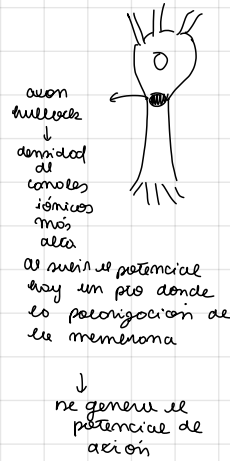


interacción sináptica: transporte de la info de una neurona a otra

transporte de la señal eléctrica: las neuronas están repartidas físicamente

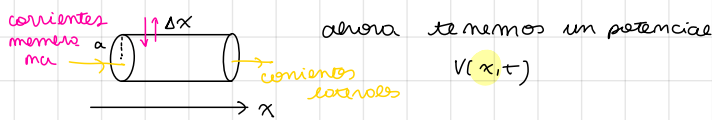
transporte de la señal eléctrica

Recordemos la estructura de la neurona



El proceso empieza en el axón → no es uniforme

Podemos al axón Hillock como un cilindro



ahora tenemos un potencial

$$V(x, t)$$

Podemos plantear conservación de la carga.

Tenemos una corriente capacitiva: $C \frac{\partial V}{\partial t}$

$$\text{con } C = cS = c2\pi a \Delta x$$

también tenemos las corrientes iónicas: $g_{ion} (V - V_{ion}) 2\pi a \Delta x$

corrientes a través de la membrana

Ahora consideremos las corrientes laterales

Las corrientes se mueven en sentido inverso al gradiente del potencial

$$I(0) = -\frac{\partial V(0)}{\partial x} \frac{\pi a^2}{R_L}$$

$$I(\Delta x) = \frac{\partial V(\Delta x)}{\partial x} \frac{\pi a^2}{R_L} \downarrow \Omega m$$

$$\Rightarrow \cancel{2\pi a \Delta x} \frac{\partial V}{\partial t} = - \sum_{ion} g_{ion} (V - V_{ion}) \cancel{2\pi a \Delta x} + \left(\frac{\partial V(\Delta x)}{\partial x} - \frac{\partial V(0)}{\partial x} \right) \frac{\pi a}{R_L} \frac{1}{2\pi a \Delta x}$$

$$\Rightarrow \frac{\partial V}{\partial t} = - \sum_{ion} g_{ion} (V - V_{ion}) + \frac{a}{2R_L} \frac{\partial^2 V}{\partial x^2}$$

nos interesa ver cual es la escala espacial

Dividimos la ecuación anterior por \tilde{g}

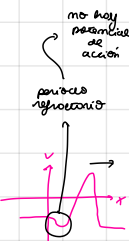
$$\left(\frac{C}{\tilde{g}} \right) \frac{\partial V}{\partial t} = - \sum_{ion} \left(\frac{g_{ion}}{\tilde{g}} \right) (V - V_{ion}) + \frac{a}{2R_L \tilde{g}} \left(\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} \right)$$

$$\tilde{C} \sim 10ms$$

$$\left[\right] = \frac{V}{m^2} \Rightarrow \left[\frac{a}{2R_L \tilde{g}} \right] = \left[\frac{a \bar{R}}{2R_L \tilde{C}} \right] = m^2$$

$$d \sim 1^2$$

$$\Rightarrow \left(\frac{C}{\tilde{g}} \right) \frac{\partial V}{\partial t} = - \sum_{ion} \left(\frac{g_{ion}}{\tilde{g}} \right) (V - V_{ion}) + d^2 \left(\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} \right)$$



Si uno simula esta ecuación se obtiene un potencial que comienza en el tiempo y se propaga en el espacio

$$a \sim 1.4 \mu m = 10^{-6} m$$

$$R_L \sim 1 \Omega m$$

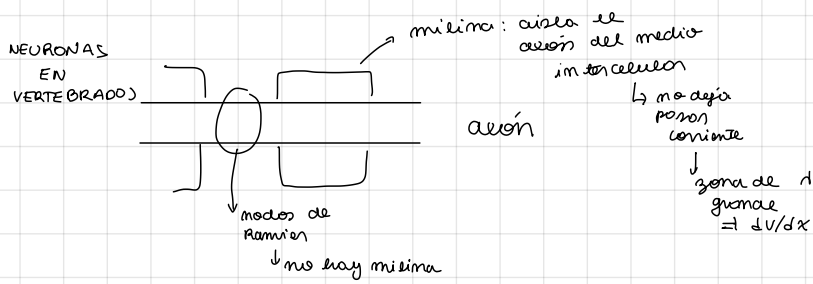
$$\bar{R} \sim 1 M\Omega \cdot mm^2 = 1 \Omega m^2$$

$$\tilde{g} \sim 1 ms \mu m^2$$

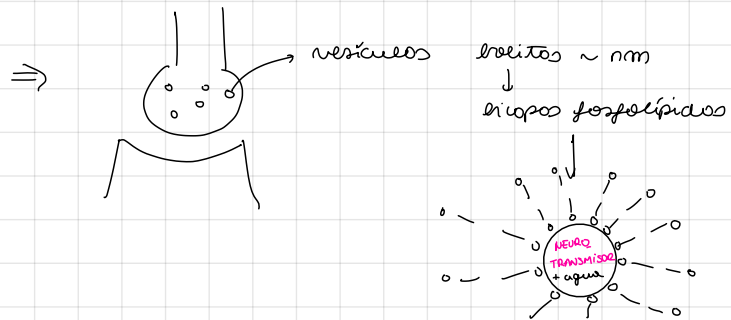
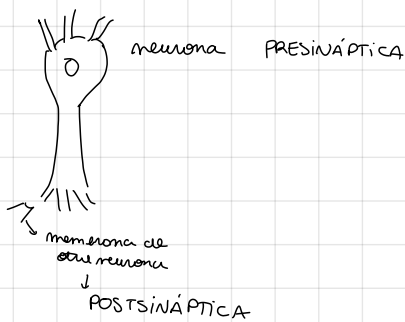
$$\Rightarrow d^2 = \frac{a}{2\tilde{C} R_L} \sim \frac{10^{-6}}{2 \cdot 10ms} 1 \Omega m^2$$

tenemos distancias características del orden de $\lambda \sim 1\text{mm}$ y coste de tiempo $\tau \sim 10\text{ms}$ \Rightarrow las velocidades de conducción en sistemas nerviosos son del orden 1m/s

Para mayor velocidad de conducción se puede tener un cable más grueso (a mayor) \propto resistencia?



interacción sináptica



Cuando el potencial de acción llega a esta estructura hace que se abran canales de calcio

\downarrow esto da una señal muy fuerte

\downarrow desencadena una gran variedad de fenómenos bioquímicos
 \downarrow se liberan neurotransmisores (peptidos o aminoácidos)
 \downarrow difunde con cierta presencia (dado)

(el soma genera activamente vesículas con neurotransmisores y se transporta hacia el axón)

En la membrana hay receptores, los neurotransmisores interactúan con los receptores y se abren canales iónicos

Normalmente un tipo de neurona tiene un tipo de neurotransmisores pero los neuronas postsinápticas tienen más de un tipo de receptores neurotransmisores más comunes

- glutamato
- GABA: ácido gammaminobutírico
- serotonina
- acetilcolina!

receptores más comunes

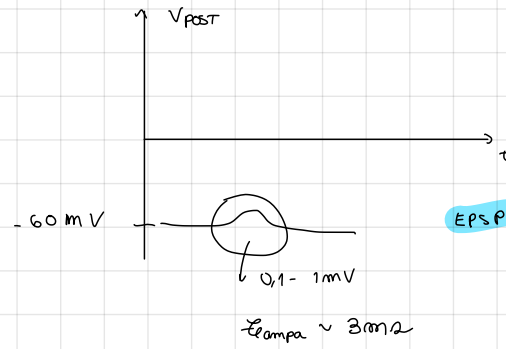
GABA	{	golu A	{
		golu B	
glutamato	{	AMPA	
		NMDA	

difieren en el tipo de canales que se abren y se cierran. al mismo tiempo depende de los tipos de receptores

Veamos en ejemplos

neurotransmisores :
receptores :
glutamate
AMPA

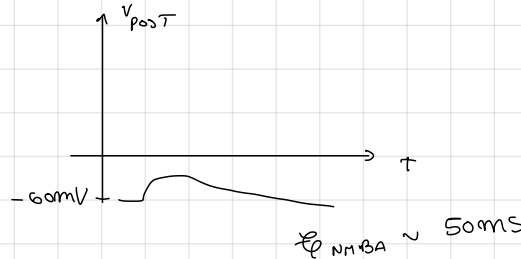
esto es un potencial de acción
↓
aíren en conjunto
de **cometes de sodio**
↓
sube el potencial



EPSP: potencial excitatorio postsináptico

ahora :

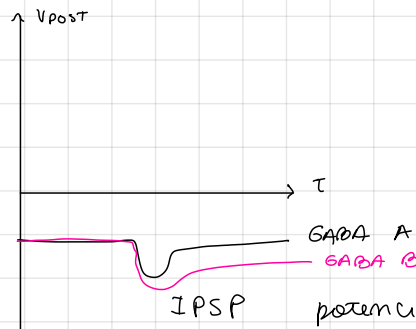
- glutamate
- NMDA



(difere en
tiempo mas
tanto en
intensidad)

ahora

GABA



potencial inhibitorio postsináptico

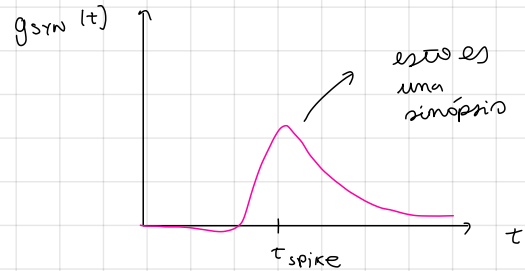
aquí se
abren canales
de Cl^-

una sinapsis

$$I_{syn}(t) = g_{syn}(t - t_{spike})(V - V_{syn})$$

promedio de los
cometes iónicos que
se abren durante la
intervención sináptica

depende de todo
la estructura del
sistema



$$\Rightarrow I_{syn}^{tot}(t) = \sum_j g_{syn}^j(t - t_{spike}^j)(V - V_{syn}^j)$$

↑
resaca los cometes a una
neurona post-sináptica
tiempo
en el que
llega el spike

$$\Rightarrow C \frac{dV}{dt} = \sum g_{ion}(V - V_{ion}) + I_{syn}^{tot}(t)$$

cometes
externos

En la región del soma $V \sim$ constante pues es menor a 1 mm (long. característica)
→ allí no hace falta resolver la ecuación de transporte $V \rightarrow V(t)$
→ ~~$V(x,t)$~~

