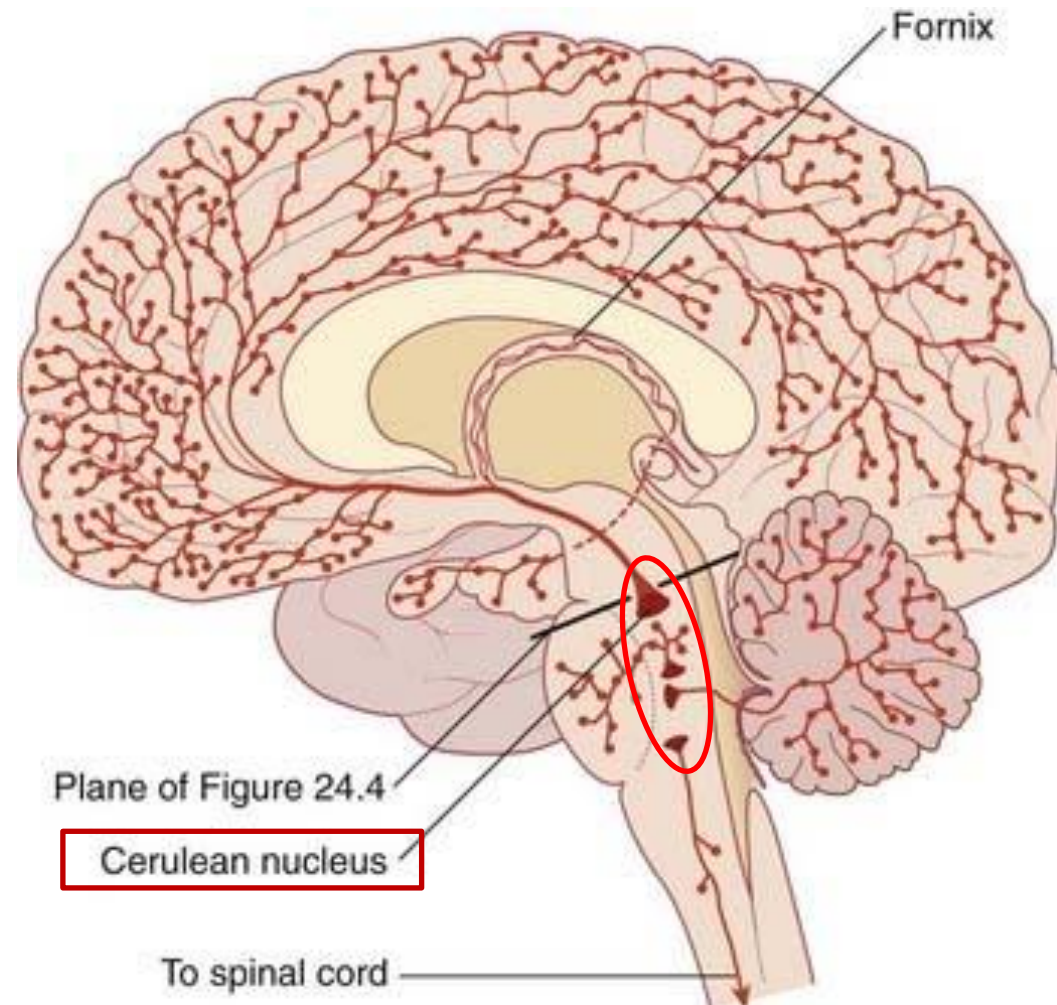
Noradrenalin: locus ceruleus

- noradrenalint tartalmazó rendszer
- magok jelölése: A1–A7
- magjai a medulla oblongata és pons formatio reticularisában találhatók
- az agyi erek autoregulációs folyamataihoz fontosak
- a KIR minden szintjén részt vesznek a neuronhálózatok modulációjában
- a felszálló aktiváló rendszer (ARAS) részét képezik

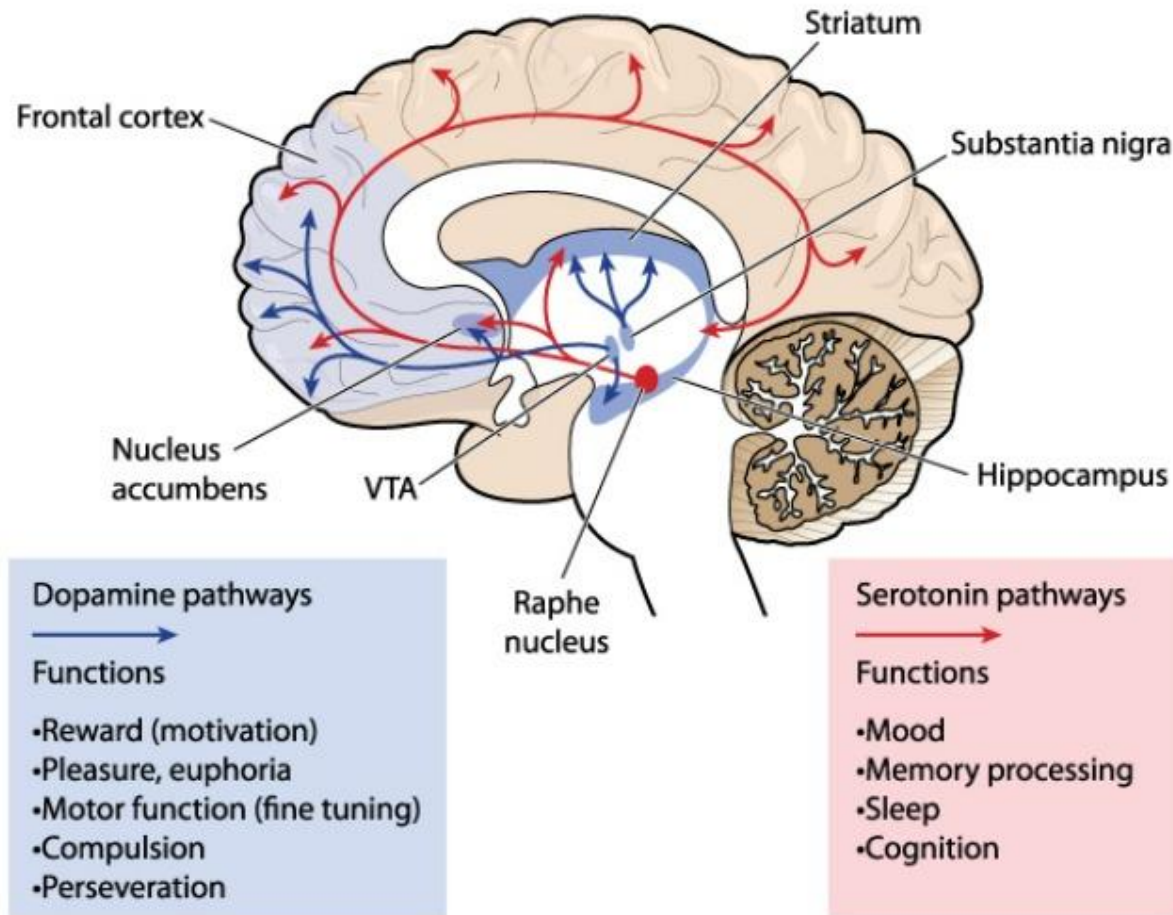
Locus ceruleus

- leszálló axonjai a gerincvelő elülső és hátsó szarvait kötik össze az agytörzsi magokkal és a cerebellummal
- felszálló axonjai a hypothalamus, thalamus, neocortex, hippocampus és az amygdala területén végződnek

NA



JUTALMAZÁSI RENDSZER



A tanulási folyamat egyik fontos eleme a pozitív megerősítés és a VTA, mint a jutalmazási kör fontos eleme mind a kortikális területekkel, mind pedig a szubkortikális területekkel (Acc, MSt) kapcsolatban áll. A VTA-ból származó dopaminerg efferenciáció nucleus accumbensre kifejtett hatását mind a prefrontális kéregből, mind pedig a mesopontinus raphe-komplexből érkező visszacsatolás modulálja, ennek elemei a kérgi kolinerg /glutamaterg serkentő axonok, és az agytörzsi, elsődlegesen gátló bemenet.

FÁJDALOM PERCEPCIÓJÁNAK MODULÁLÁSA (5HT, DA és NA)

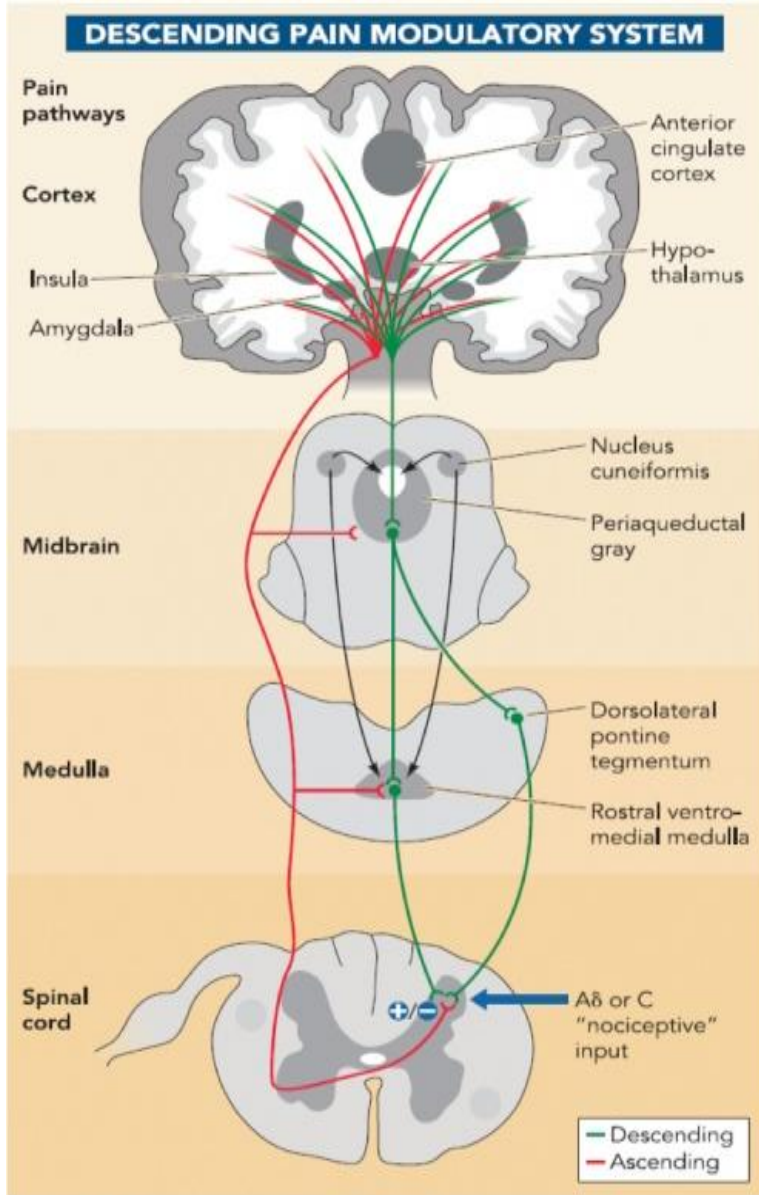


FIGURE 3. The descending pain modulatory system
+/- indicates both pro- and anti-nociceptive influences, respectively.

A fájdalom érzékelése, kvalitásának „felismerése”, az érzet tudatosulása egyénenként változó és függ a tapasztalattól, érzelmi felindultságtól, figyelemtől és az ELVÁRÁSTÓL (!).

*„... functional and anatomical studies link the descending pain modulatory system from the brain stem (where the PAG and RVM reside) to a number of higher level brain areas including the **cingulofrontal regions, amygdalae and the hypothalamus.***

This may go some way to help explain the role that emotions and cognition have in processing nociceptive information.

*Underpinning the descending pain modulatory system is the **endogenous opioid system** and according to Willer this system may be activated by a variety of reflex and cognitively triggered states.*

*At the spinal cord (dorsal horn) level, the opioid system causes inhibition of substance P from peripheral noxious mechanical stimulation via **release of noradrenaline from the dorsolateral PAG (dPAG)** and thermal nociceptive stimuli via the release of **serotonin from the ventrolateral PAG (vPAG).***

https://www.physio-pedia.com/Descending_pathways

KLINIKAI VONATKOZÁSOK

Centralis (congenitalis) hypoventillatios syndroma

Ondine's curse

Ondine is a water nymph and falls in love with a handsome knight, Sir Lawrence, and they are married.

One afternoon, she sees Lawrence lying in the arms of another woman.

Ondine curses him, "You swore faithfulness to me with every waking breath. As long as you are awake, you shall have your breath, but should you ever fall asleep, then that breath will be taken from you and you will die!"



a centralis alvási apnoe egyik alakja

Alvás közben fellépő hypoventilláció jellemzi, és légzési központok szerzett vagy veleszületett léziója okozhatja.



Sudden infant death syndroma

bölcsőhalál (SIDS)

csecsemőkorban, alvás közben jelentkező hirtelen légzésmegállásból eredő gyermekhalál. Ezt is minden bizonnyal a légzőközpontok éretlensége okozza

KLINIKAI VONATKOZÁSOK

A Glasgow-skála (Glasgow Coma Scale) a tudatállapot megállapítására szolgáló pontrendszer az egészségügyi ellátásban. Nevét arról az egyetemről kapta (Glasgow-i), amelynek két dolgozója, Graham Teasdale és Bryan J. Jennett 1974-ben publikálta azt.

Az eredetileg fejsérültek tudatállapot vizsgálatára kidolgozott skálát ma már széles körben alkalmazzák a sürgősségi ellátásban.

**szemnyitási (eye=E),
verbális (V, beszéd),
motoros (M, mozgási) válasz**

Total= E + V + M

**GCS 8 vagy az alatti - kóma (eszméletlen),
légútbiztosítás - laikusnál stabil oldalfektetés,
sürgősségi ellátásban intubálás**

GCS 9-12 közötti – mérsékelt

GCS 13 vagy afeletti – csekély

Glasgow kóma skála (GCS)
Az eszméletlenség mélységének mennyiségi megítélésére szolgáló neurológiai pontrendszer, melynek használatával objektív és megbízható módon mérhető föl a beteg tudatállapota

SZEMNYITÁS

4 pont: spontán
3 pont: megszólításra
2 pont: fájdalomingerre
1 pont: semmilyen stimulusra sem nyitja a szemét
A pupillák tágassága:
9 mm: tág
6 mm: középtág
2 mm: szűk

VERBÁLIS FELELET

5 pont: orientált
4 pont: zavart
3 pont: nem megfelelő szavak használata
2 pont: hangok kiadása
1 pont: semmilyen verbális feleletre sem képes
A beteget megszólítjuk, esetleg ébresztjük, szükség esetén fájdalomingerrel. Célzott kérdéseket teszünk fel (Hol van most?).

MOTOROS VÁLASZ

6 pont: végrehajtja az utasításokat (karját, lábát megemeli, nyelvét mutatja stb...)
5 pont: célzott fájdalomelhárítás
4 pont: céltalan fájdalomelhárítás (ingerelt végtagok elhúzása, elhárító flexió)
3 pont: abnormális flexio a fájdalom hatására (az ingerelt végtag egy vagy mindkét oldali patológiás flexiója, középgagy feletti területek károsodására utal)
2 pont: abnormális extenzió fájdalom hatására
1 pont: nincs válasz, még a legerősebb ingerre sem

készítette: Mentők blog (mentok.blog.hu)

15 pont eszméletlenség mélysége 3 pont

A koffein egyik hatása, hogy a gátló (adenosine-diphosphate) receptorok gátlásával (DISINHIBITIO) a felszálló aktiváló rendszert indítja be



A receptorok gátlásával a koffein serkenti az agyi aktivitást, erősíti a figyelmet és az éberséget