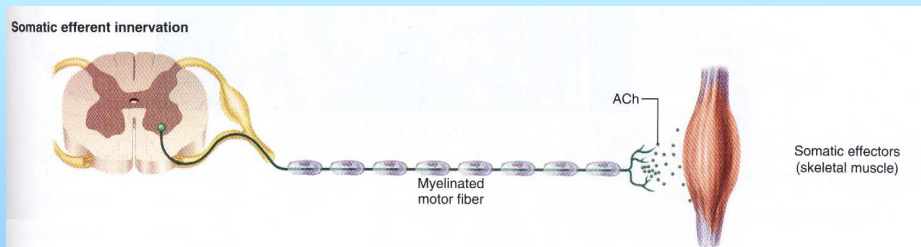


FIZJOLOGIA UKŁADU NERWOWEGO część II

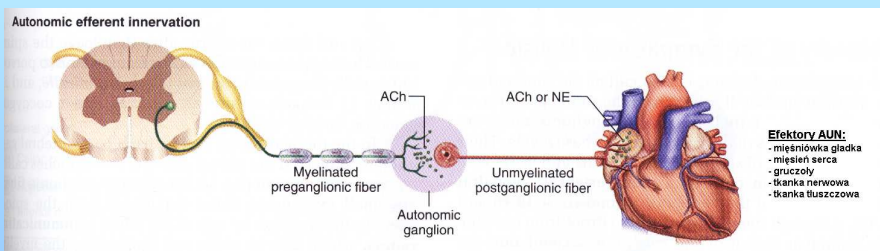
Opracowała: lek.med. Agnieszka Adamczak-Ratajczak

Układ nerwowy somatyczny - reaguje na bodźce dochodzące ze środowiska zewnętrznego, reakcja zwykle jest skierowana na zewnątrz.



Autonomiczny układ nerwowy:

- jest integralną częścią osi psycho-neuro-immuno-hormonalnej
- bierze udział w utrzymaniu homeostazy ustrojowej
- czynność jego jest skierowana do wnętrza ustroju



3

Cechy charakterystyczne AUN

- podwójne, antagonistyczne unerwienie (czasem synergistyczne)
- obecność zwojów w drogach eferentnych
- występują włókna przedzwojowe i zazwojowe drogi eferentnej UA
- w zwojach występuje bardzo dużo synaps
- oprócz transmittera wydzielane są kotransmitery oraz/lub modulatory
- informacja przewodzona jest włóknami bezosłonkowymi (latencja AUN jest dłuższa niż układu somatycznego)

4

Czynność układu autonomicznego

- **Funkcja fazowa** - polega na reakcjach AUN wywołanych przez bodźce wprowadzane przez receptory sensoryczne
- **Funkcja toniczna** - sterująca rytmem biologicznymi podtrzymującymi homeostazę (pobudliwość komórek, czynność pracy serca, RR), podlega modyfikacji przez impulsację z generatora wzorca oddechowego - przykładem jest niemiarywość oddechowa
- **Funkcja troficzna** - modyfikująca procesy biosyntezy białek (strukturalnych, receptorowych, enzymatycznych), na tej drodze reguluje metabolizm i stan energetyczny organizmu

5

Ośrodkowa kontrola AUN

Aktywność układu autonomicznego kontrolowana jest na czterech podstawowych poziomach:

- rdzenia kręgowego
- pnia mózgu
- podwzgórza
- kory mózgowej

6

Podział strukturalny AUN

AUN dzielimy na:

- część współczulną
- część przywspółczulną
- część jelitową
- włókna trzewno-czuciowe

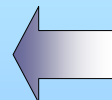
7

Podział strukturalny AUN

Część współczulna - neurony znajdujące się w obrębie
słupów pośrednio-bocznych istoty szarej rdzenia
kręgowego
Th₁-Th₁₂ i L₁-L₃

włókna przedzwojowe - acetylocholina ACh

włókna pozazwojowe - noradrenalina NA



część

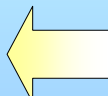
adrenergiczna

8

Podział strukturalny AUN

Część przywspółczulna - neurony ośrodkowe położone są w części głowowej (jądra nerwów czaszkowych III, VII, IX, X) oraz krzyżowej (**S₂-S₄**)

włókna przedzwojowe - acetylocholina ACh
włókna zazwojowe - acetylocholina ACh



część cholinergiczna

9

Kotransmisja w AUN

Kotransmisja - zjawisko wydzielania przez neuron AUN więcej niż jednego transmitera.

- Obok głównego transmitera wydzielane są kotransmitery (małe pęcherzyki synaptyczne) i/lub neuromodulatory (duże pęcherzyki)
- Zakończenia przywspółczulne - obok ACh wydzielane są:
 - VIP, PHI (peptyd histydyno-leucynowy)
 - w przewodzie pokarmowym: enkefaliny, ATP, substancja P, gastryna, cholecystokinina (CCK), peptyd uwalniający gastrynę (GRP)
 - w odcinku krzyżowym: serotonina, wazoaktywny peptyd jelitowy (VIP), ATP, enkefaliny

10

Kotransmisja w AUN

- Układ współczulny:
 - główny transmitter noradrenalina
 - w dużej części UW wydzielana jest acetylocholina (mięśnie gładkie naczyń mięśni szkieletowych, gruczoły potowe, ślinianki)
 - histamina (naczynia mózgu - bóle głowy, naczynia skóry - rozszerzenie w stanach emocjonalnych naczyń skóry policzków i uszu)
 - kotransmitter UW neuropeptyd Y (NPY), wazoaktywny peptyd jelitowy (VIP)
- Włókna przedzwojowe
 - główny transmitter acetylocholina
 - występują też: dopamina, peptyd podobny do LH-RH, substancja P oraz enkefalina leucynowa (ENK-L)

11

Przeniesienie informacji do wnętrza komórki

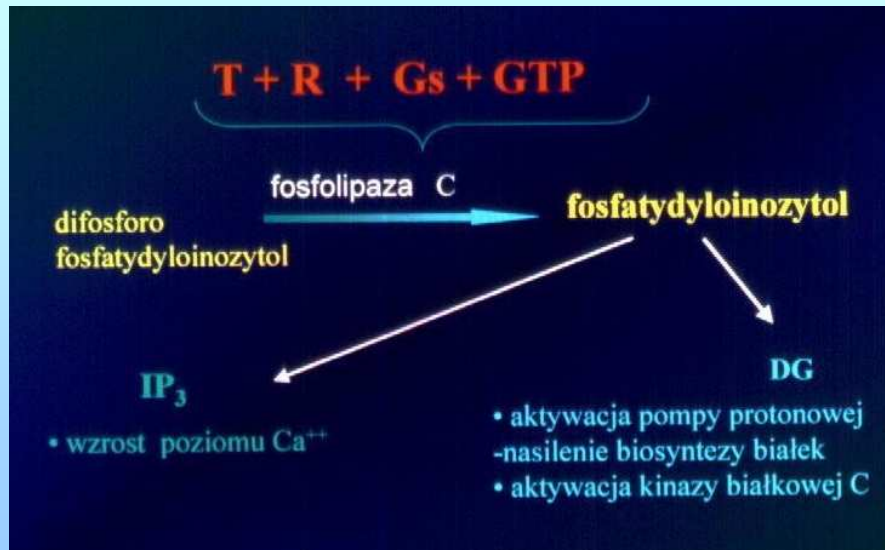
TRANSDUKCJA-
przeniesienie informacji przez błonę komórkową.



AMPLIFIKACJA- wzmocnienie przenoszonej informacji przy mniejszej ilości transmitera niż drugiego przekaźnika

12

Przeniesienie informacji do wnętrza komórki



13

Receptory układu autonomicznego

Najczęściej używane kryteria podziału receptorów błonowych:

- Ze względu na transmitter na jaki dany receptor reaguje (podział chemiczny): receptory **cholinergiczne i adrenergiczne**
- Ze względu na układ II przekaźnika występujący w receptorze: receptory **cyklu fosfatydyloinozytowego i cAMP**
- Ze względu na efekty wywołane w komórce: receptory **jonotropowe i metabotropowe**

14

Receptory układu autonomicznego - adrenergiczne

Receptory α -adrenergiczne (α_1 i α_2)

α_1

- Receptory postsynaptyczne
- **lokalizacja:** na powierzchniach pozaneuronalnych błon komórkowych komórek docelowych na obwodzie (w błonach postsynaptycznych ślinianek, mięśniówki gładkiej naczyń, macicy, oskrzeli, przewodu pokarmowego) oraz w neuronach mózgu
- **agonista:** *fenylefryna*
- **bloker:** *prazosyna*
- **II przekaźnik:** *układ fosfatydylo-inozytolu*

15

Receptory układu autonomicznego - adrenergiczne

Receptory α -adrenergiczne (α_1 i α_2)

α_2

- Receptory presynaptyczne, autoreceptory dla neuronów adrenergicznych
- **lokalizacja:** na zakończeniach aksonów adrenergicznych, w CUN mogą być w synapsach somatodendrytycznych niektórych struktur
- **agonista:** *klonidyna*
- **bloker:** *johimbina*
- **II przekaźnik:** *układ cAMP* hamowany przez białko G_i

16

Receptory układu autonomicznego - adrenergiczne

Receptory β -adrenergiczne (β_1 i β_2)

β_1

- **lokalizacja:** głównie mięsień sercowy, nerki
- **bloker:** *propranolol, metoprolol*
- **II przekaźnik:** *układ cAMP*
- **efekty pobudzenia receptorów:** w sercu dodatnie działanie tropowe (inotropowe, chronotropowe, batmotropowe, dromotropowe)

17

Receptory układu autonomicznego - adrenergiczne

Receptory β -adrenergiczne (β_1 i β_2)

β_2

- **lokalizacja:** mięśnie gładkie naczyń, oskrzeli, macicy, tkanka tłuszczowa, wątroba, mięśnie szkieletowe
- **agonista:** *fenoterol*
- **bloker:** *propranolol*
- **II przekaźnik:** *układ cAMP*
- **efekty pobudzenia receptorów:**
 - rozkurcz mięśni gładkich naczyń, oskrzeli, przewodu pokarmowego
 - pobudzenie glikogenolizy, lipolizy
 - zwiększenie uwalniania reniny
 - relaksacja ściany pęcherza moczowego

18

Receptory układu autonomicznego - cholinergiczne

Receptor nikotynowy

- składa się z pięciu podjednostek α_1 , α_2 , β , γ , δ tworzących porę wodną stanowiącą kanał jonowy
- **lokalizacja:** zwoje autonomiczne, płytki motoryczne, rdzeń nadnerczy
- **agonista:** nikotyna
- **bloker:** w zwojach AUN **heksametonium**, w płycie motorycznej **kurara**, niespecyficznym blokerem jest **atropina**
- **II przekaźnik:** brak
- jest klasycznym receptorem **jonotropowym**

19

Receptory układu autonomicznego - cholinergiczne

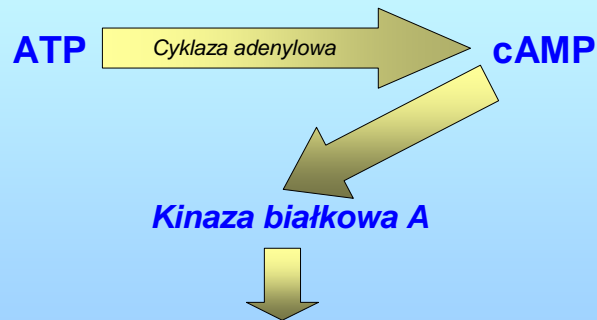
Receptor muskarynowy

- Sześć podtypów: M_1 , M_2 , M_3 , M_4 , M_5 , M_6
- **lokalizacja:** wszystkie występują w CUN, a na obwodzie w tkankach docelowych (M_1 - komórki błony śluzowej, M_2 -serce i mięśnie gładkie szczególnie drzewa oskrzelowego, M_3 -gruczoły łzowe)
- **bloker:** niespecyficzny **atropina** (M_1 i M_4 pirenzepina M_2 -skopolamina)
- **II przekaźnik:** M_1 , M_3 -cykl fosfatydyloinozytoloowy, M_2 , M_4 -układ cAMP

20

Receptory układu autonomicznego - II przełącznik

Receptory cAMP

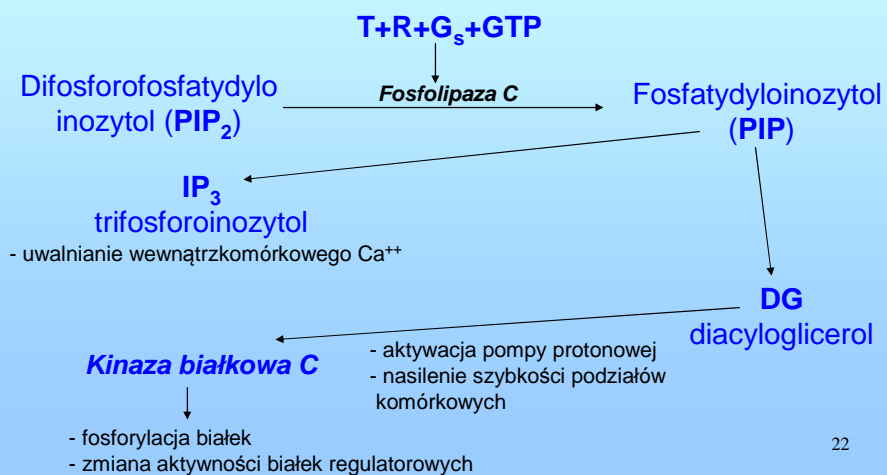


Efekty komórkowe: w sercu napływ jonów Ca^{++} , w adipocytach aktywuje lipazę → pobudzając hydrolizę triglicerydów, w wątrobie aktywuje glikogenolizę

21

Receptory układu autonomicznego - II przełącznik

Receptory cyklu fosfatydylo-inozytowego



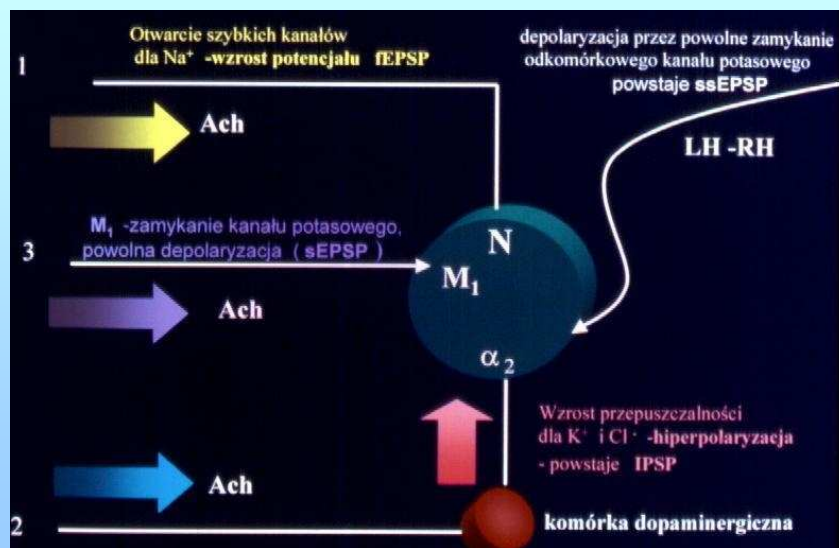
22

Receptory układu autonomicznego - efekty wywoływane w komórce

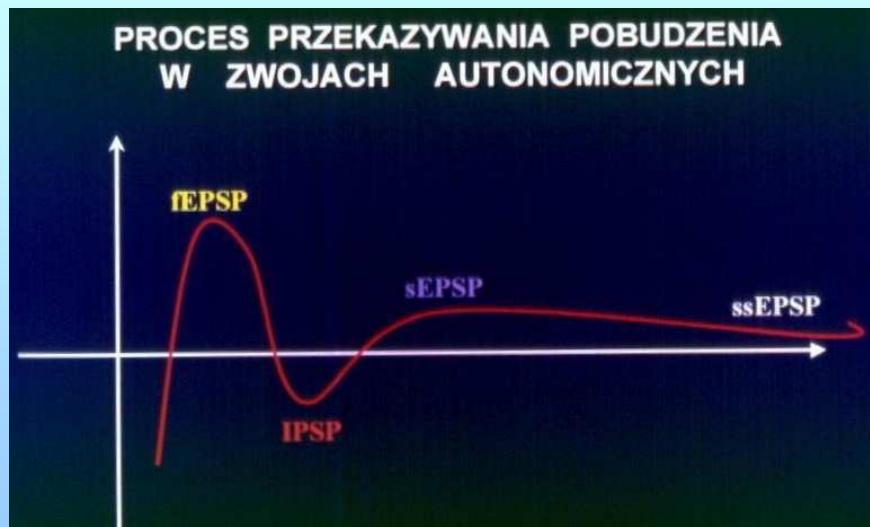
- **Receptory jonotropowe** - receptor cholinergiczny - nikotynowy
- **Receptory metabotropowe** - receptory adrenergiczne β_1 i β_2 oraz M, D₁, H₁, LH-RH, α_2 .

23

Czynność zwojów autonomicznych



Czynność zwojów autonomicznych



Regulacja liczby receptorów

Receptory w okresach kilku, kilkunastodniowych podlegają wymianie - proces ten nazywamy **internalizacją**.

Jeśli jest nadmierna ilość transmitera, przeważa internalizacja - **regulacja w dół**.

Jeżeli transmitera jest zbyt mało, komórka zwiększa ilość receptorów na błonie - **regulacja w górę**.

26

Nadwrażliwość poodnerwieniowa

Nadwrażliwość typu wczesnego (po 2-3 dniach od przzerwania włókien nerwowych) jest spowodowana brakiem sprawnych zakończeń nerwowych i co za tym idzie niewydolnością wychwyty neuronalnego.

Natomiast **nadwrażliwość typu późnego** (po 2-3 tygodniach od przzerwania włókien nerwowych) wynika ze zwiększenia się liczby receptorów - regulacja w górę.

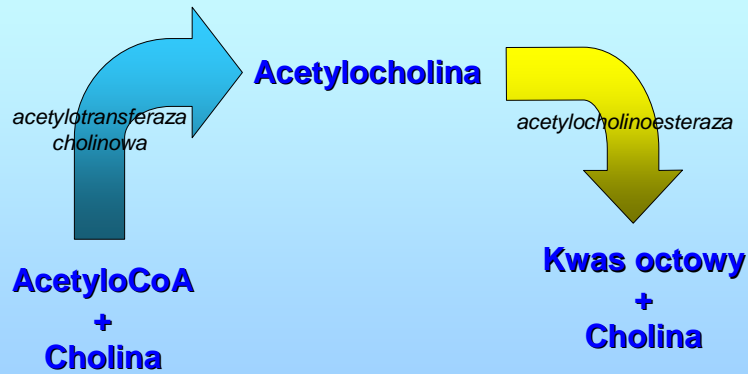
27

Neurotransmitery w AUN

NEUROTRANSMITER	CO-TRANSMITER
Katecholaminy Dopamina Noradrenalina Adrenalina	CCK, enkefality NPY, neuropeptyd, enkefality NPY, enkefality
Serotonina	CCK, substancja P, enkefality
Acetylocholina	VIP, substancja P, enkefality
GABA	CCK, NPY, enkefality
Glutaminiany	Substancja P
Glicyna	Neuropeptyd

28

Metabolizm acetylochliny



29

Metabolizm noradrenaliny

INAKTYWACJA NORADRENALINY:

- wychwyt I typu** - neuronalny :
wchłanianie zwrotne do 80 % przez zakończenie presynaptyczne.
Bloker : kokaina, rezerpina
- wychwyt II typu** - tkankowy w tkankach docelowych :
wchłanianie i rozkład NA na drodze enzymatycznej przez
- oksymetylotransferazę katecholową COMT
- monoaminooksydazę MAO typu A - (bloker imipramina, amfetamina)
Bloker : glikokortykoidy
- dyfuzja NA** z przestrzeni synaptycznej

30