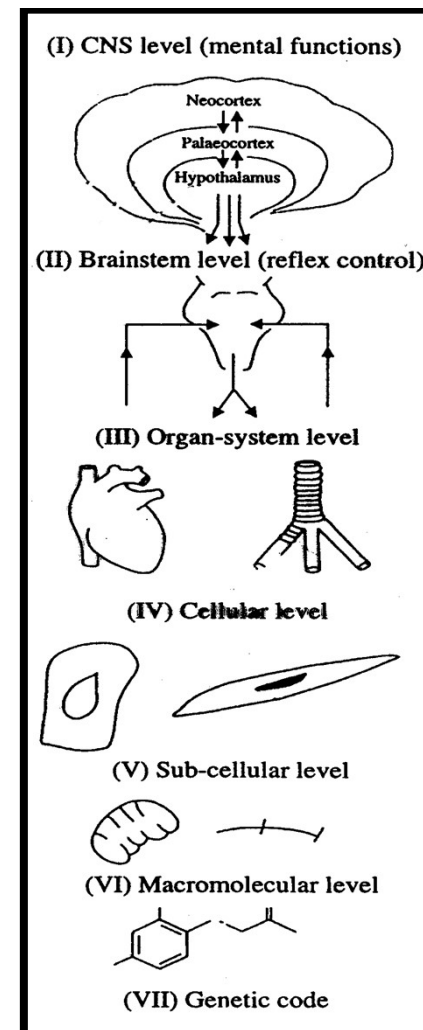


Cirkulationsfysiologi II

LPG002

Block 5

maria.e.johansson@neuro.gu.se



Blodtrycksreglering

Kretsloppsstyrningens tre nivåer

Central styrning

Adekvata svar på yttre stimuli

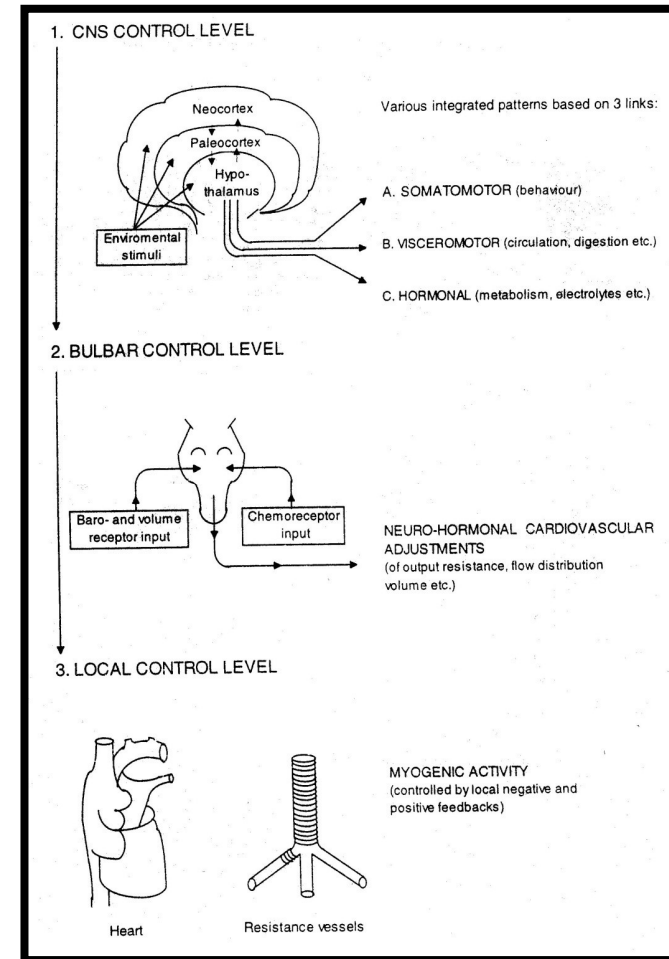
Reflexkontroll (hjärnstam)

Reglera perfusionstrycket

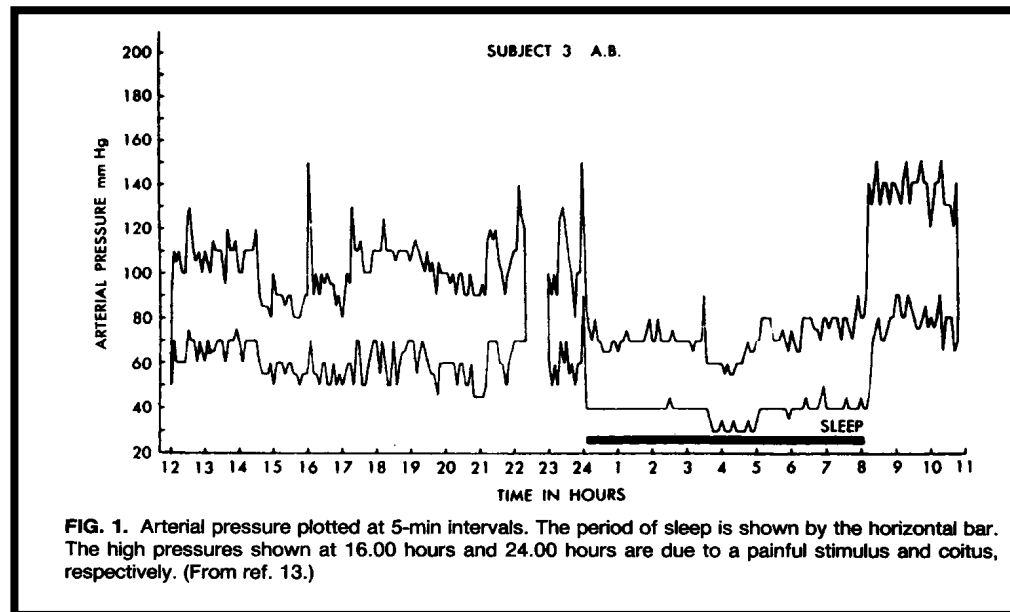
Reglera kretsloppets fyllning

Lokal kontroll

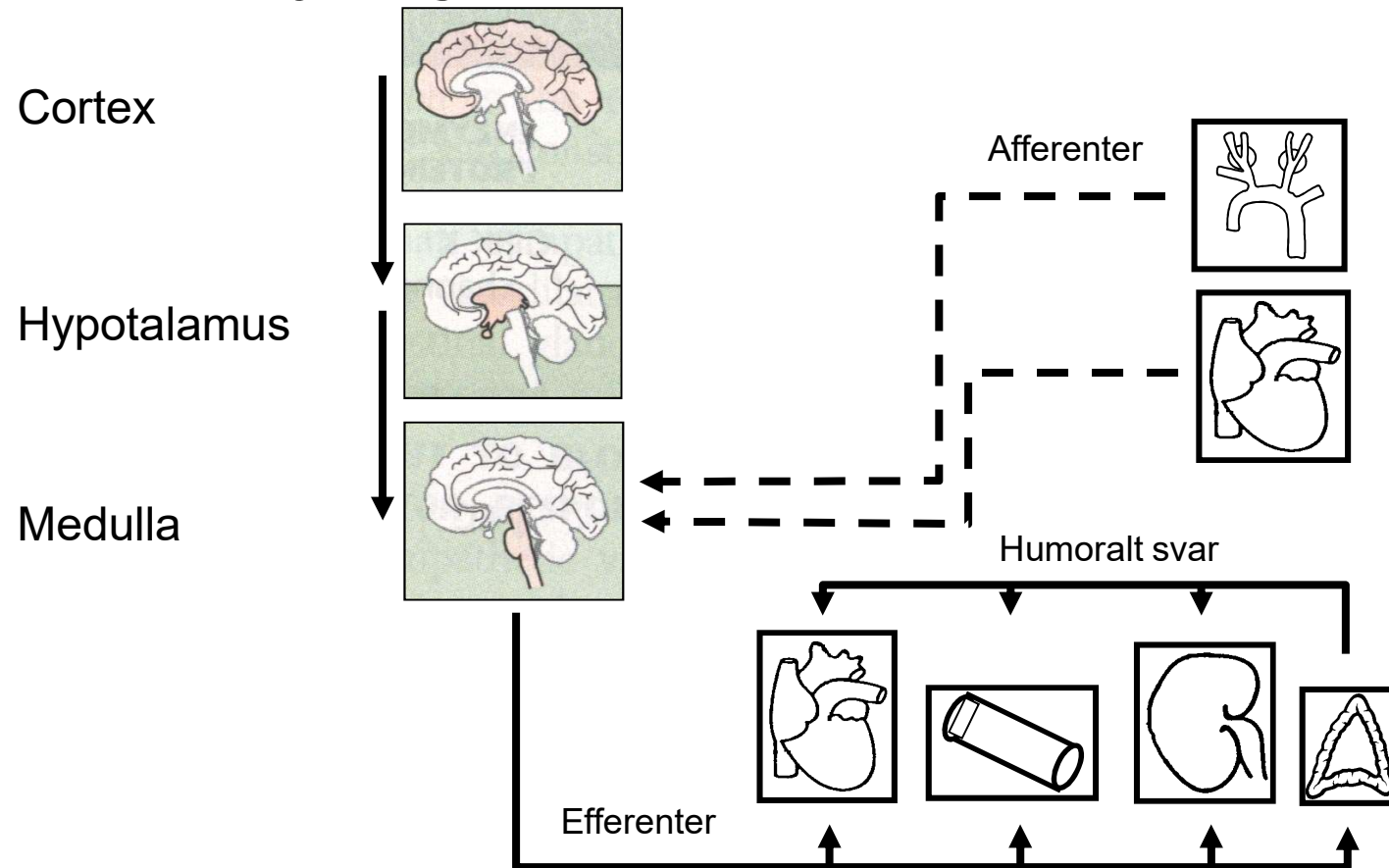
Ombesörja adekvat organperfusion



Blodtrycket är stabilt över längre tid men inte i kortare perioder



Kretsloppets styrning

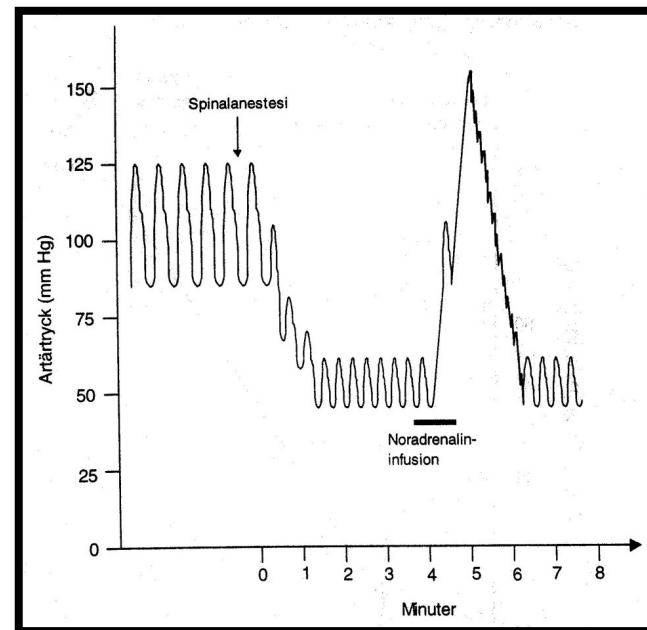


Spinal anestesi reducerar kärltonus

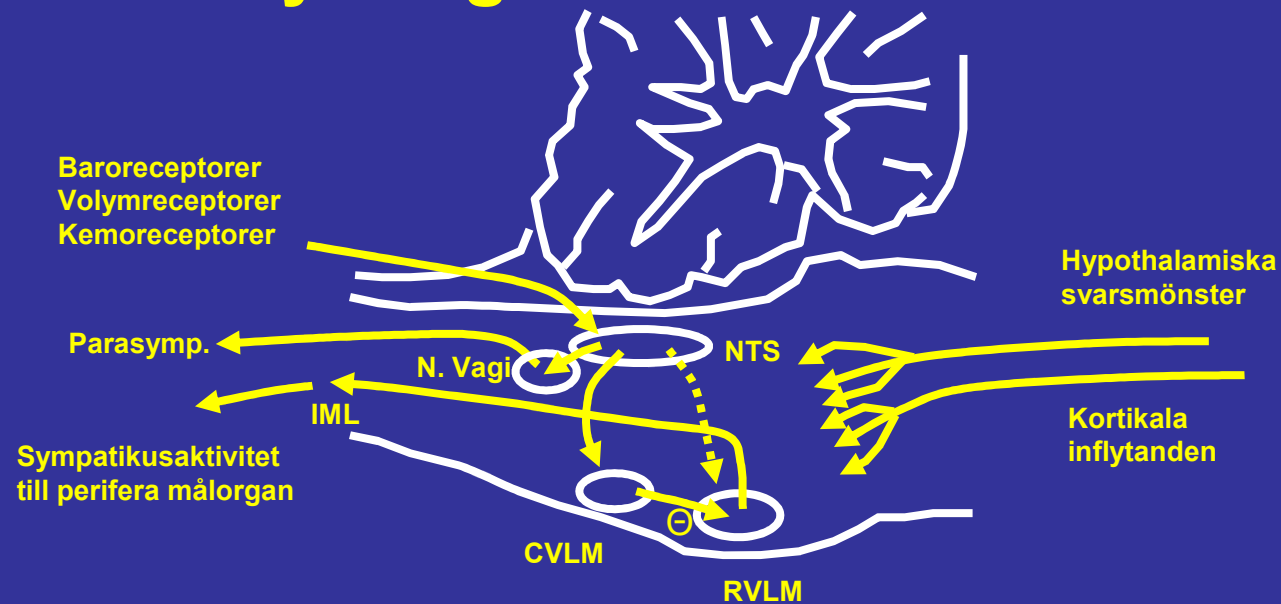
Total sympatektomi (med lokalbedövningsmedel i spinalkanalen) ger ett stort fall i blodtryck

Tonisk sympatikusaktivitet till blodkärlen

Myogen tonus upprätthåller resterande blodtryck



Medullära förbindelser i cirkulationsstyrningen



NTS – Nucleus Tractus Solitarii
RVLM - Rostral VentroLateral Medulla
CVLM – Caudal VentroLateral Medulla
IML – InterMedioLateral cell column (spinal cord)

Nervös kontroll av kretsloppet

Sensorer

Tryck (aorta, carotis)
Volym (hjärta)

Afferenter

Vagus

Tolkning av signalerna

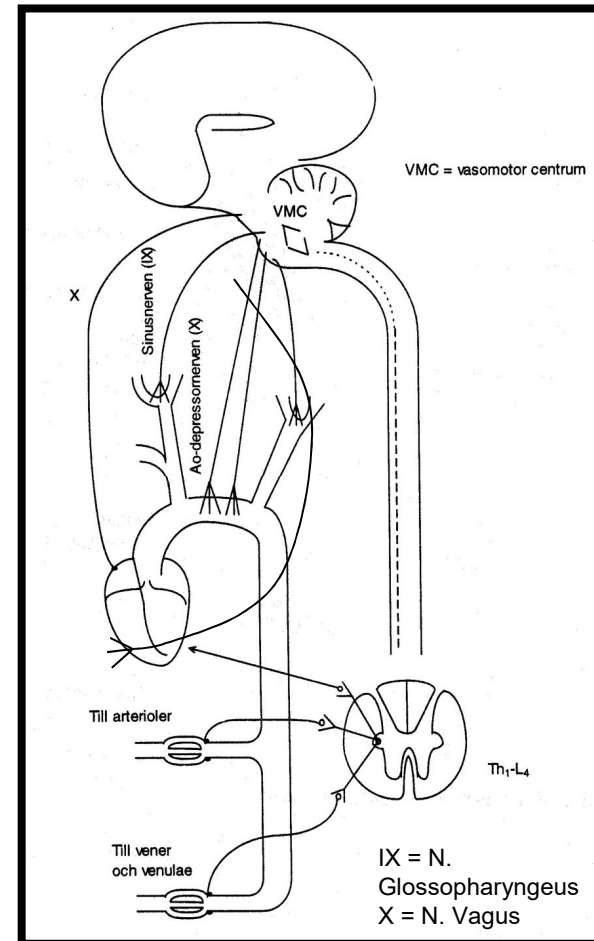
VMC i medulla oblongata

Efferenter

Sympatikus
Parasympatikus

Effektorer

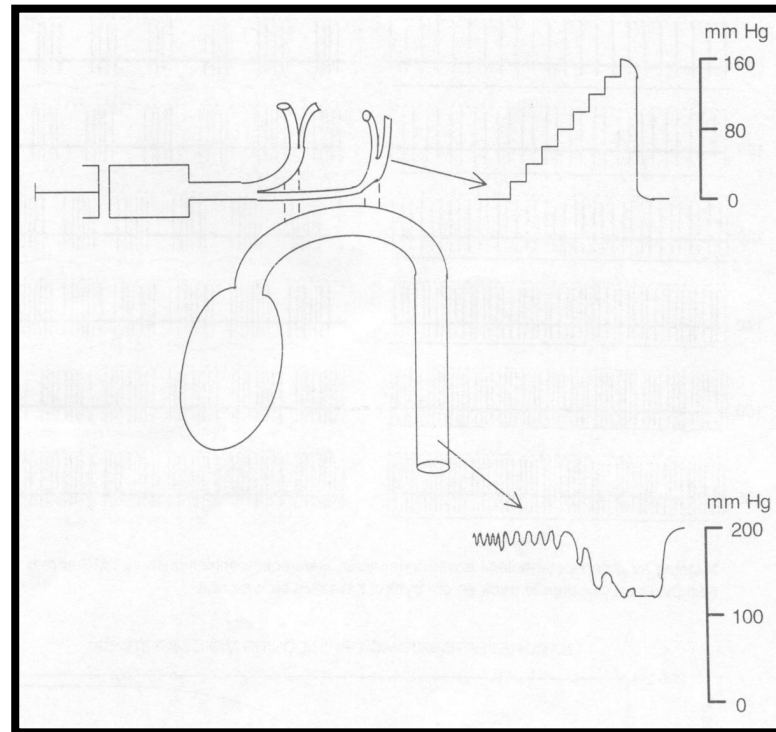
Blodkärl
Hjärta
Njure
Binjure



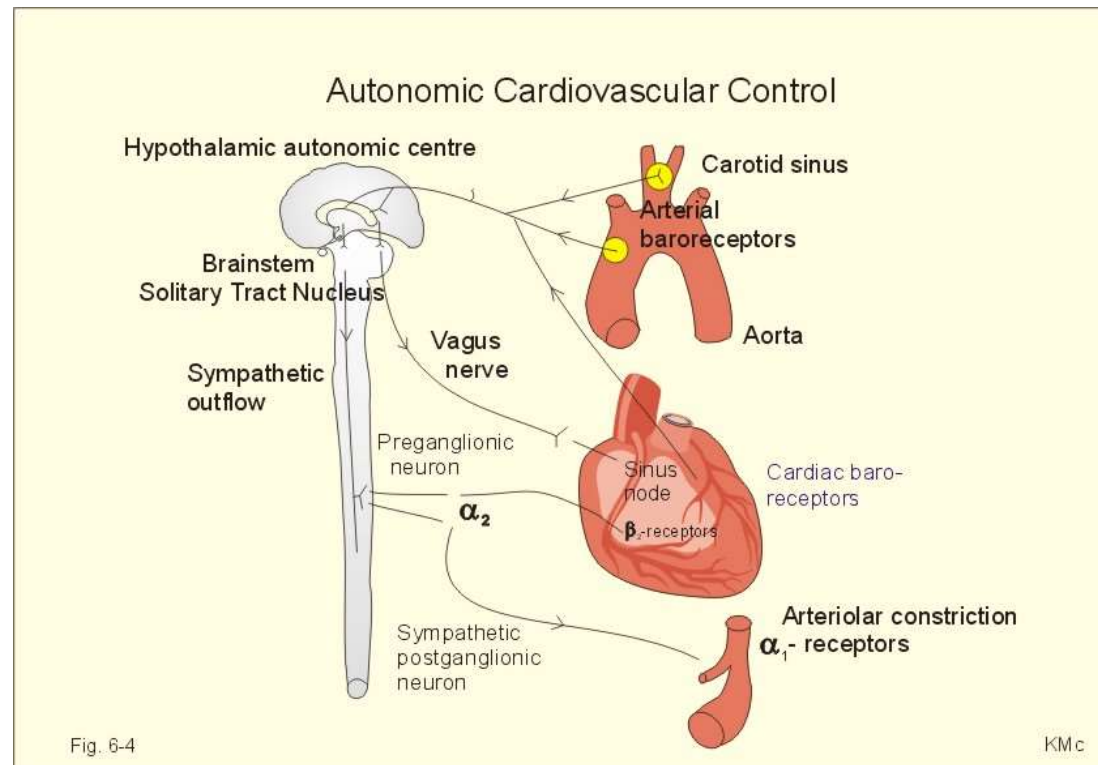
Baroreceptorer

Baroreceptorerna isoleras bilateralt och kanyleras. Trycket i dessa regleras med en spruta. Blodtrycket mäts samtidigt i aorta.

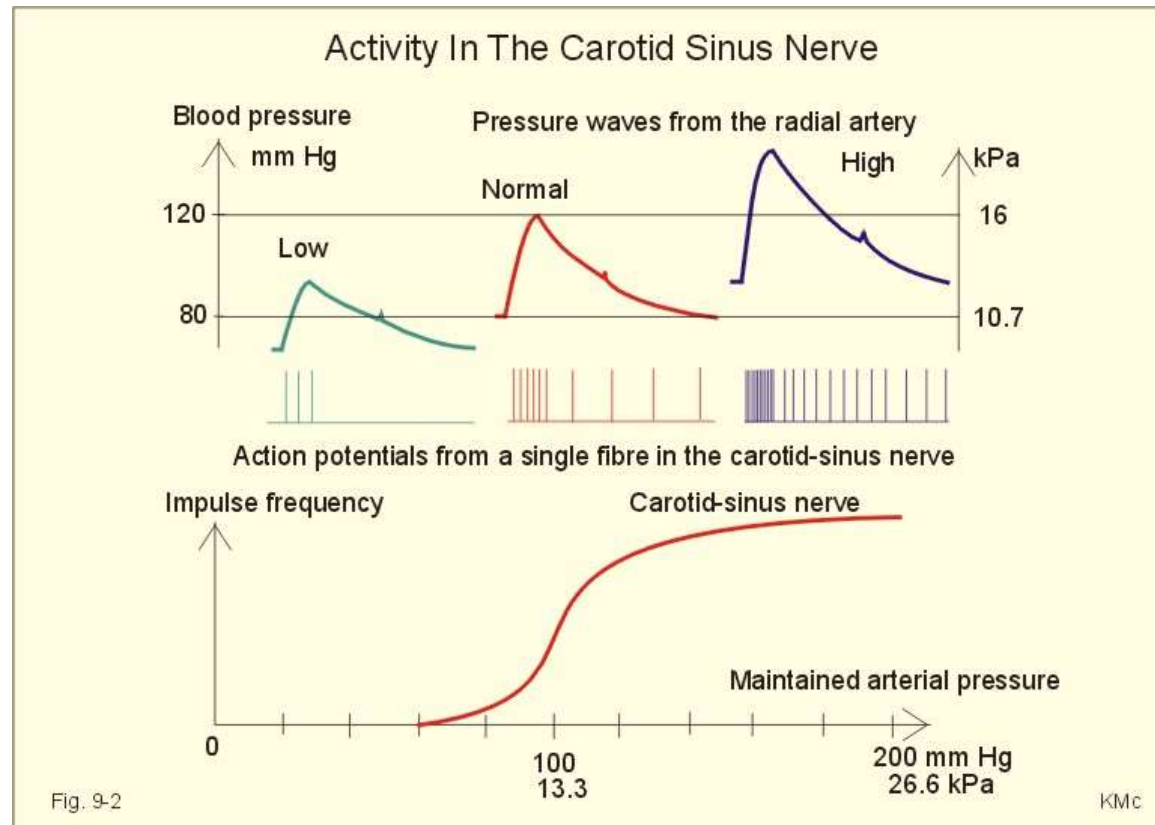
När karotistrycket ökas (i steg om 20 mmHg) faller aortatrycket.



Baroreceptor funktion



Baroreceptor funktion

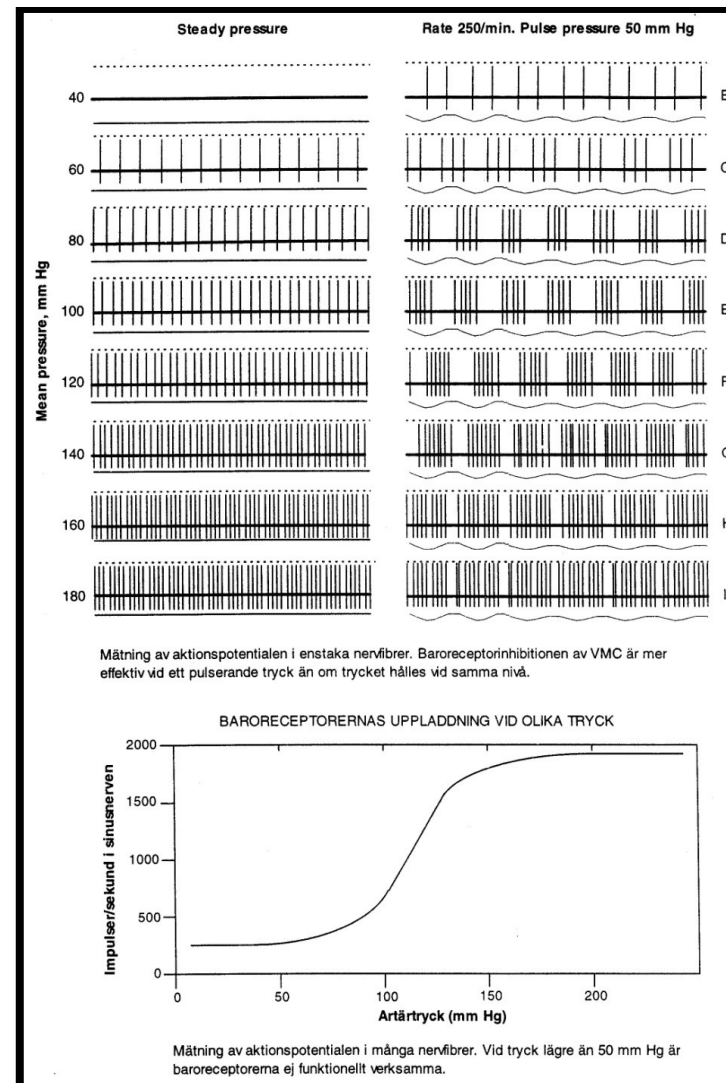


Baroreceptorernas aktivitet

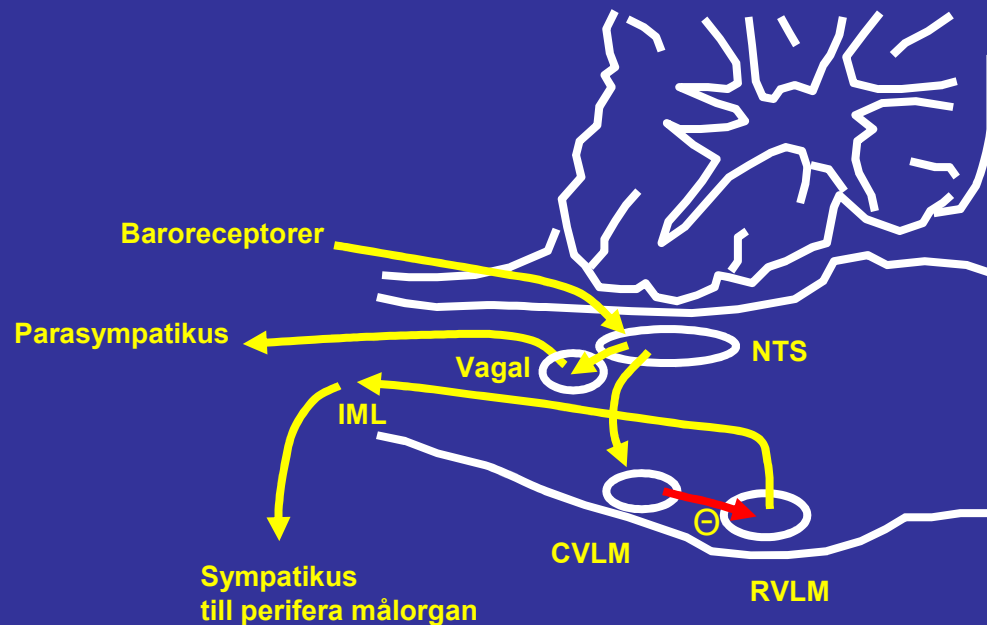
Baroreceptorernas aktivitet är högre om de utsätts för ett oscillerande tryck än om trycket är stabilt.

Baroreceptorerna är aktiva mellan 50 och 175 mmHg.

Baroreceptorernas aktivitetsområde förskjuts ("resetting") om de utsätts för en bestående förändring i blodtryck (t.ex. hypertoni).

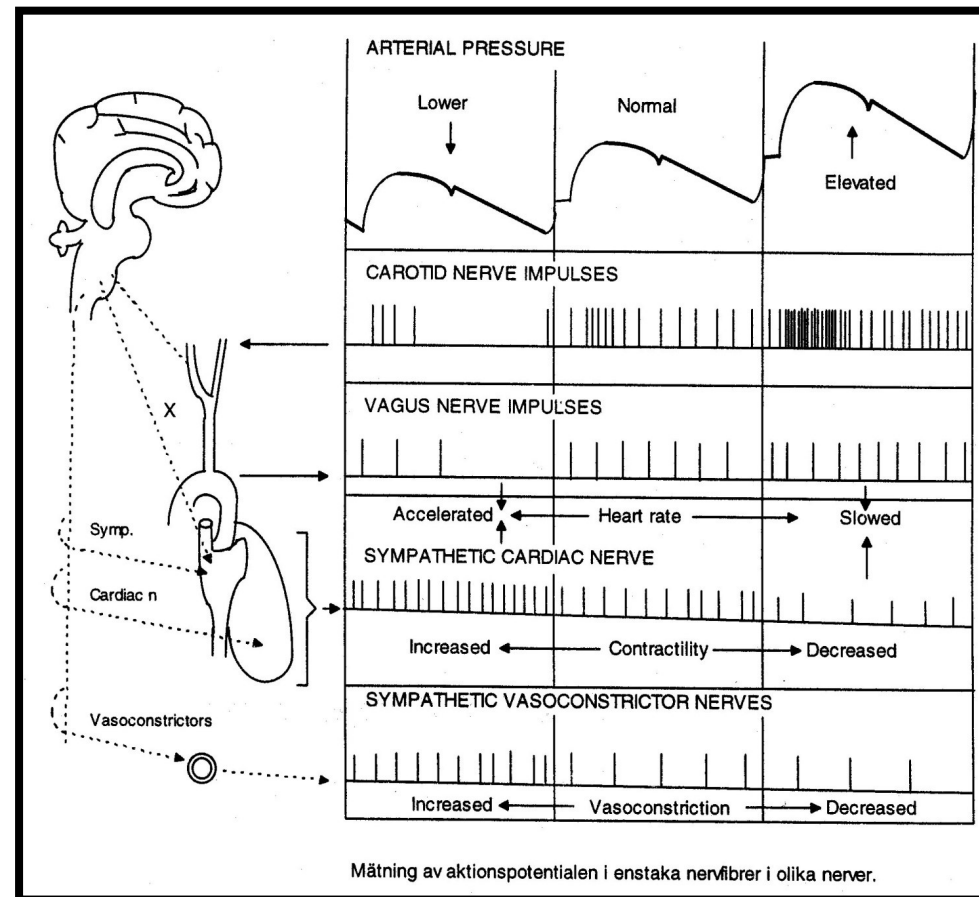


Ökat blodtryck ger minskad sympatikusaktivitet och ökad parasympatikusaktivitet via baroreceptorerna

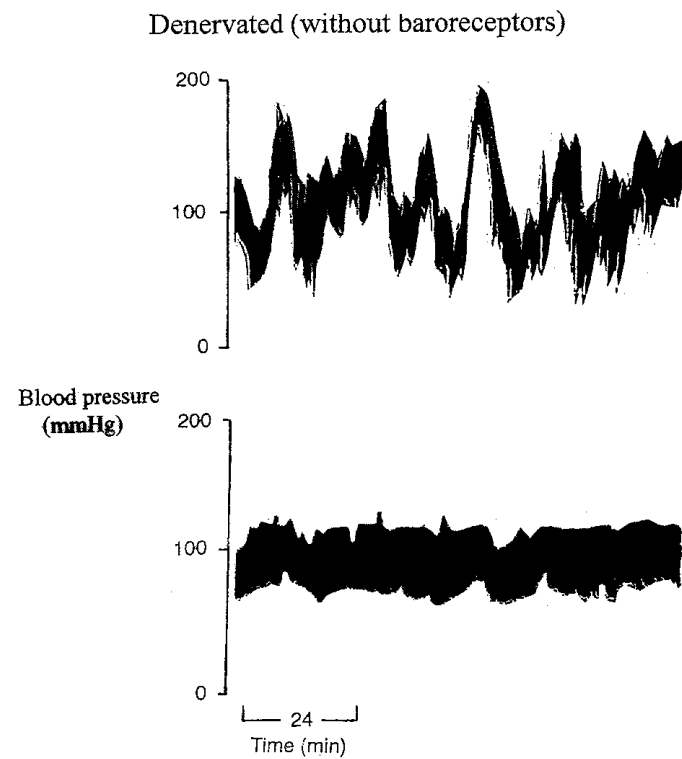


RVLM - Rostral VentroLateral Medulla
CVLM - Caudal VentroLateral Medulla
NTS - Nucleus Tractus Solitarius
AP - Area Postrema
IML - InterMedioLateral cell column
(spinal cord)

Afferenta och efferenta led i baroreceptormekanismen



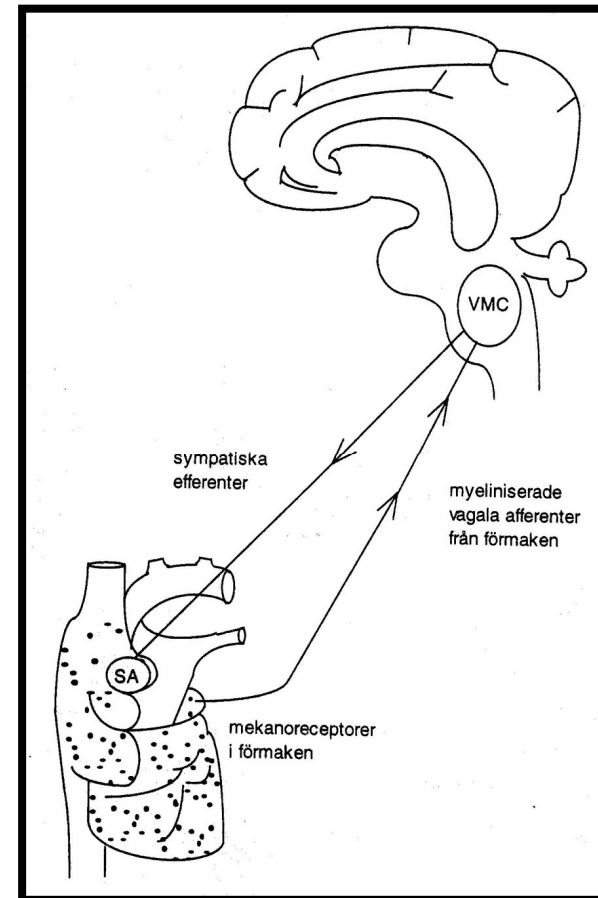
Högtrycksreceptorerna stabiliserar blodtrycket



Myeliniserade hjärtafferenter

Registrerar ökad fyllnad ->
tolkas som för mkt volym
-> hämmad ADH sekretion
(vasopressin)
-> ökad vattenutsöndring via njurarna

-> Ger takykardi (Bainbridge-reflexen)



Omyeliniserade hjärtafferenter

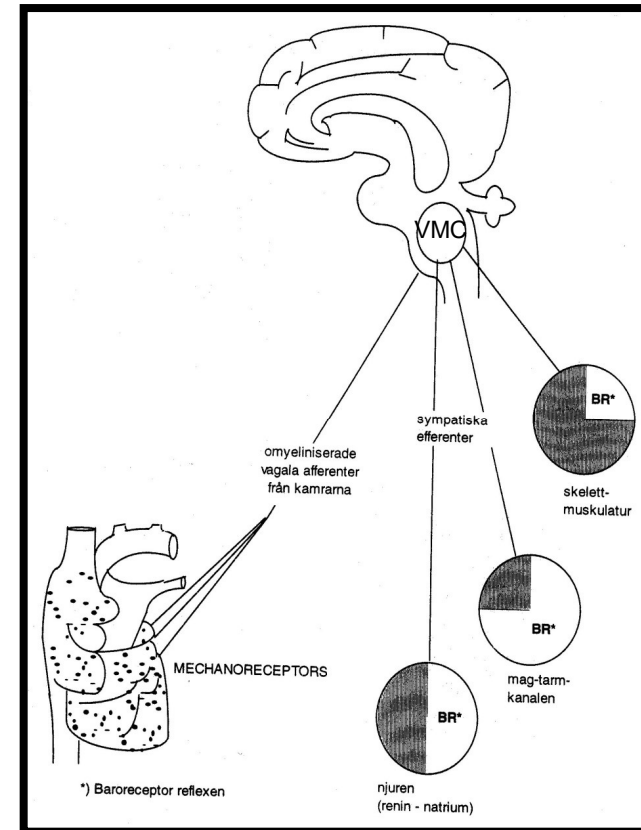
I N. vagus

Påverkar kärltonus i
skelettmuskel
(mag-tarm-kanal)
njure (reninsekretion, njurgenomblödning)

Bidrar till volymsreglering, Na-balans

Kan aktiveras farmakologiskt
(veratridin, Bezold-Jarish-reflexen)

Kan aktiveras vid myokardischemi
och paradoxalt vid låg kammarfyllnad
(vaso-vagal synkope)



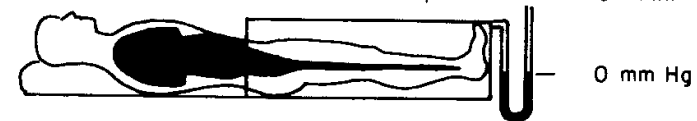
The circles indicate the relative contribution of the baroreceptor reflex (BR) and the un-myelinated vagal afferents (shaded area) for the different organ-systems.

Experimentell stimulering av lågtrycksreceptorer

SIMULATION OF ORTHOSTASIS BY LOWER BODY SUCTION

I. Control

Mean Arterial Pressure = 100 mm Hg
Arterial Pulse Pressure = 40 mm Hg
Central Venous Pressure = 5 mm Hg
Cardiac Output = 6 l min⁻¹



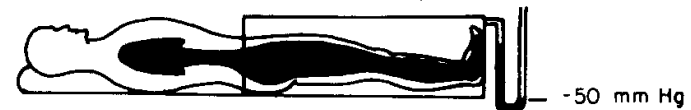
II. Mild Suction

Mean Arterial Pressure = 100 mm Hg
Arterial Pulse Pressure = 40 mm Hg
Central Venous Pressure = 0 mm Hg
Cardiac Output = 5 l min⁻¹

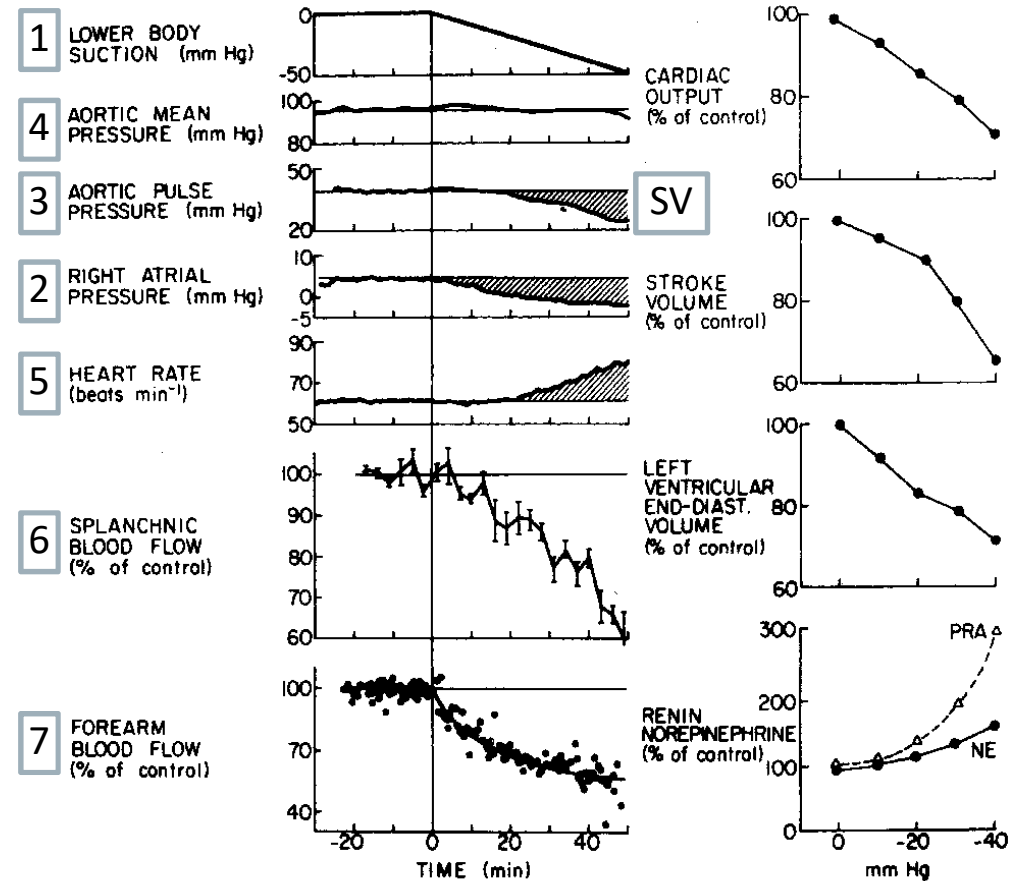


III. Moderate Suction

Mean Arterial Pressure = 100 mm Hg
Arterial Pulse Pressure = 25 mm Hg
Central Venous Pressure = -2 mm Hg
Cardiac Output = 4 l min⁻¹

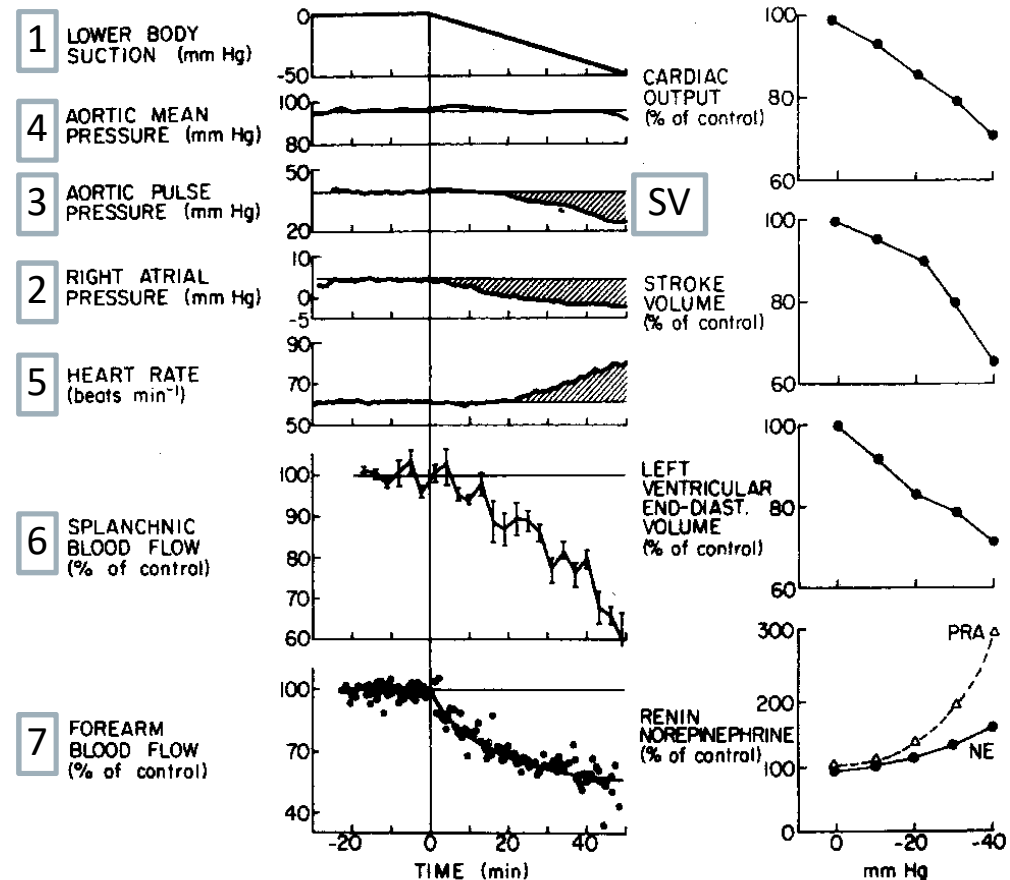


Lågtrycksreceptorers effekt på cirkulationen

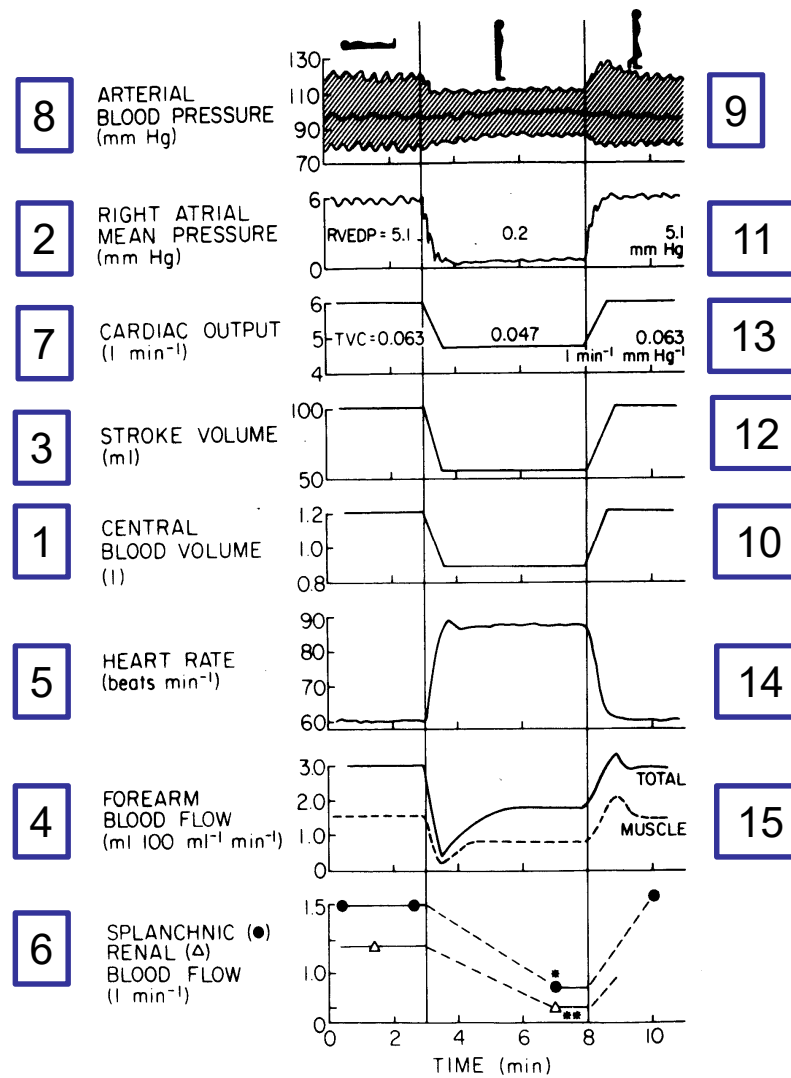


Lågtrycksreceptorers effekt på cirkulationen

1. Minskar central blodvolym
2. -> minskad fyllnad av h förmak
3. Minskad Ao pulstryck (SV)
4. MAP någorlunda constant
5. HR ökar
6. Minskad blodflöde till mag/tarm
7. Minskat flöde till skelettmusk

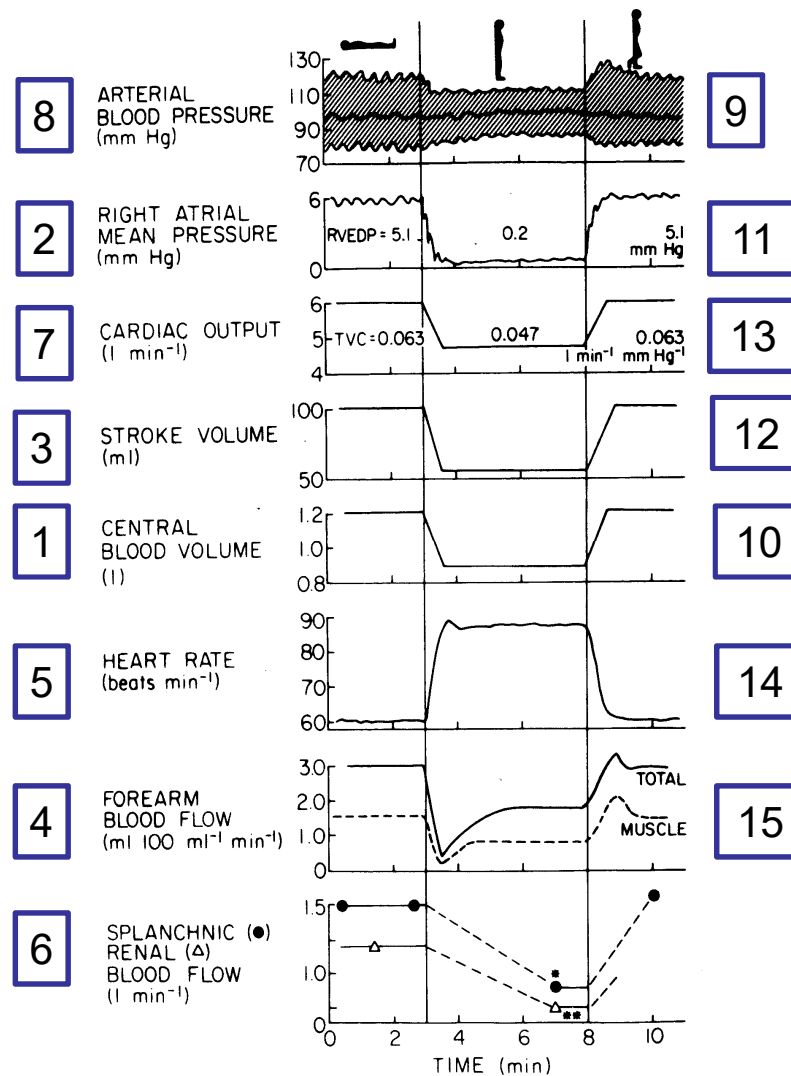


Lägesförändring



Lägesförändring

1. Minskad central blodvolym
2. Minskat h förmaks P
3. -> minskad SV
4. minskat flöde sk m (vasokonstriktion)
5. ökad HR
6. Minskad flöde mage/tarm
7. Någorlunda bibehållen CO, (dock minskad)
8. Minskad SV -> minskad systoliskt tryck samt vasokonstriktion ger ökad diastoliskt P -> minskad PP



Kemoreceptorer

Aortabågen och glomus caroticum

Glomus caroticum

mycket högt blodflöde (2000 ml/(min 100g))
blodets PO_2 påverkas ej av lokal metabolism

Sinus-caroticus-nerven (IX)

Känsliga för PCO_2 och lågt PO_2 (< 8 kPa)

Excitatoriska på sympatikus

Svaret moduleras av mekanoreceptorer i lungan.

Om lungan rör sig

(sekundär kemoreceptorreflex):

takykardi

takypné

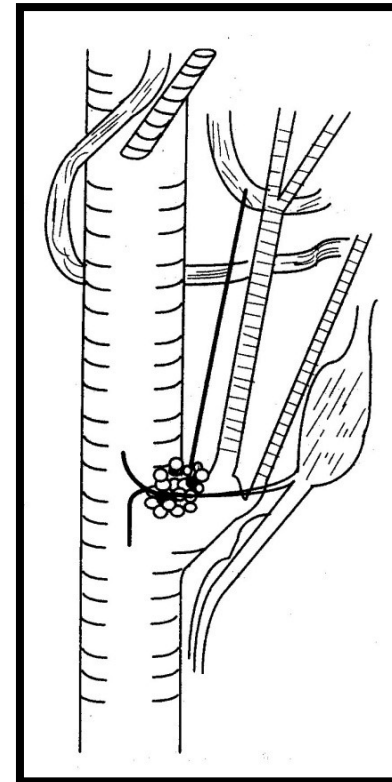
ringa eller ingen vasokonstriktion

Om lungan inte rör sig (jämför dykreflexen)

(primär kemoreceptorreflex):

bradykardi

perifer vasokonstriktion



Chock

Otillräcklig cirkulerande blodvolym

Typer:

- Hypovolemisk chock
 - Blödning
 - Grav uttorkning
- Kardiogen chock
 - Hjärtinfarkt
 - Tamponad
- Distributiv chock
 - Anafylaxi
 - Sepsis
 - Neurogen chock

Symptom:

- Lågt blodtryck
- Takykardi (oftast)
- Takypné
- Blek, kall, fuktig hud
(undantag: distributiv chock !)
- Tecken på organsvikt:
 - anuri
 - hypoxi

Livräddnings- ABC: C syftar på skadechock, ej psykologisk chock!

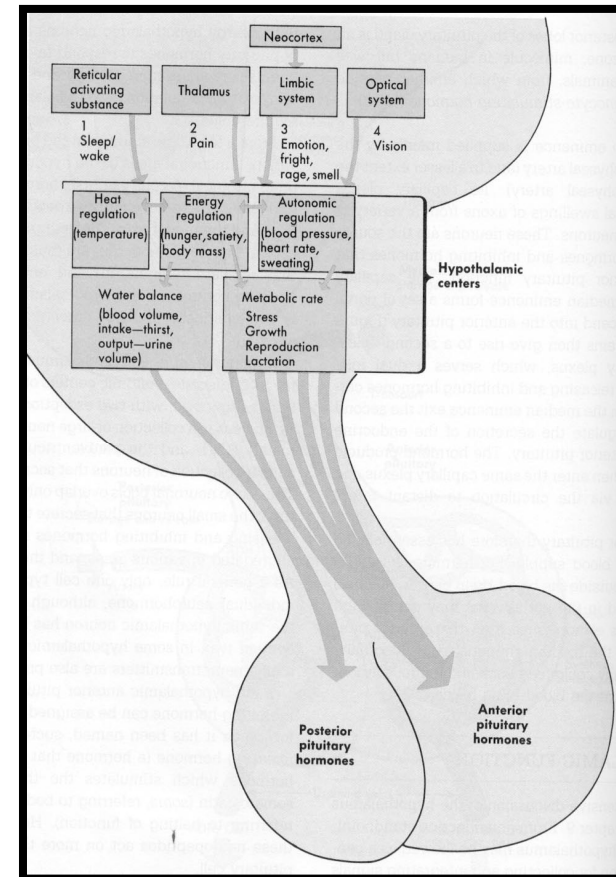
Kardiovaskulära “program” i CNS

Defence reaction – Svar på ytte hot som skall avvärjas. Ökad vakenhet (“Arousal reaction”). Kontroll av territoriet. Aggression. ↑ NA, A, renin, gonadotropiner, testosteron, oxytocin.

Defeat reaction – Svaret när man förlorar kontrollen. Hippocampus. Passiv. Ger upp territoriet. ↑ ACTH, kortikosteronk. ↓ gonadotropiner, testosteron.

Playing dead reaction – aktivering av gyrus cinguli och projektion till medullära depressorarean. Defence reaction i vissa djur (opossum). Starkt depressorsvar, bradykardi, vasodilatation, respirationshämning. Motsvaras av emotionell svimning hos människan?

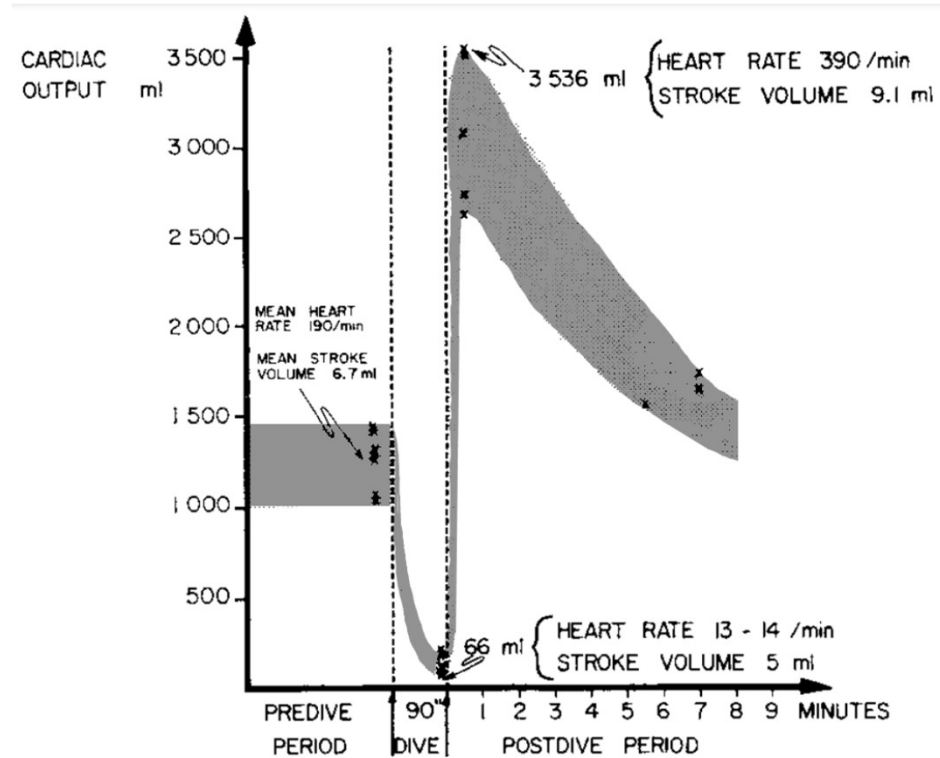
Dykreflexen – I huvudsak styrd från medullan men med viktiga inflöden från hypothalamus och det limbiska systemet. Utlöses av receptorer i trigeminusområdet när dessa sänks under vatten; förstärks av kemoreceptorstimuli. Markerad perifer vasokonstriktion, bradykardi och reducerad minutvolym. Leder till ett hjärt-lung-kretslopp. Mest uttalat hos dykande djur som sälar, valar, ankor, men kan också utlösas i människan (babysim).



Dykreflexen

En ankas näbb hålles nere under vatten i 90 sekunder. Detta ger en uttalad bradykardi. Minutvolymen faller till 7%.

När näbben kommer upp i luften får man en långvarig reaktiv takykardi. Minutvolymen blir 2,8 gånger den i vila.

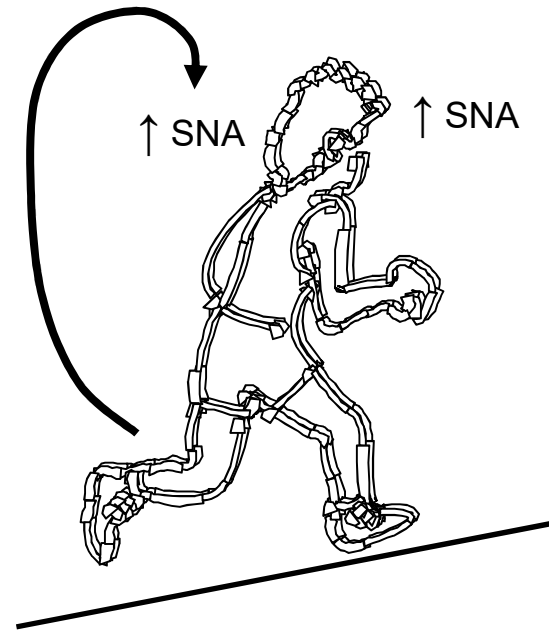


Folkow et al., *Acta Physiol.Scand.* **70**:347-361, 1967

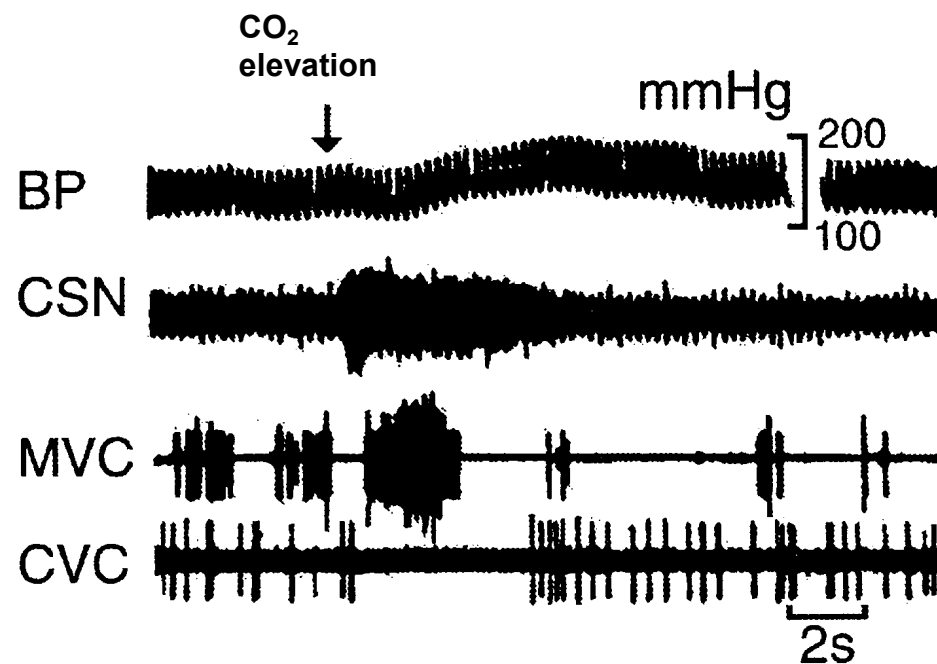
Fysisk ansträngning

Sympatikusaktivering

1. CNS framkallar ökning i sympatikusutflöde tillsammans med motoraktivitet.
2. Signaler från muskler till det medullaära kardiovaskulära centrum ger ytterligare stimulering av sympatikusutflödet ("metaboreflex").



Sympatikusaktivering kan vara selektiv och är inte alltid global



CSN = afferent carotid sinus nerve

MVC = muscle vasoconstrictor activity

CVC = cutaneous vasoconstrictor activity

Morrison S F Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol
2001;281:R683-R698

Defence reaction (flykt- eller attack-beteende)

I främre delen av hypotalamus.

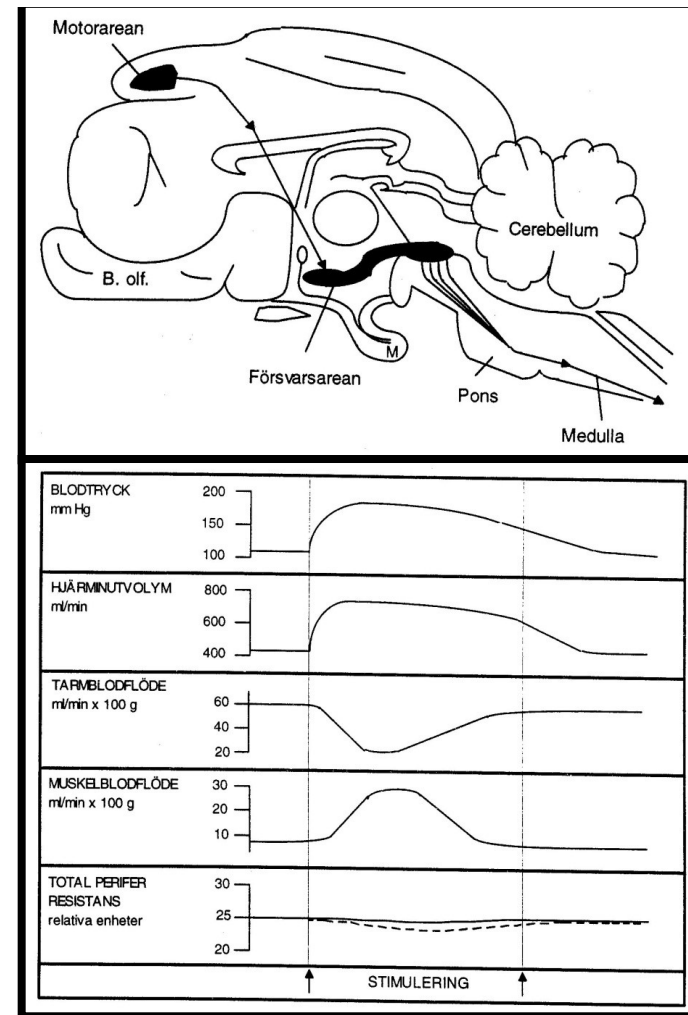
Aktiveras vid stress och vid alarm- eller defence-reaktioner.

Leder till kraftiga kardiovaskulära reaktioner såsom blodtrycksstigning, takykardi, ökad hjärtminutvolym.

Blodflödet leds bort från njurar och splanknikus och leds till skelettmuskel.

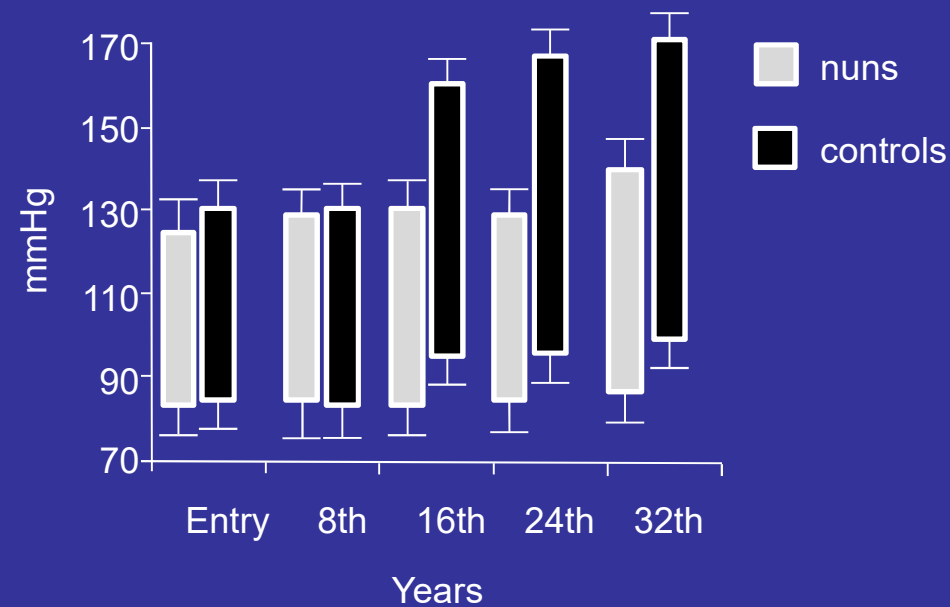
Detta uppnås med differentierat sympatikusutflöde.

Också ökad frisättning från binjurarna av adrenalin (som stimulerar β_2 -receptorer) och kortison.



Streckad linje visar förloppet vid muskelaktivitet

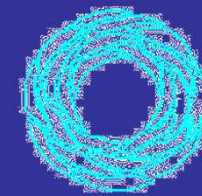
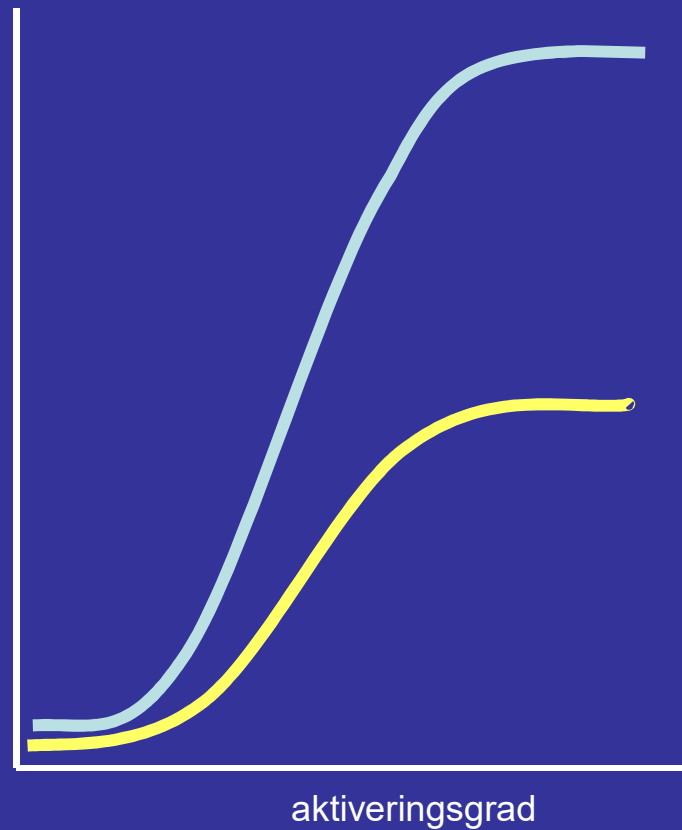
Klosterliv förebygger blodtrycksstigning med åldern



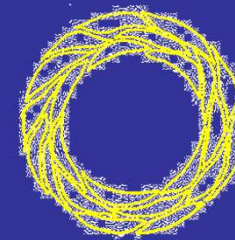
Timio et al., *Physiol.Behav.* **73**:359-363, 2001

Vid hypertoni byggs blodkärlen om och reagerar starkare

resistans



vid
hypertoni



normalt

Mulvany MJ. Small artery remodeling and significance in the development of hypertension. News Physiol Sci. 2002;17:105-109.

