

Az érzékelés biofizikájának alapjai

Érzékelési folyamat szereplői

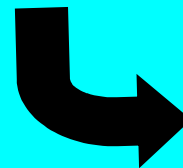
külső, belső
környezet
ingerei



inger-
specifikus
transzducer



neuron



központi
idegrendszer

Az inger jellemzői

MILYEN?

HOL?

MENNYI?

MEDDIG?

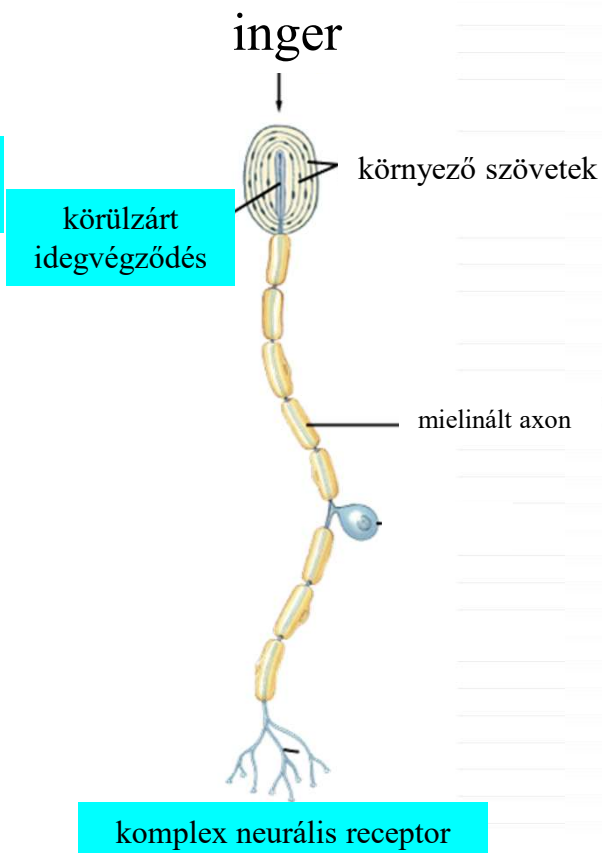
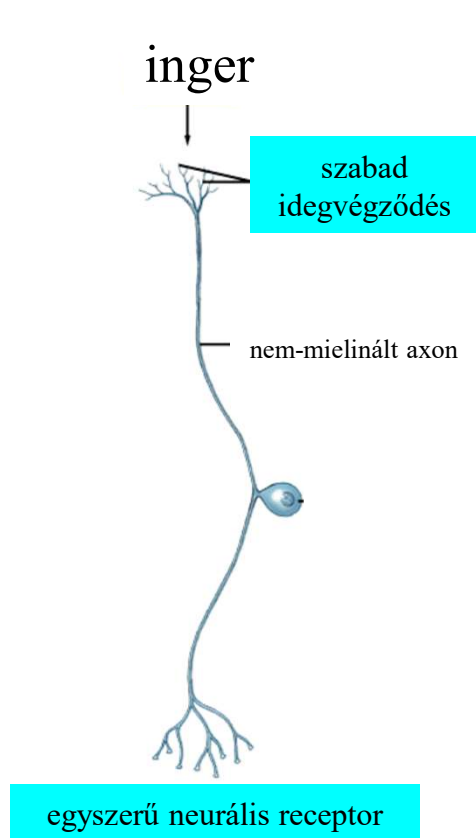
Magasabb szintű kódolás

térbeli

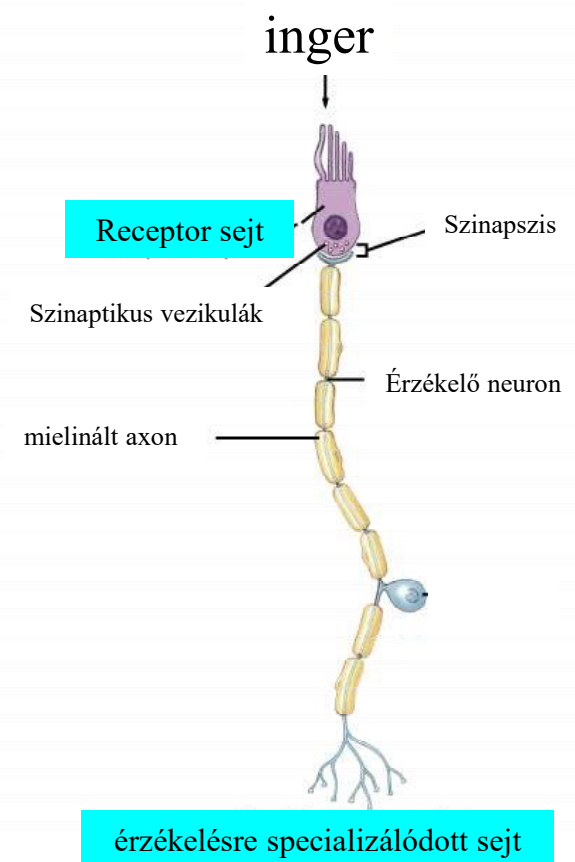
időbeli

Receptor felépítése

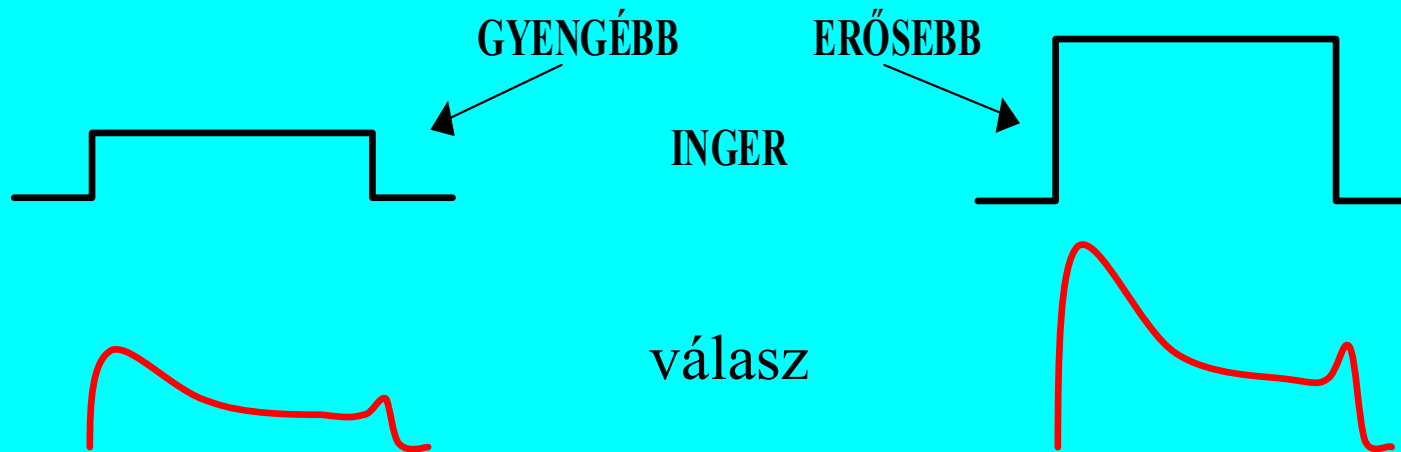
Primer receptor



Szekunder receptor



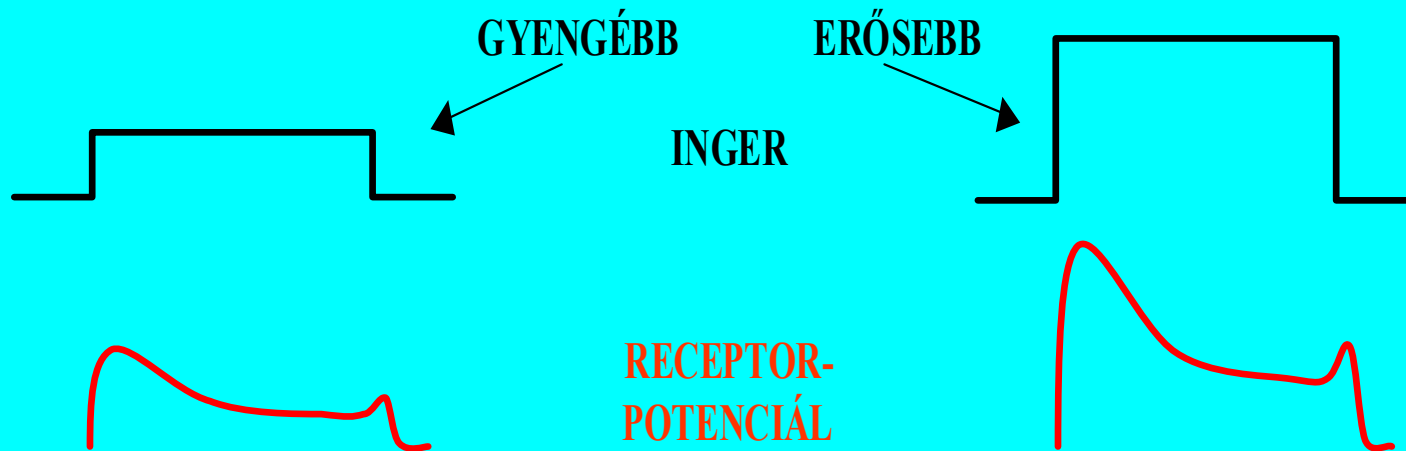
Receptor válasza az adekvát ingerre



Az általános, uniformis receptorválasz:

*a receptor nyugalmi potenciáljának
megváltozása*

RECEPTORPOTENCIÁL



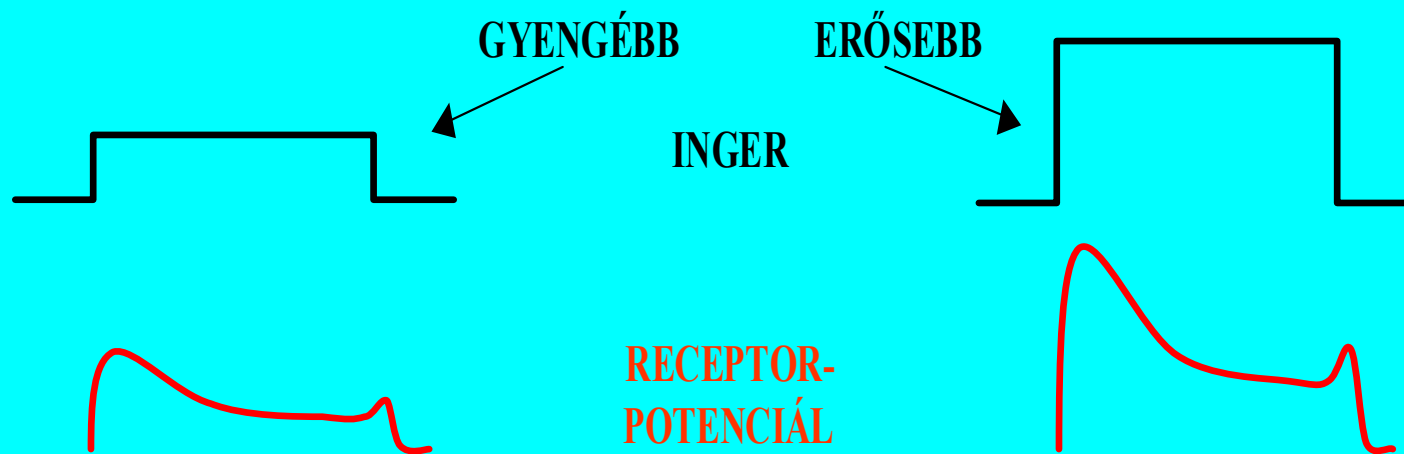
amplitúdója arányos az inger amplitúdójával

időtartama azonos az inger időtartamával

helyi potenciálváltozás

nem “Na-potenciál”

receptorpotenciál kialakulása: TRANSZDUKCIÓ


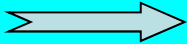




Nem-elektromos jel átalakítása elektromos jellé

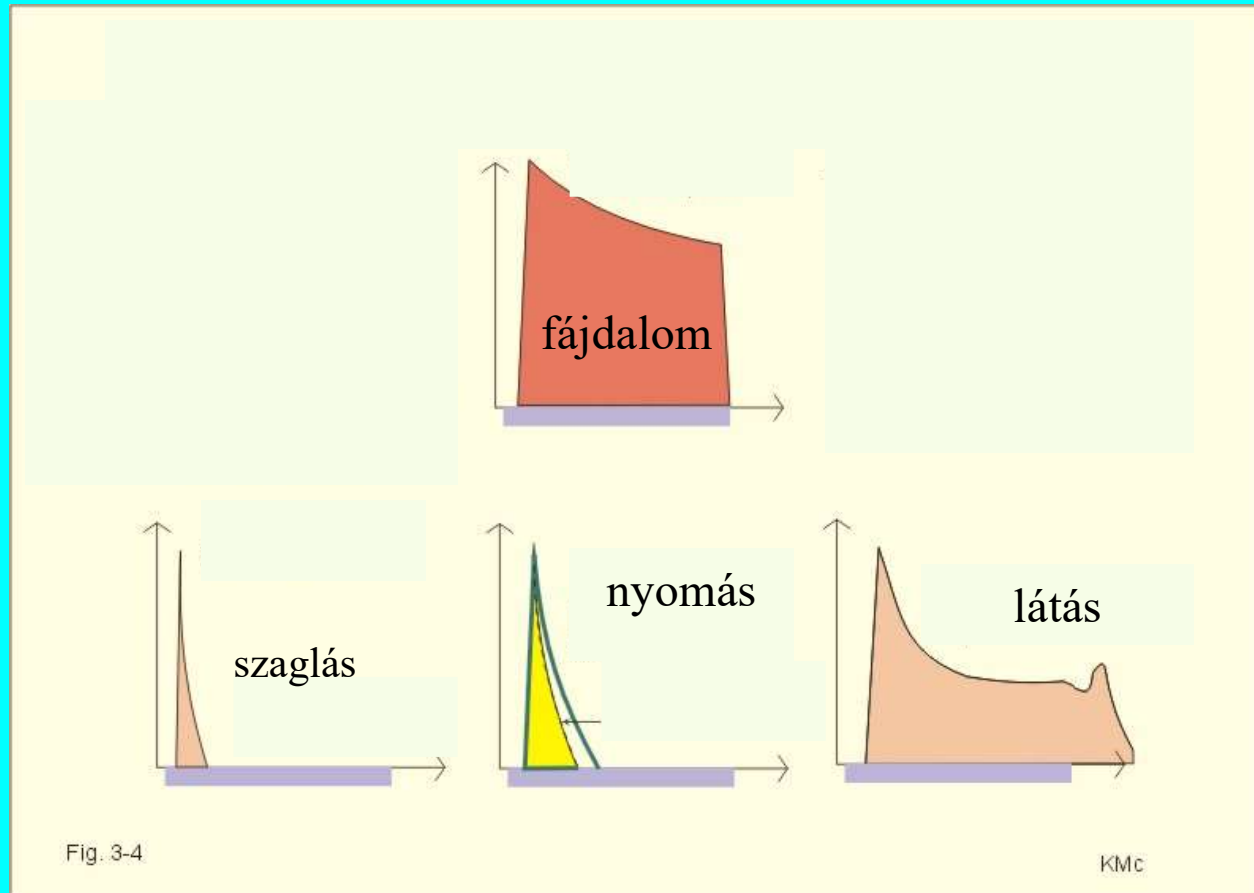
a receptor mint transzducer
működik

INGER

KÓD

- MILYEN?  A receptor típusa
- HOL?  A receptormező lokalizációja
- MENNYI?  A receptorpotenciál amplitúdója
- MEDDIG?  A receptorpotenciál időtartama

Adaptáció : a receptorpotenciál amplitúdójának csökkenése



Gyorsan adaptálódó receptorok : pl. tapintás, szaglás, hőérzet

Lassan / nem adaptálódó receptorok (pl. fájdalomérzékelők - fogfájás)

Az információ továbbítása a receptorról a neuronra / axonra

Szekunder receptor \Rightarrow szinapszis \Rightarrow axon

receptorpotenciál

neurotranszmitter

?

mennyisége

minősége

Primer receptor

\Rightarrow

helyi áramok \Rightarrow axon

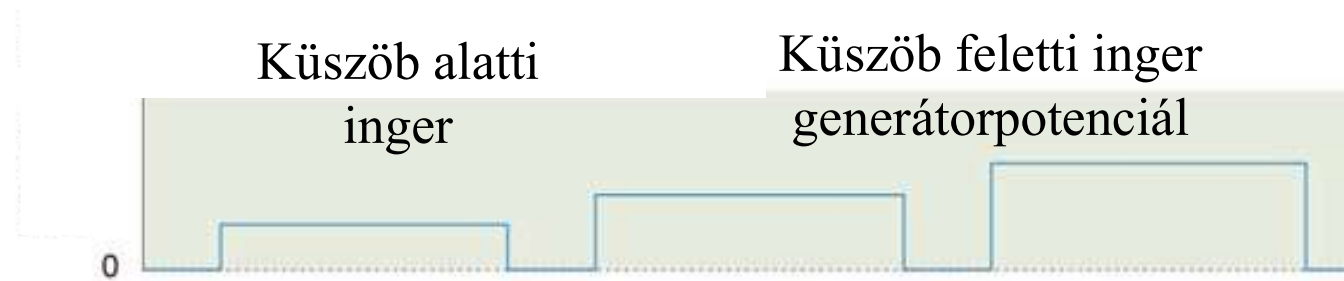
receptorpotenciál

áramerősség

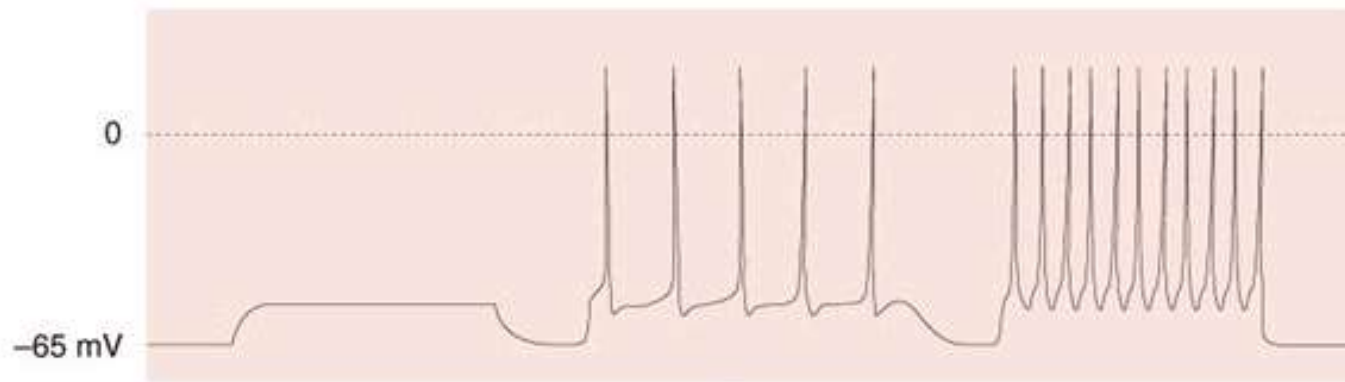
?

A receptorpotenciál hatása az ingerelhető membránra

Receptor-
potenciál



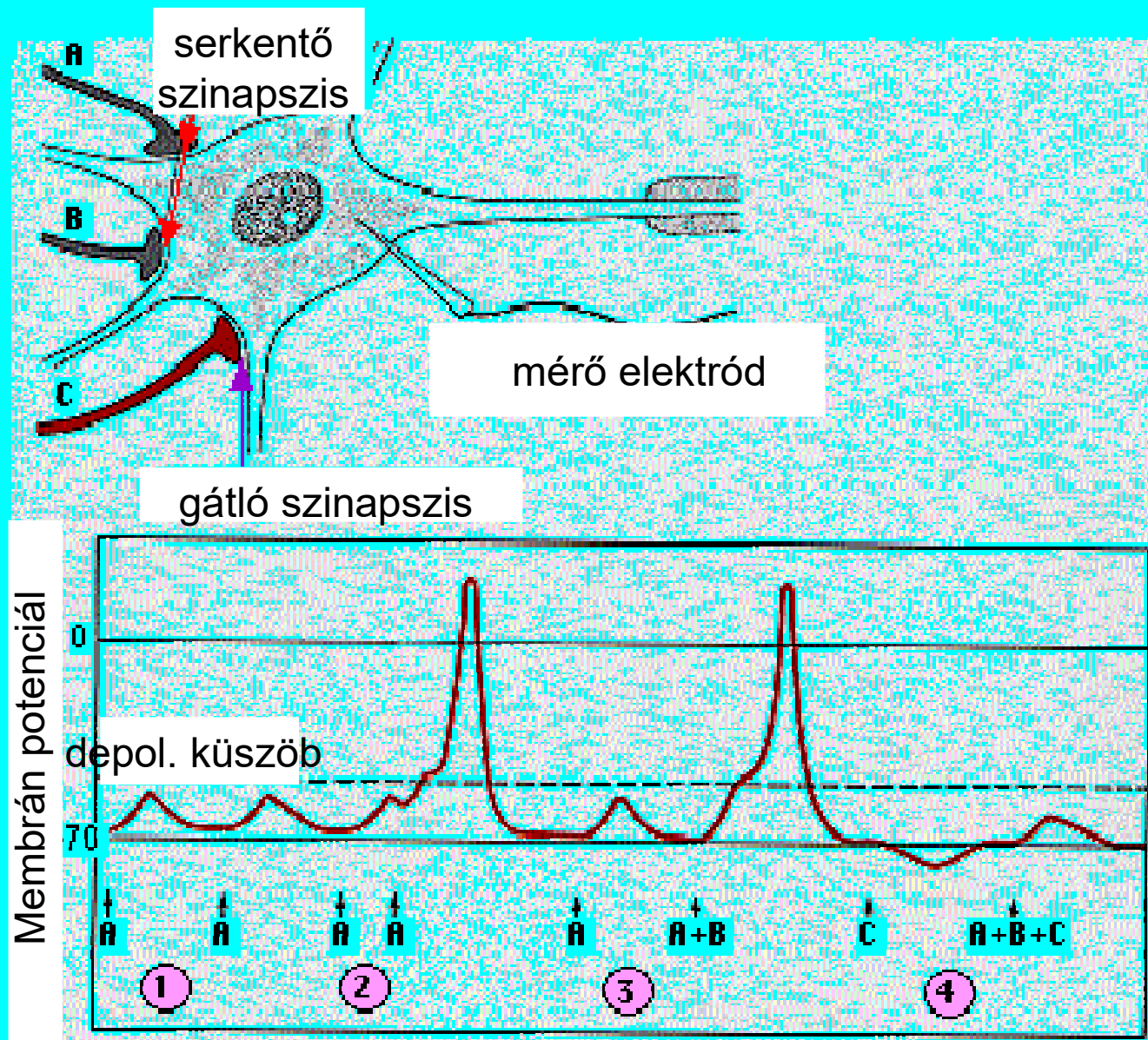
Axon
membrán-
potenciálja

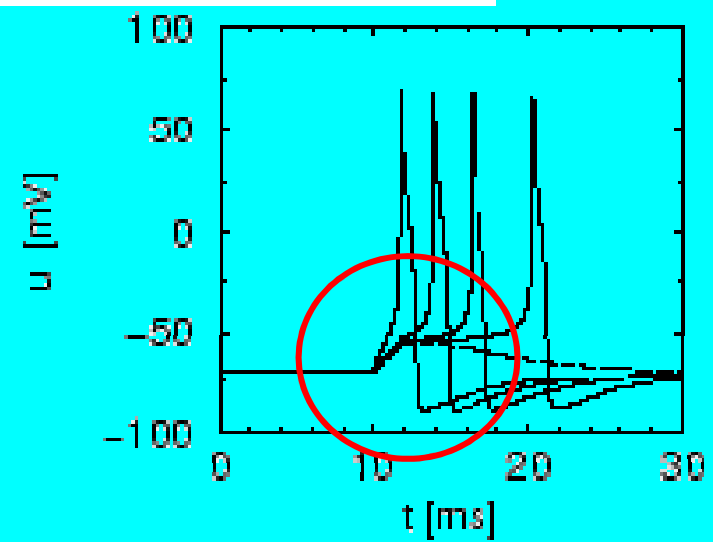
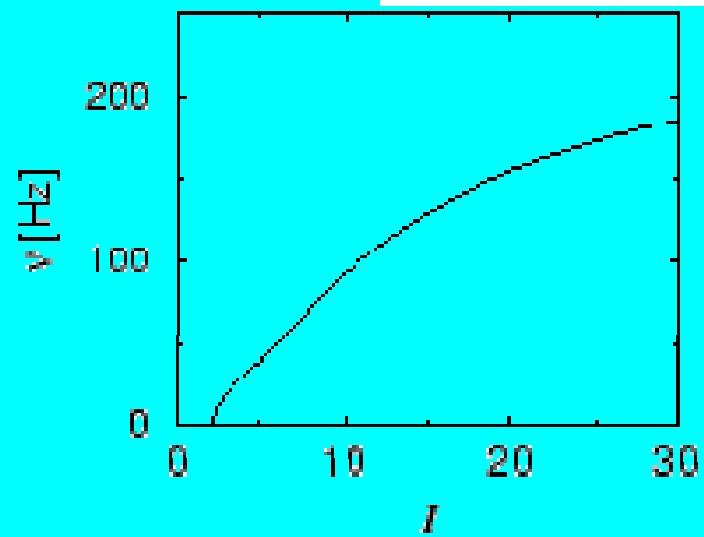
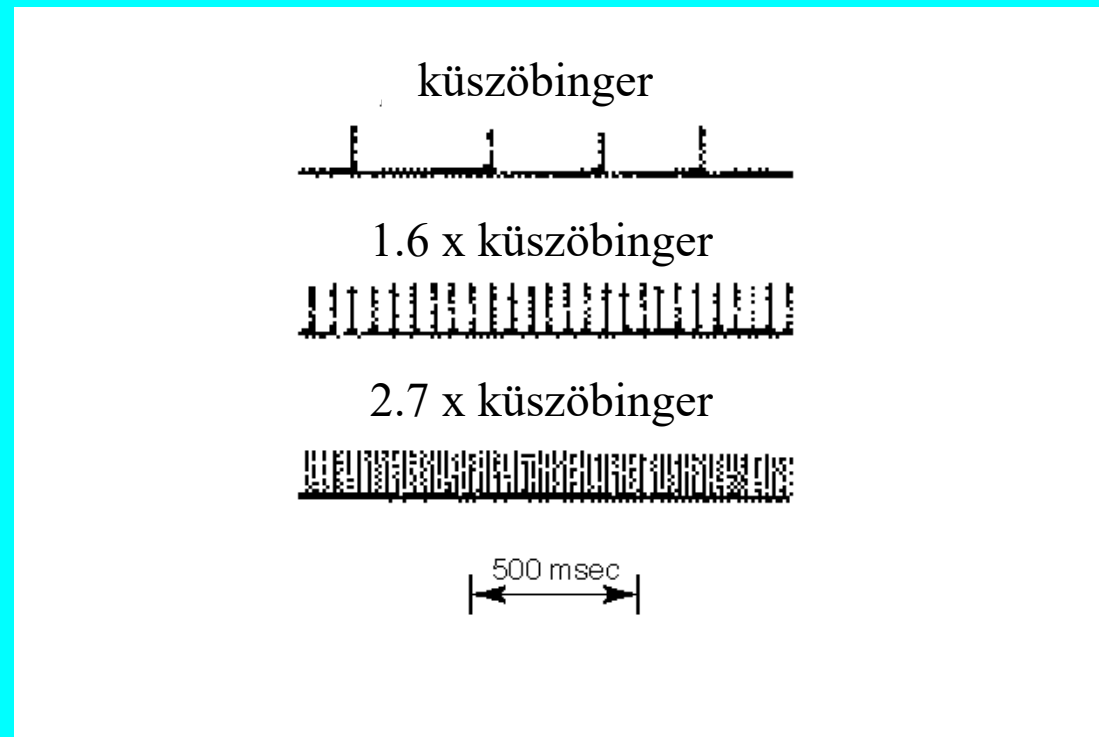


depolarizáció
(gátló szinapszisoknál
hiperpolarizáció)

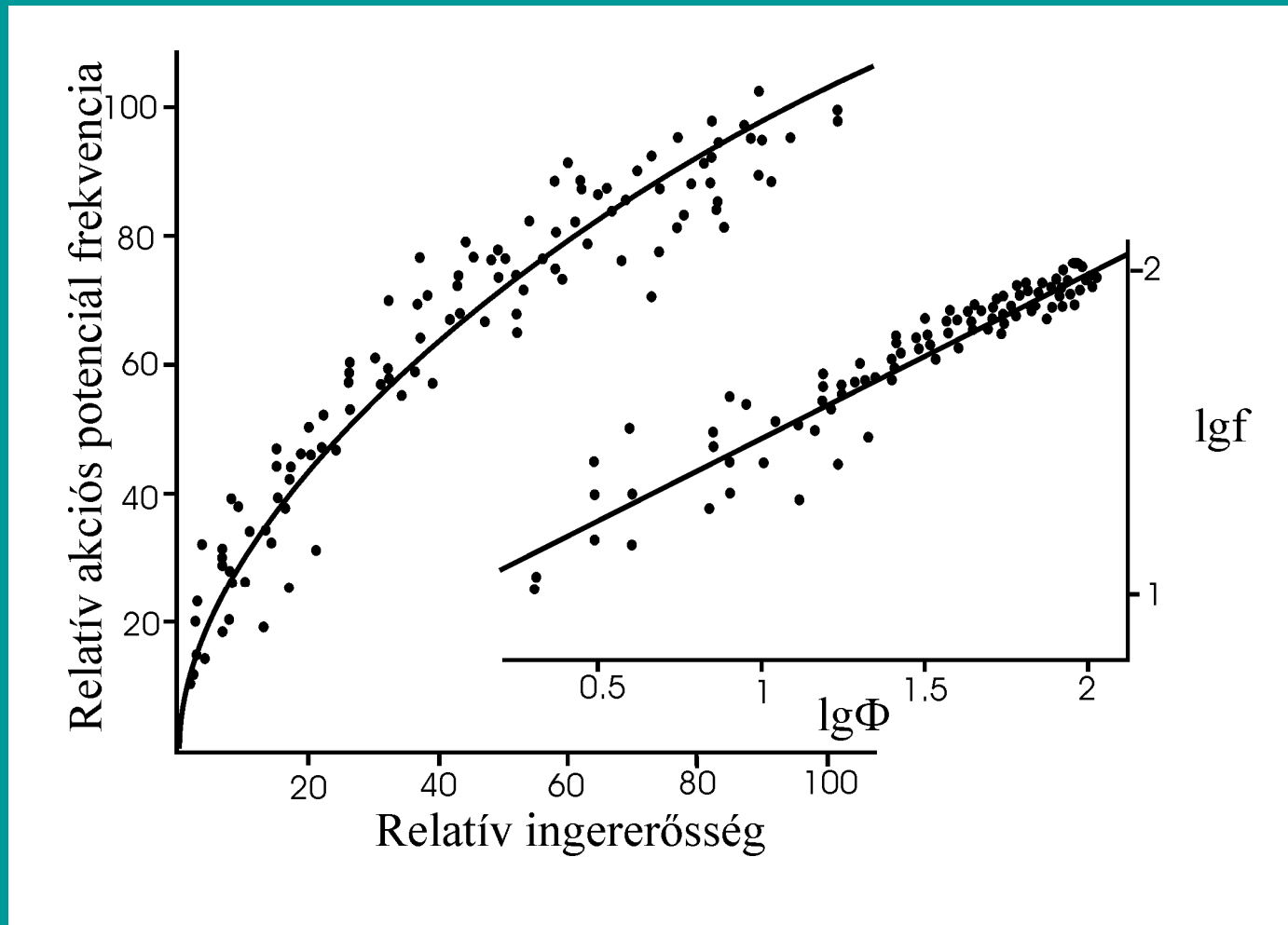
akciós potenciál
*Állandó amplitúdójú,
frekvencia modulált jel*

Időbeli és térbeli szummációra

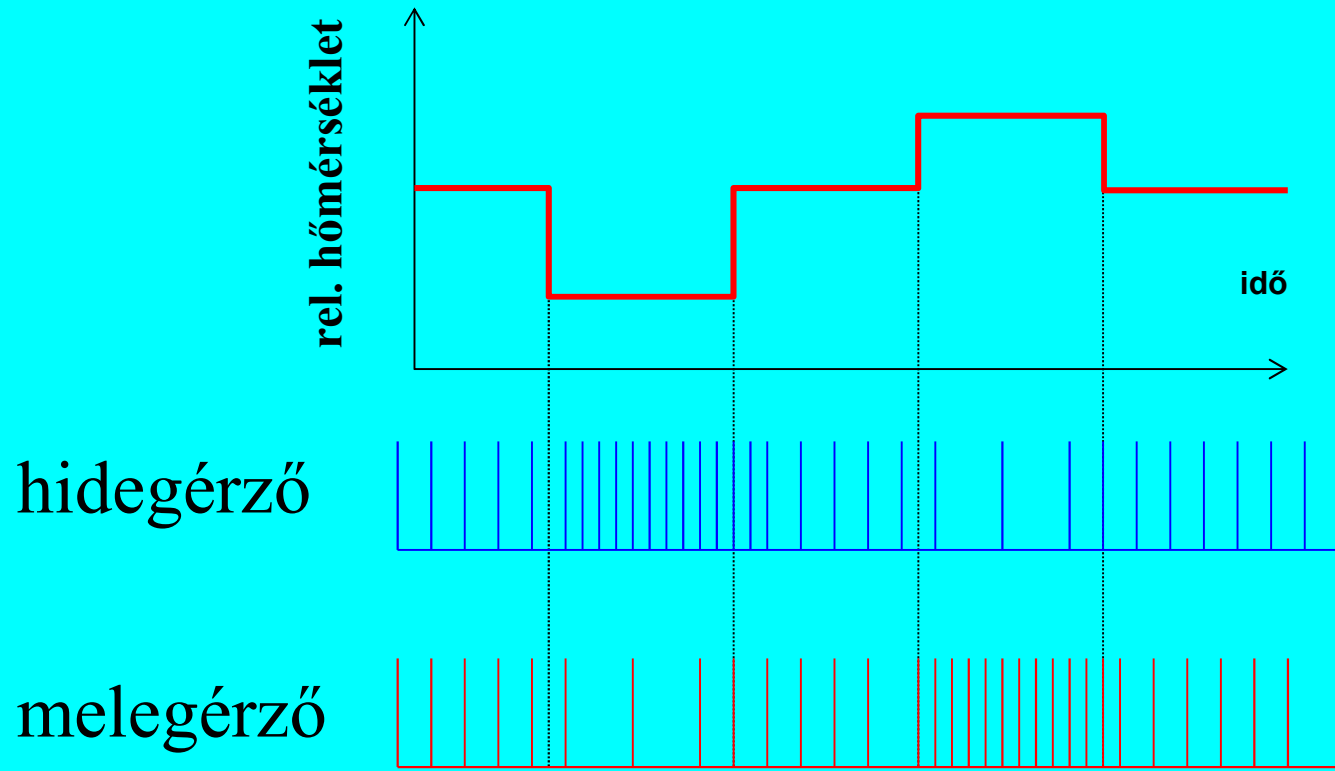




Az AP-frekvencia és az ingererősség kapcsolata

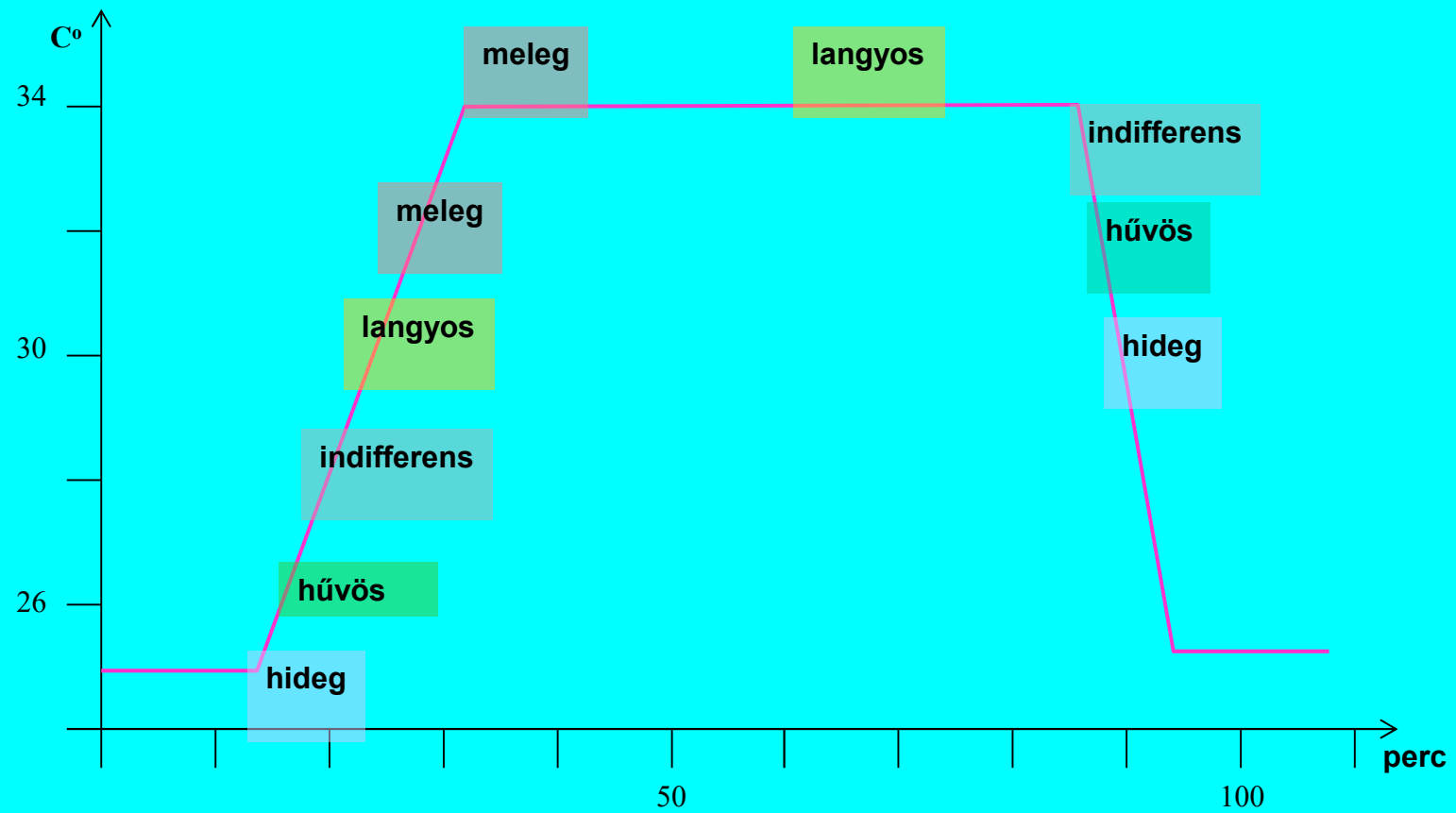


Folytonos működésű receptorok



Változatlan körülmények között állandó frekvenciájú akcióspotenciál-sorozatot generálnak. Az adekvát paraméter változása frekvencia-csökkenést vagy -növekedést idéz elő.

A hőérzet változása lassú melegítés majd hűtés során



A központi idegrendszerben módosulhatnak a jelek:

serkentés

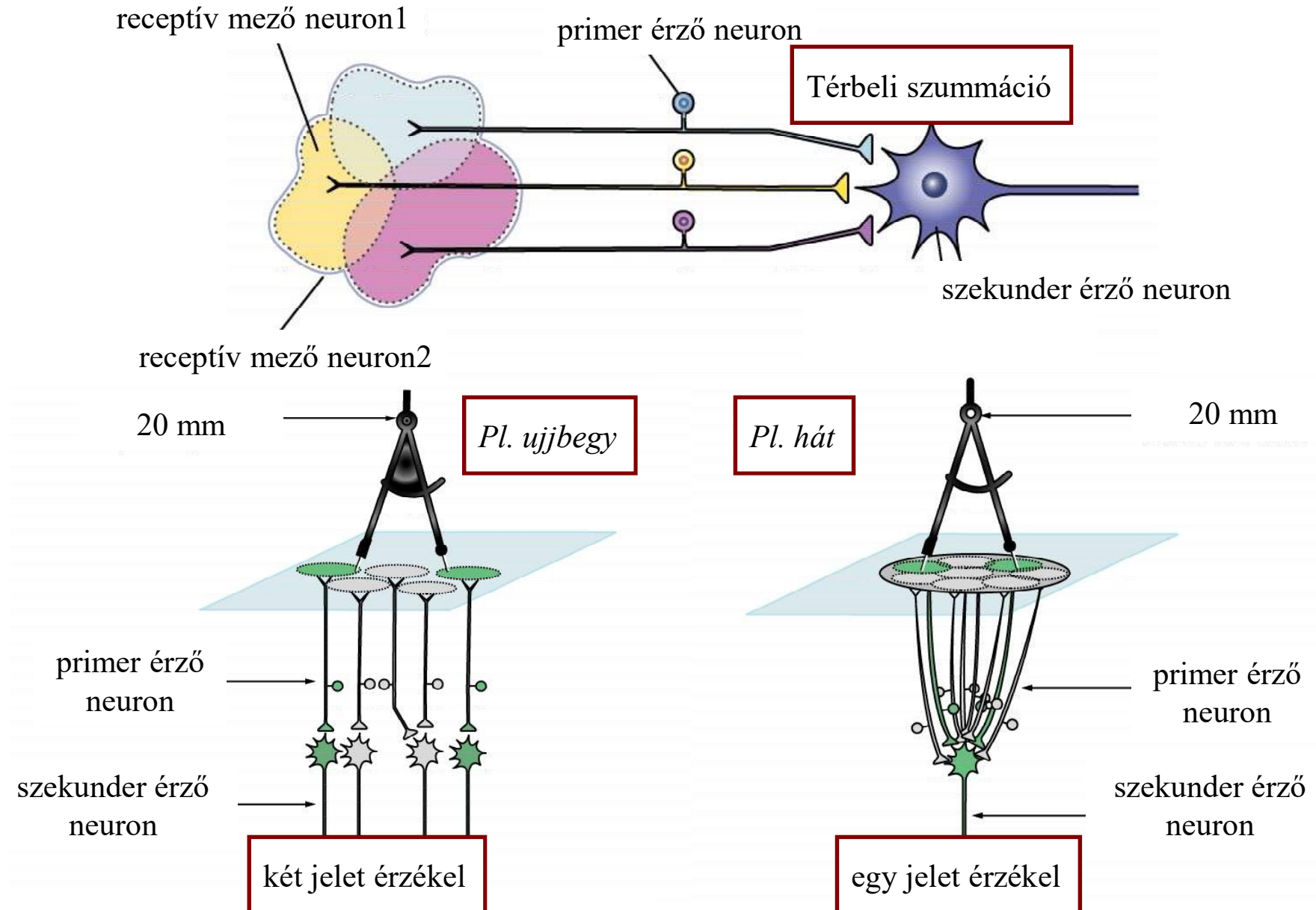
facilitálás

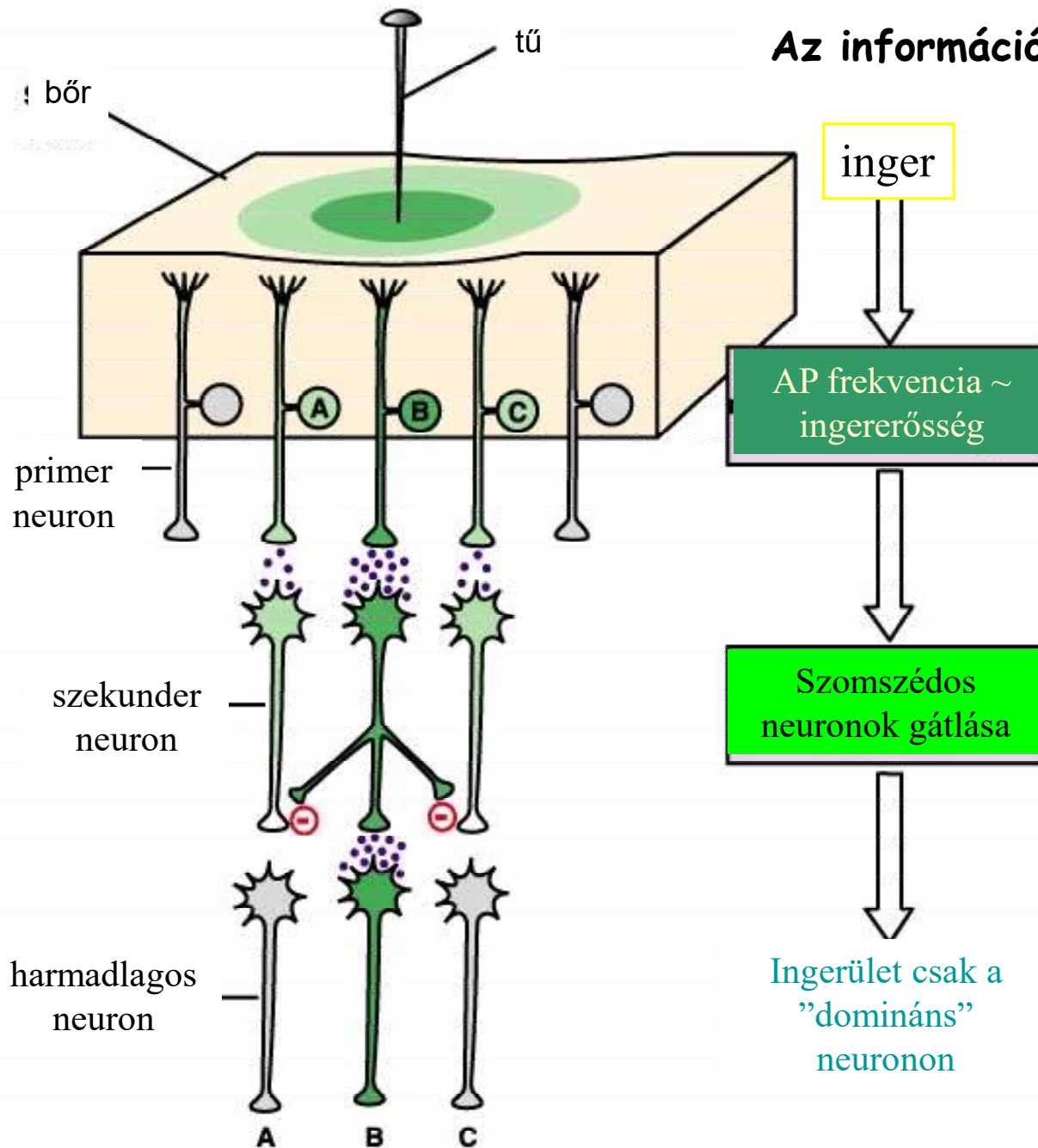
gátlás

konvergencia

divergencia

Az információ módosulása a feldolgozás során (1)





Az információ módosulása a feldolgozás során (2)

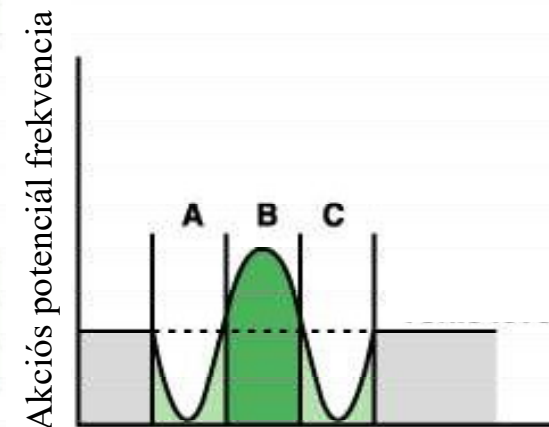
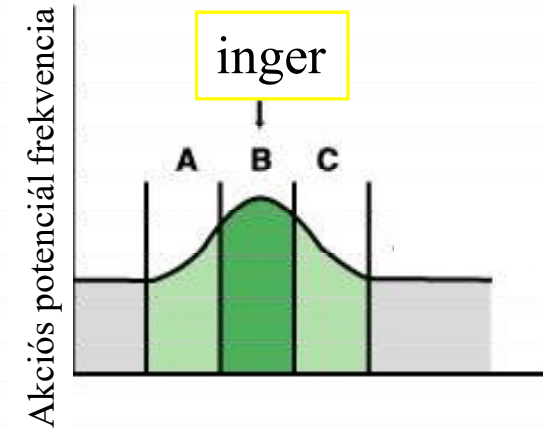
inger

AP frekvencia ~
ingererősség

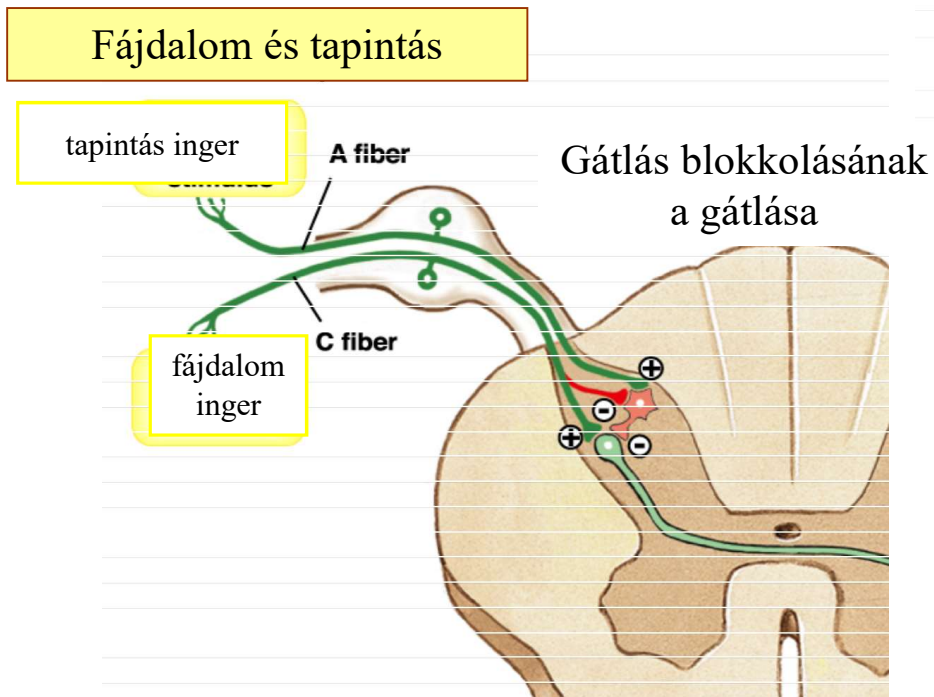
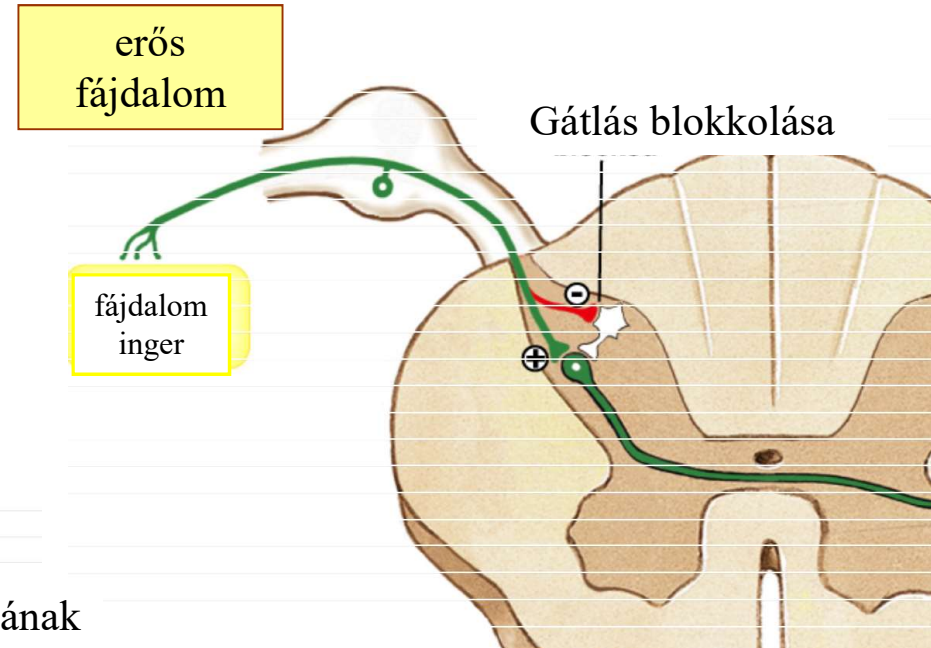
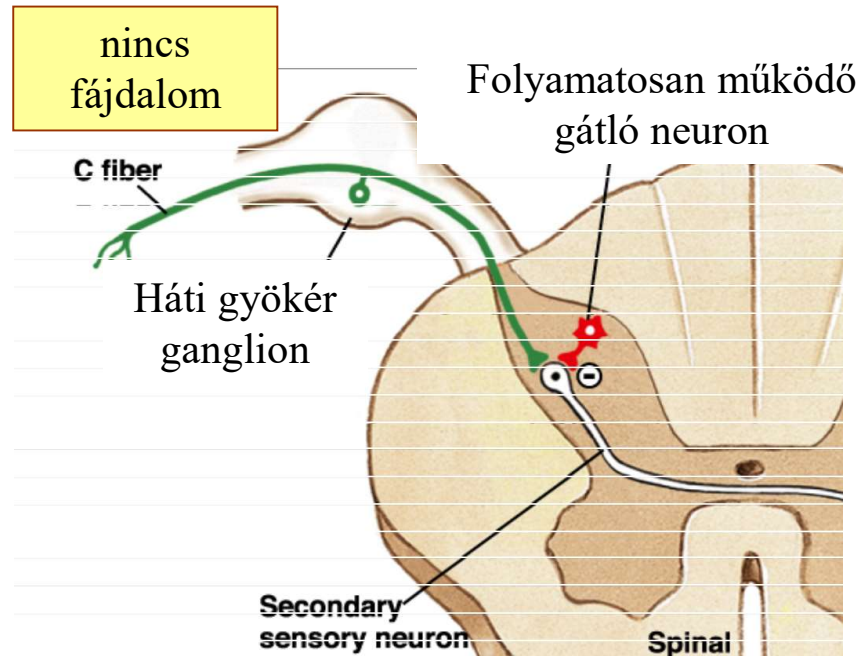
Szomszédos
neuronok gátlása

Ingerület csak a
"domináns"
neuronon

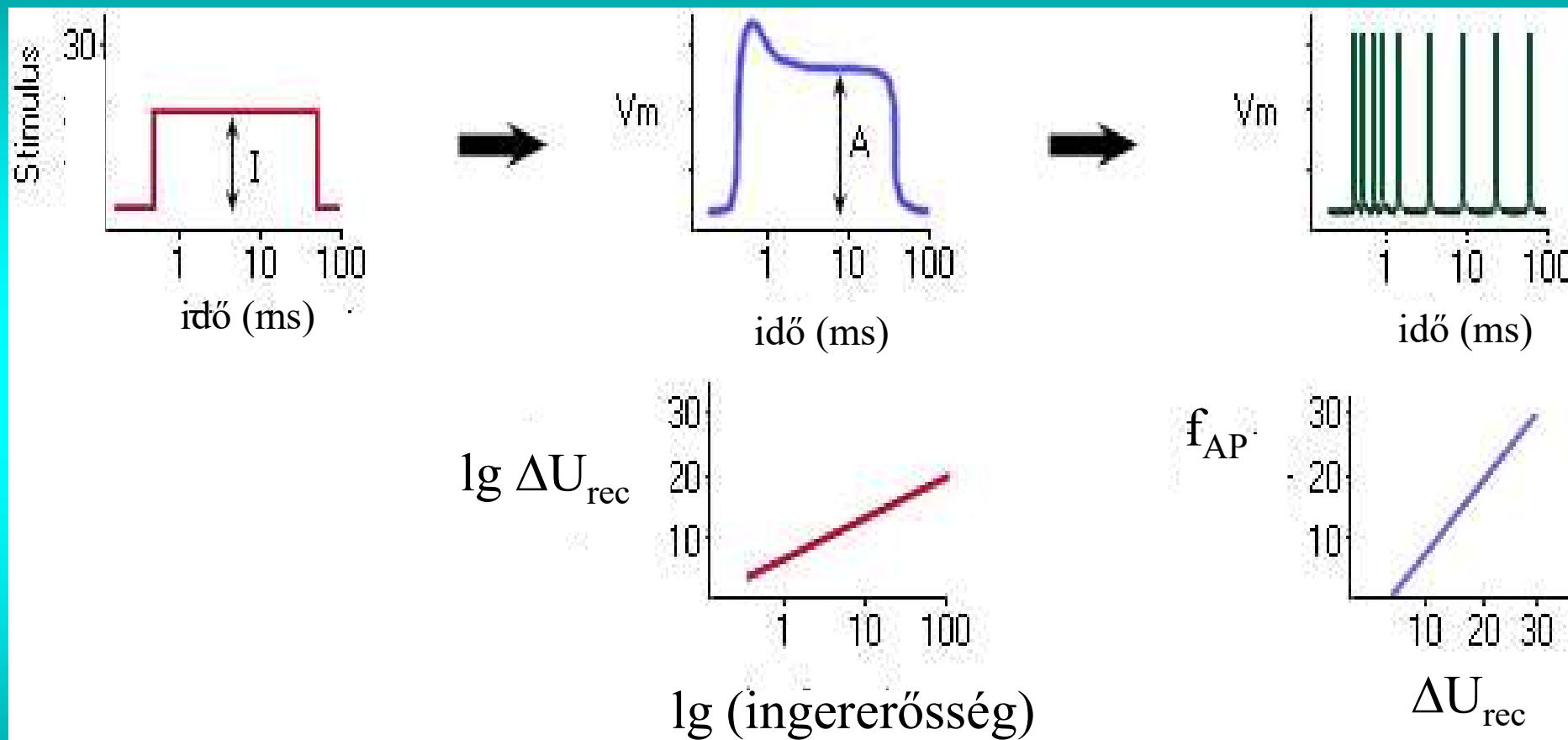
inger



Az információ módosulása a feldolgozás során (3)



Összefoglalva



Pszichofizika

kapcsolat az inger mennyiségi jellemzői és a
szubjektív tapasztalás között

az érzeterősség mennyiségi jellemzése, mérése

Az érzékelési küszöb vizsgálata

Abszolút küszöb – *az inger felismeréséhez szükséges legkisebb inger*

Döntés módszere – igen - nem válasz

Az érzékelési küszöb vizsgálata

Abszolút küszöb – *az inger felismeréséhez szükséges legkisebb ingererősség*

Döntés módszere – igen - nem válasz

Beállítás módszere (lásd gyakorlat)

Különbségi küszöb : *két inger megkülönböztetéséhez szükséges legkisebb különbség nagysága*

Kényszerített döntés módszere – választani muszáj

Különbségi küszöb : a megkülönböztetéshez szükséges
különbség nagysága

$$\text{legkisebb érzékelhető különbség} = I - I_0$$

különbözőnek
felismert intenzitás

háttér intenzitás

$$\text{LÉK} = I - I_0$$





Ernst Weber (1795-1878)

"just-noticeable difference" (JND)

$$\text{LÉK} = I - I_0$$

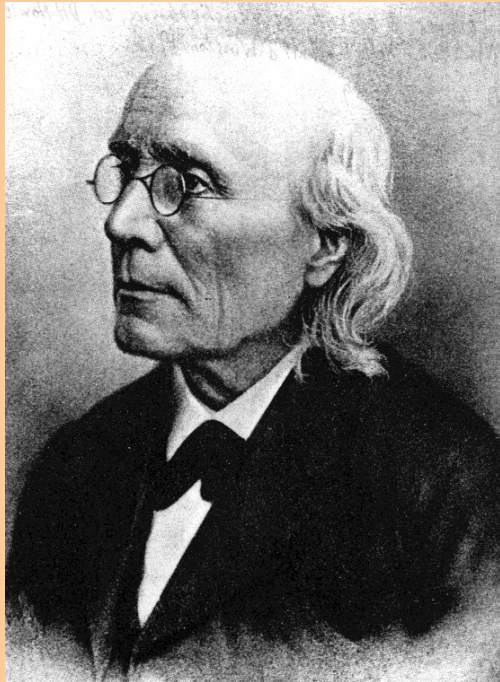
A **LÉK** nem állandó érték, nagyobb I_0 esetén nagyobb LÉK-re van szükség

Ernst Weber - I_0 és a LÉK (ΔI) viszonya

$$\frac{\Delta I}{I_0} = k$$

k : Weber-arány – meghatározása mérések alapján

<i>inger</i>	<i>Weber-arány</i>
Fényesség	0,079
Hangosság	0,048
Tapintás	0,022
Nyomás	0,02
Ízlelés (sós)	0,083
Elektromos sokk	0,013



Gustav Theodor Fechner
(1801-1887)

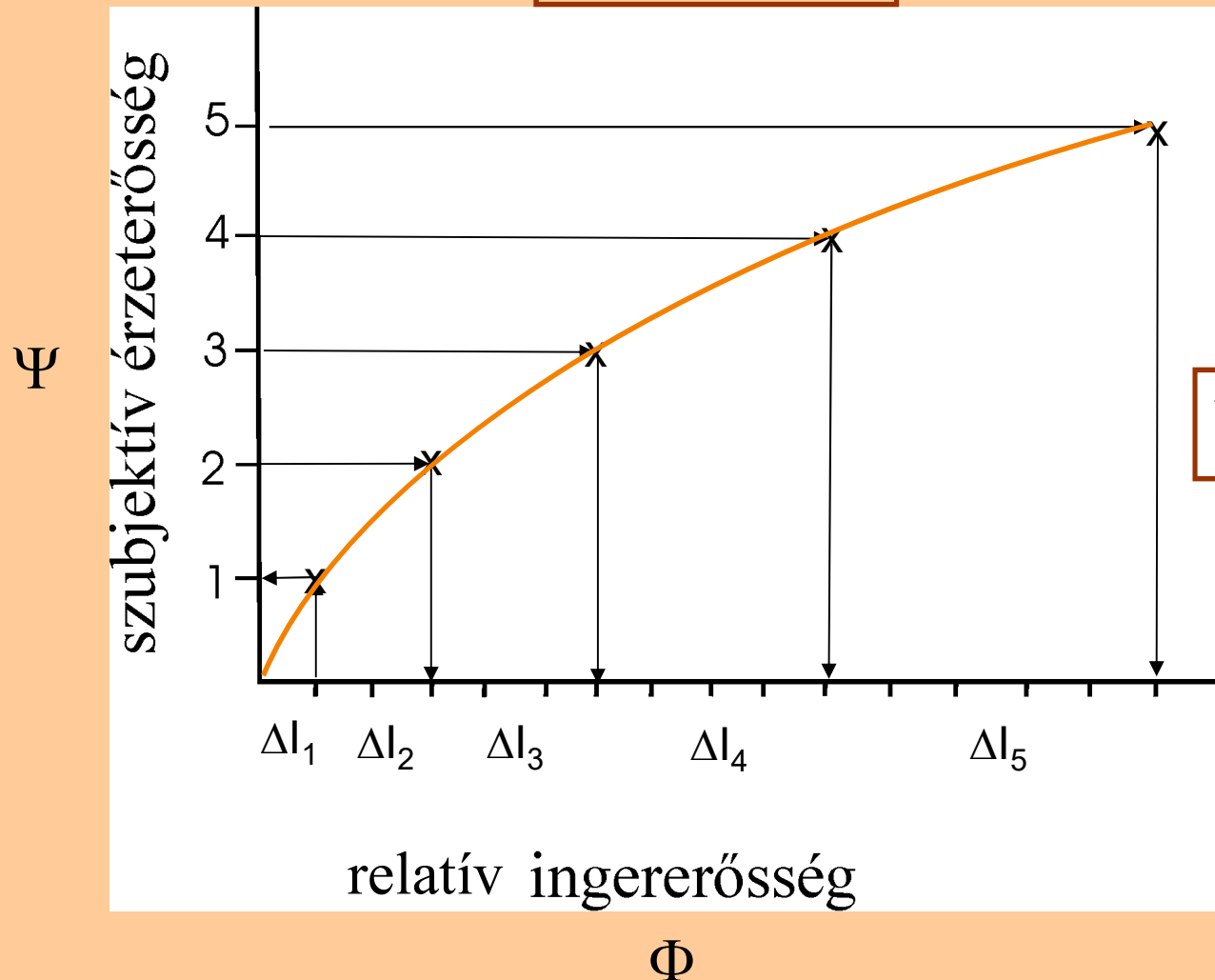
$$\Delta I = I - I_0$$

ΔI egy függvény

ΔI az ingererősség függvénye

Feltételezte (DE NEM MÉRTE), hogy az ingererősség minden ΔI változása azonos mértékben változtatja az érzeterősséget.

$$\Delta I/I \sim \Delta \Psi$$



$$\Psi \sim \lg \Phi$$

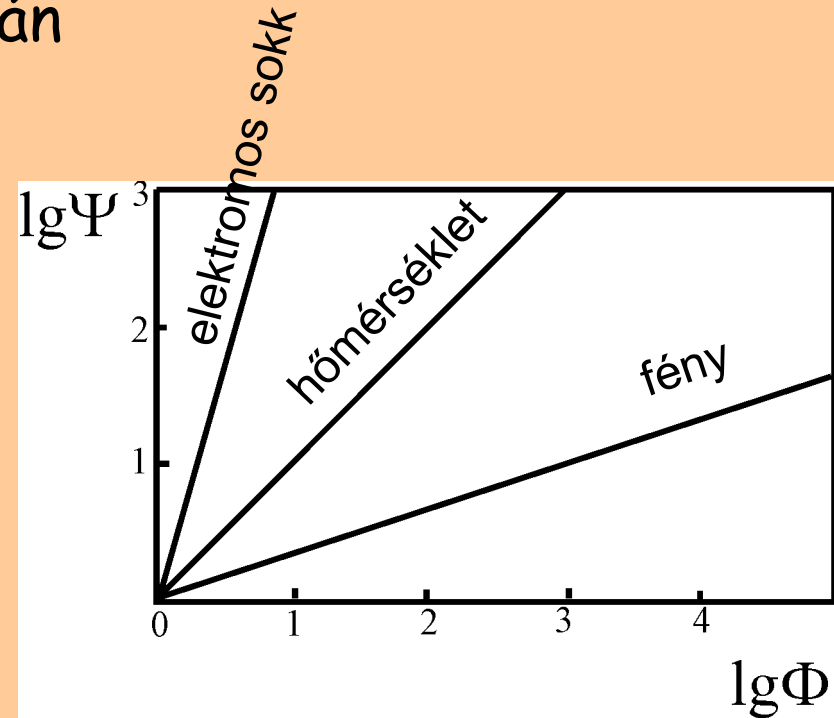
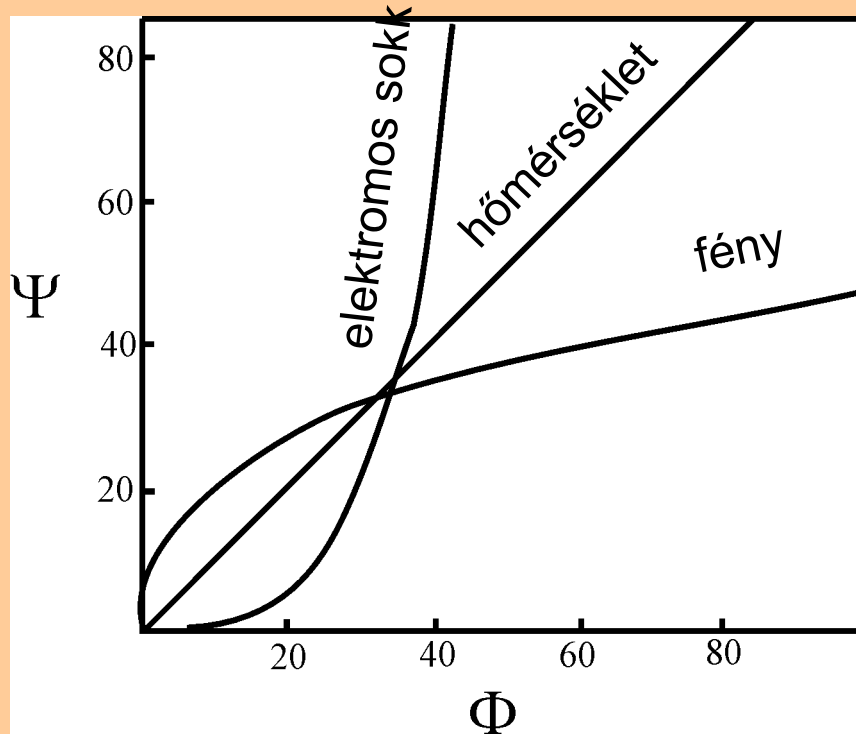


Kapcsolatot keres az ingererősség és az
érzeterősség között.

MÉRÉSEKET VÉGEZ

Stanley Smith Stevens
(1906-1973)

Kapcsolat az ingererősség és az érzeterősség között mérések alapján



$$\Psi \approx \Phi^n$$

$$\Psi \approx \Phi^n$$

<i>inger</i>	<i>hatványfüggvény kitevője</i>
rövid fényimpulzusok fényessége	0,5
szag (haptén)	0,6
hangosság (3000 Hz harmonikus)	0,67
környezeti hőmérséklet	1,00
ízlelés (édes)	1,30

Összefoglalva

Kétféle megközelítés:

Weber – Fechner :

$$\Psi \sim \lg \Phi$$

Differenciavizsgálatok esetén jobb megközelítés

Stevens :

$$\Psi \approx \Phi^n$$

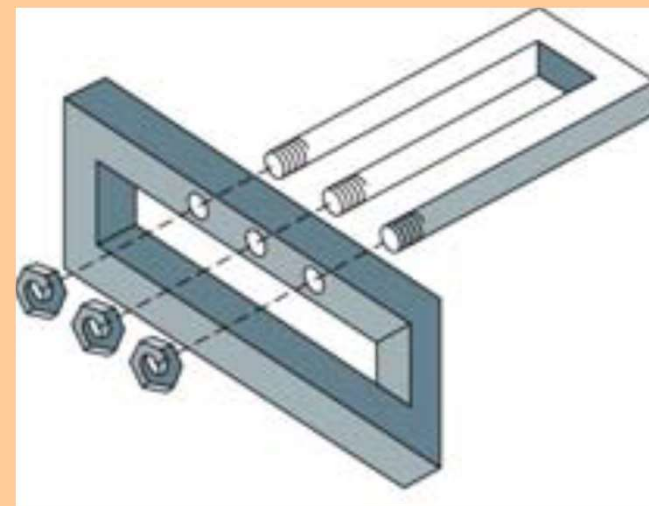
Érzeterősség becslése esetén jobb megközelítés

Percepció (észlelés) -

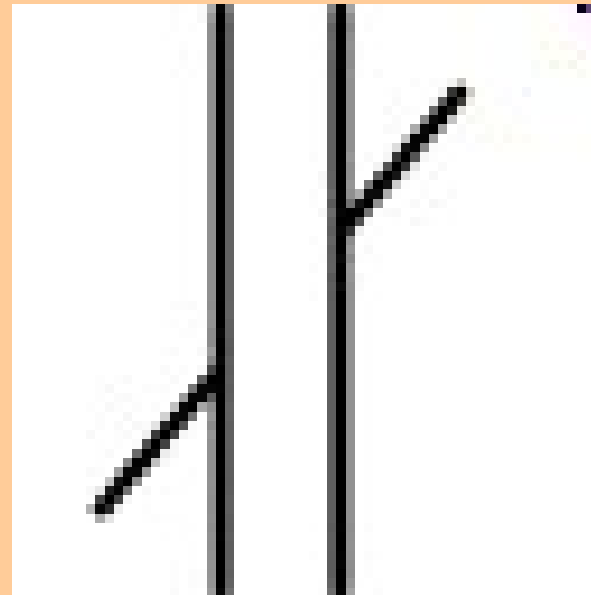
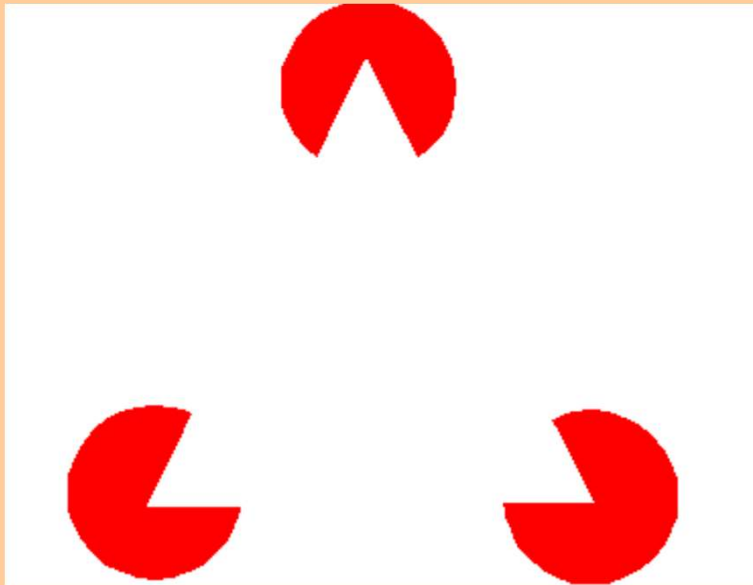
- a bejérkező ingerek (információ) elemzését
- a beérkező információ rendszerezését
- a rendszerbe foglalt információ megértését

A percepció “téves” is lehet – az illúziók

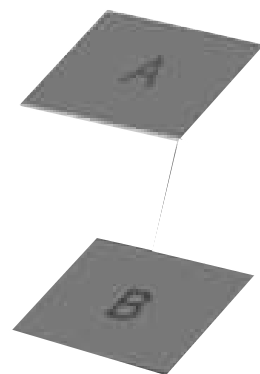
félreértelmezett vizuális ingerek

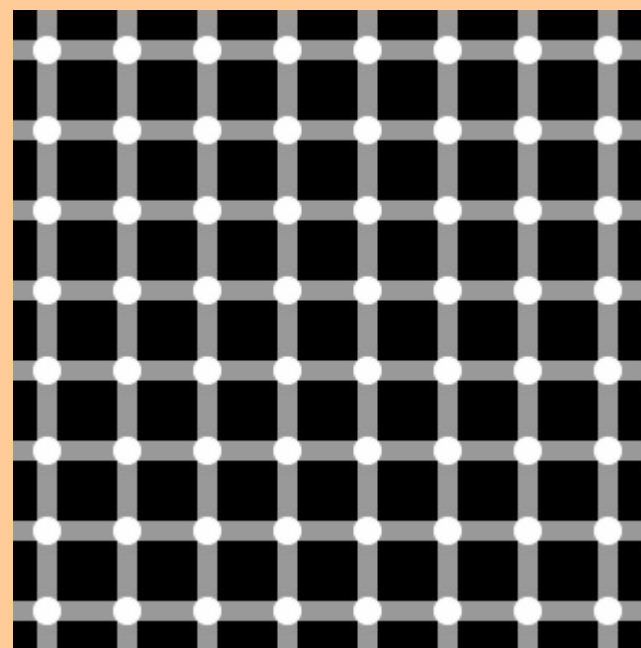
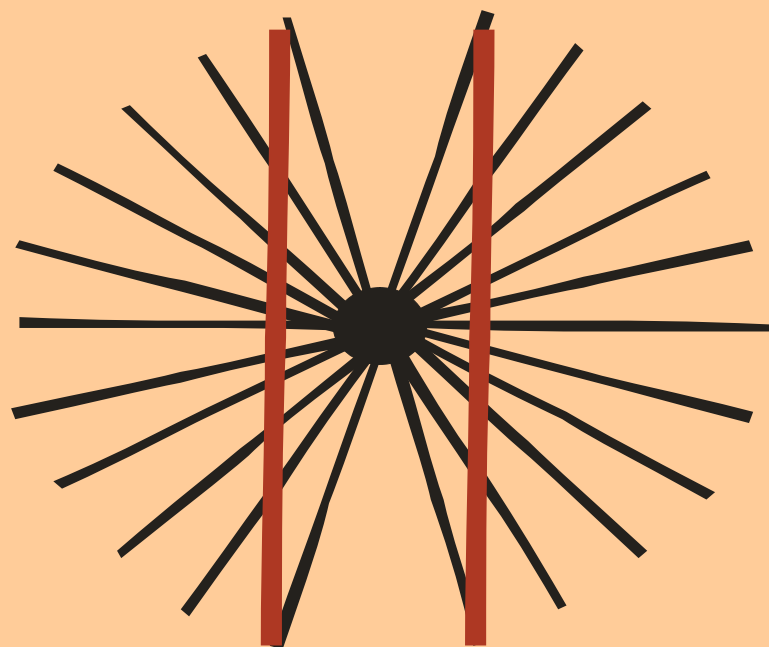


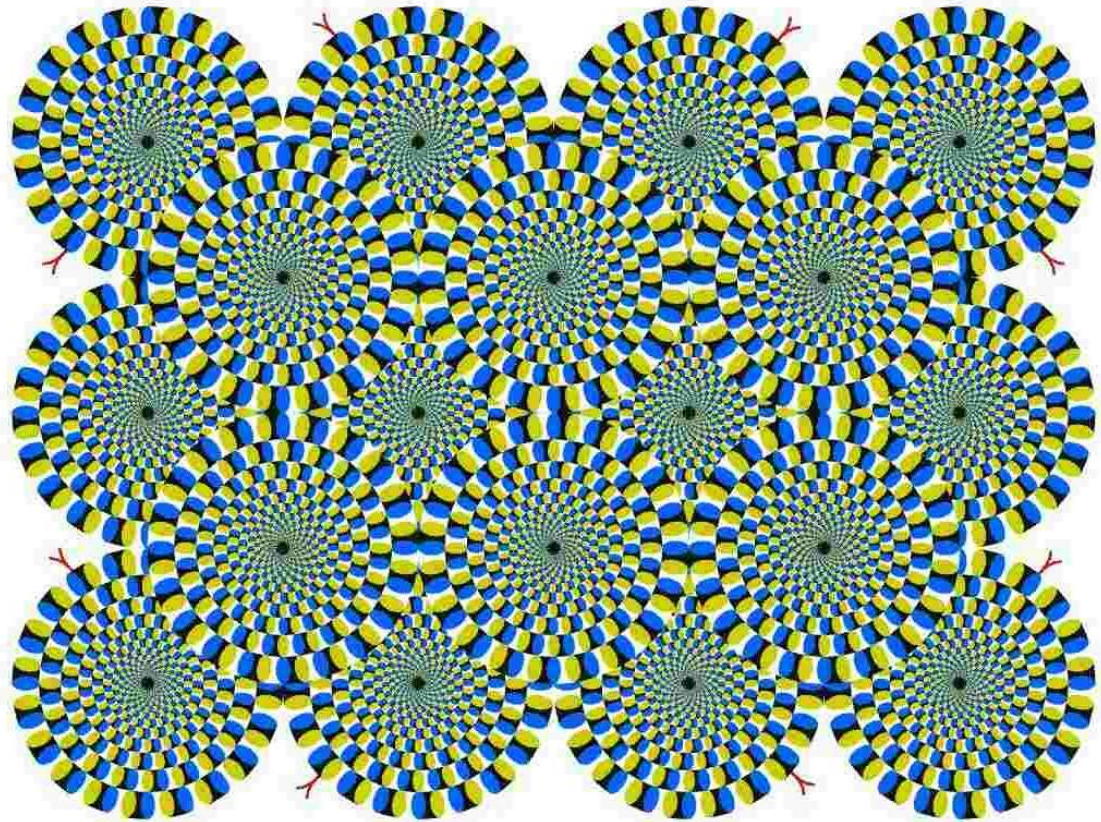
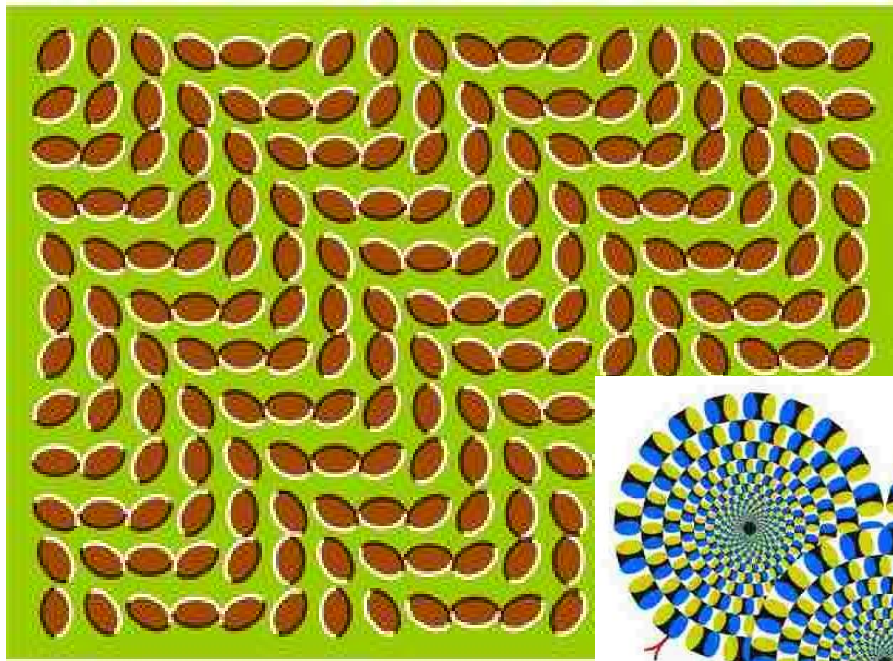
A beérkező információt rendszerezük

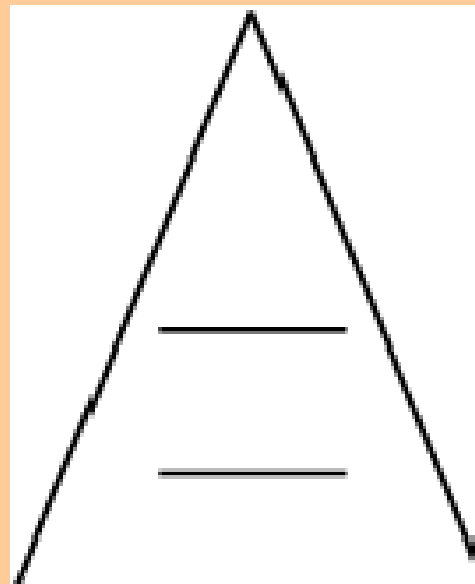
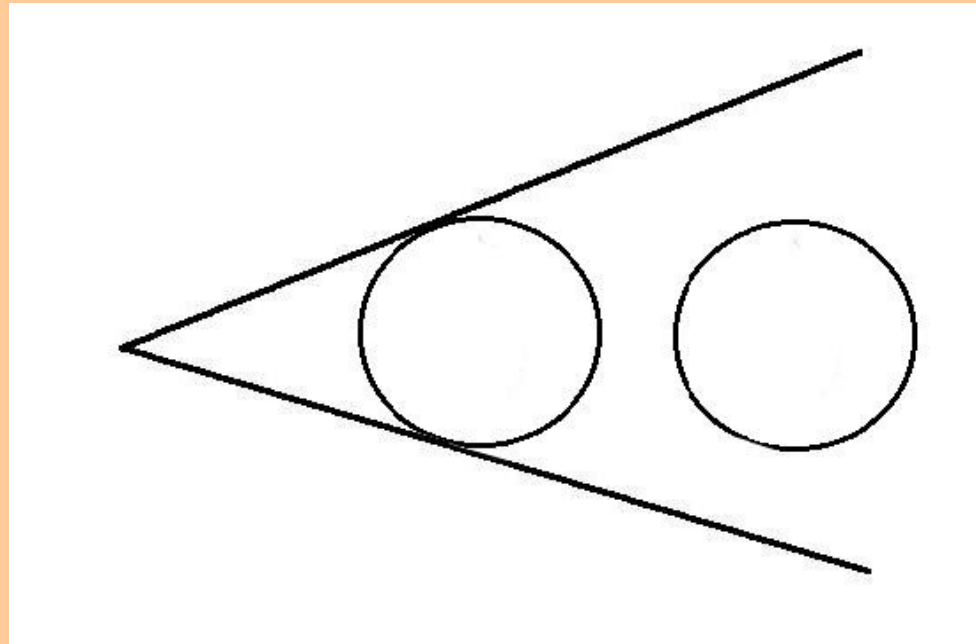












<http://www.michaelbach.de/ot/>