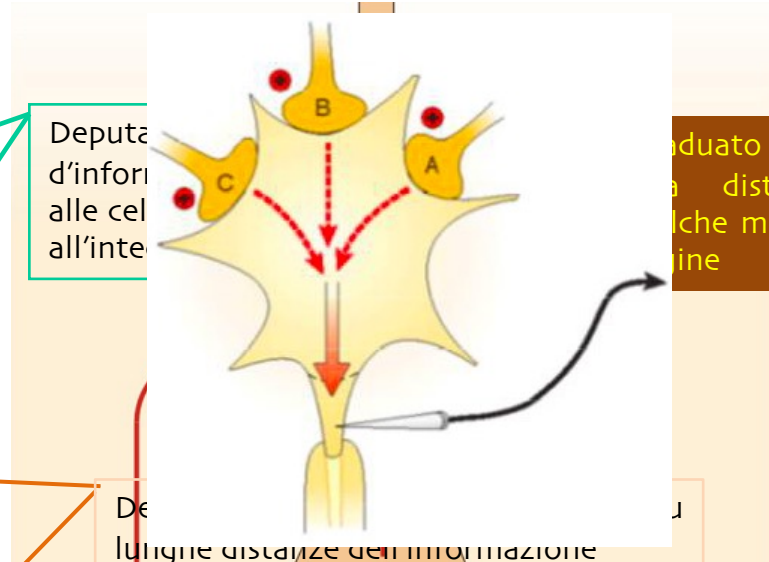
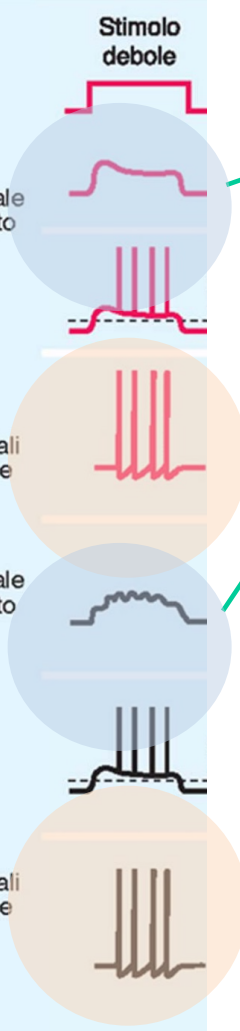
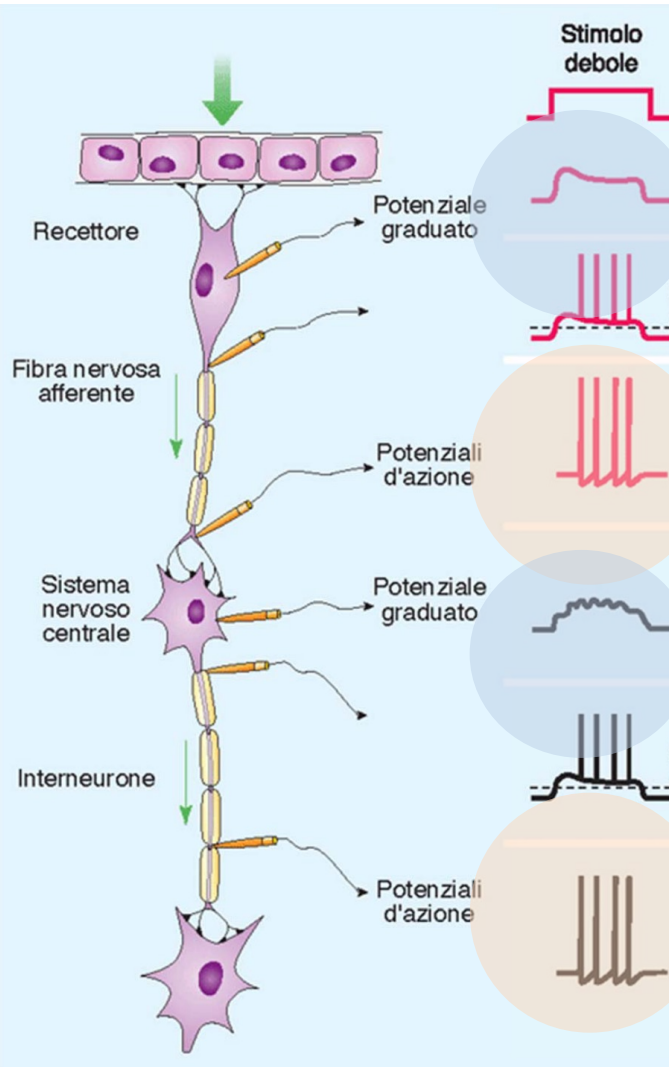


Come si propagano i segnali elettrici lungo un circuito neuronale?

La trasmissione di un segnale in un circuito neuronale avviene attraverso l'alternanza di potenziali elettrici graduali e potenziali elettrici tutto-o-nulla

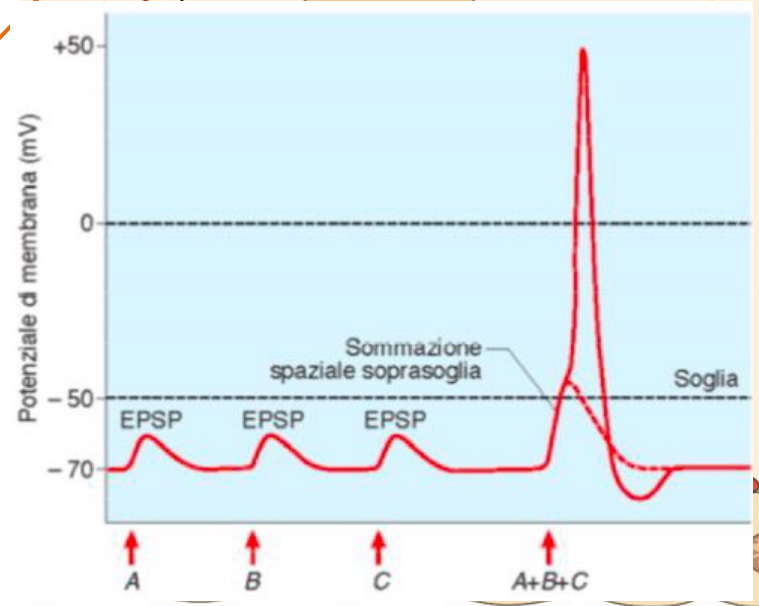
Come si propagano i segnali elettrici lungo un circuito neuronale?



Deputa d'inform alle cel all'int

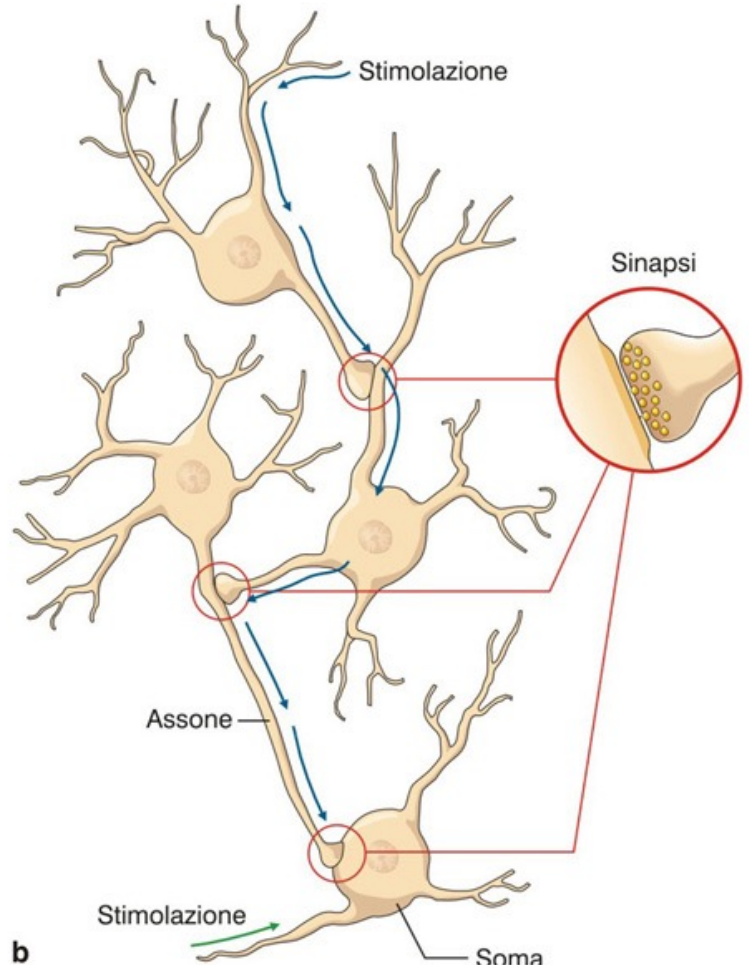
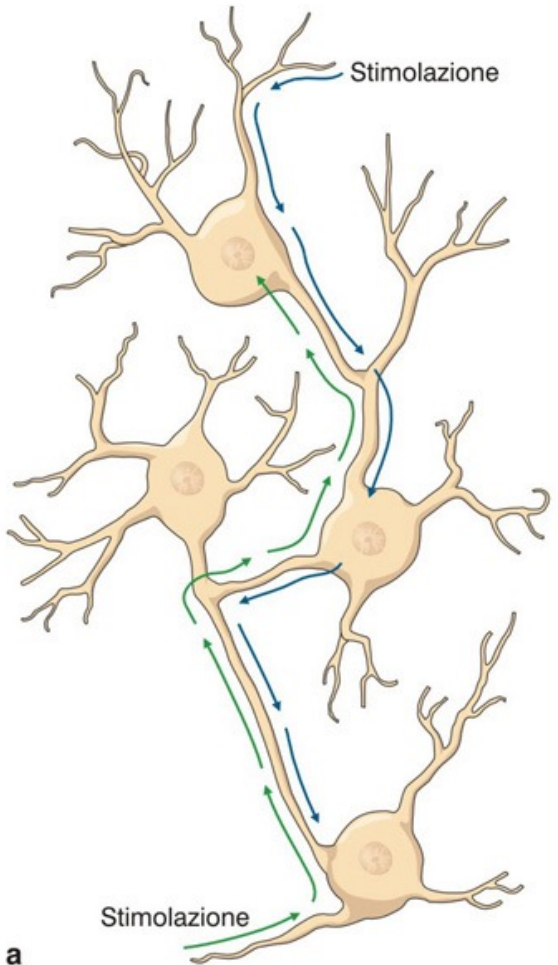
adunato non a distanze lche micron ine

De l'ultrique distanze dell'informazione



Teoria Reticolare:
cellule nervose unite da ponti protoplasmatici

Teoria Neuronale:
cellule nervose sono morfologicamente
indipendenti, ma in comunicazione tra loro
mediante contatti specializzati (sinapsi)



I neuroni che costituiscono un circuito nervoso sono entità separate che comunicano tramite giunzioni specializzate

1897: Sir Charles Sherrington denomina "*sinapsi*" la giunzione funzionale tra due neuroni

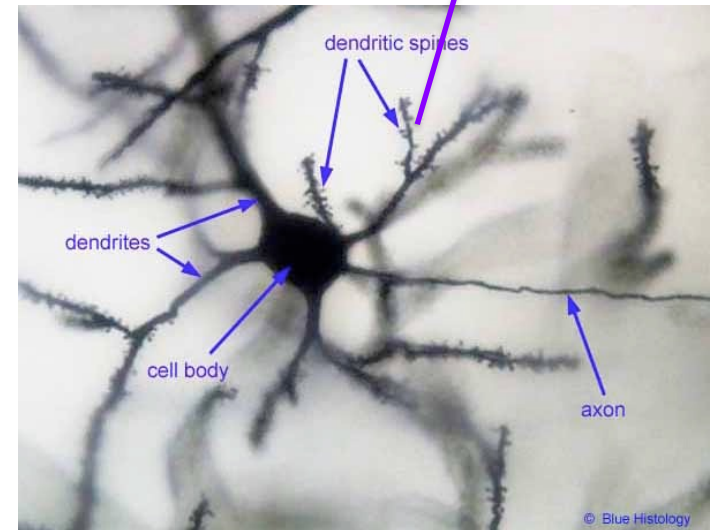
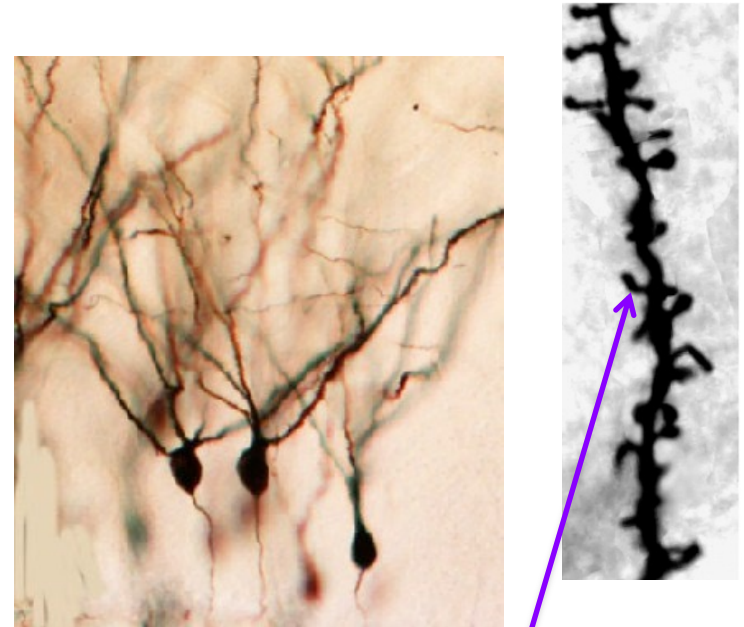


Santiago Ramòn y Cajal

La reazione nera di Golgi-Cajal



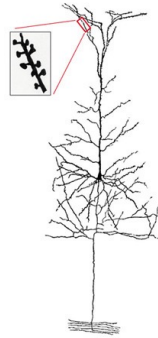
Camillo Golgi



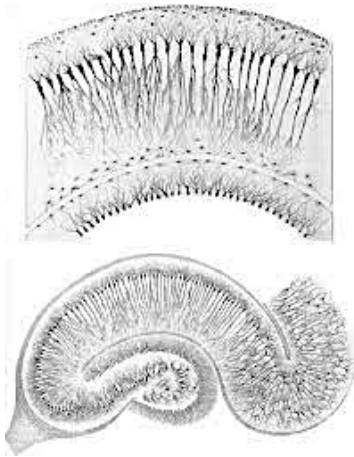
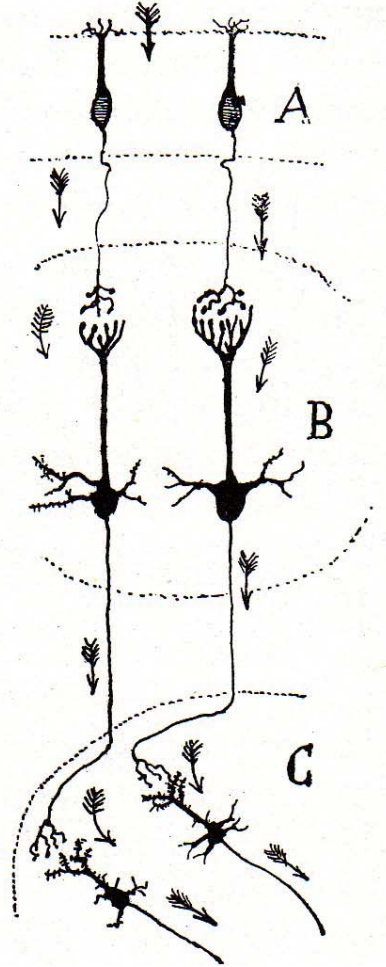
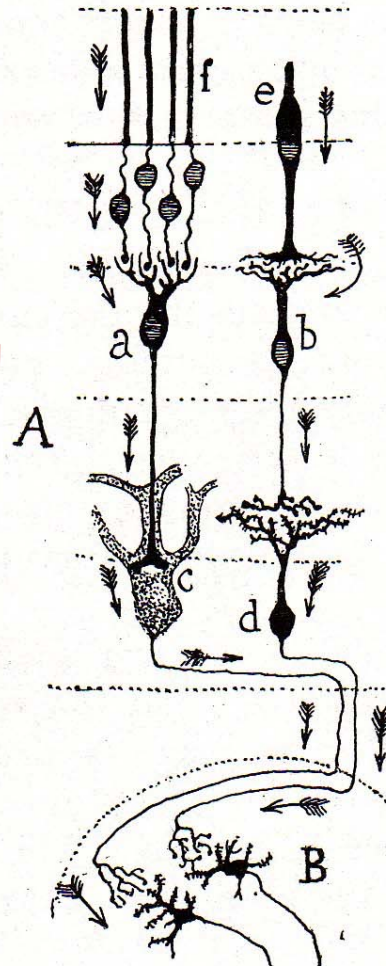
I neuroni che costituiscono un circuito nervoso sono entità separate che comunicano tramite giunzioni specializzate...



OOBA © 2006 edi.ermes milano



Santiago Ramón y Cajal

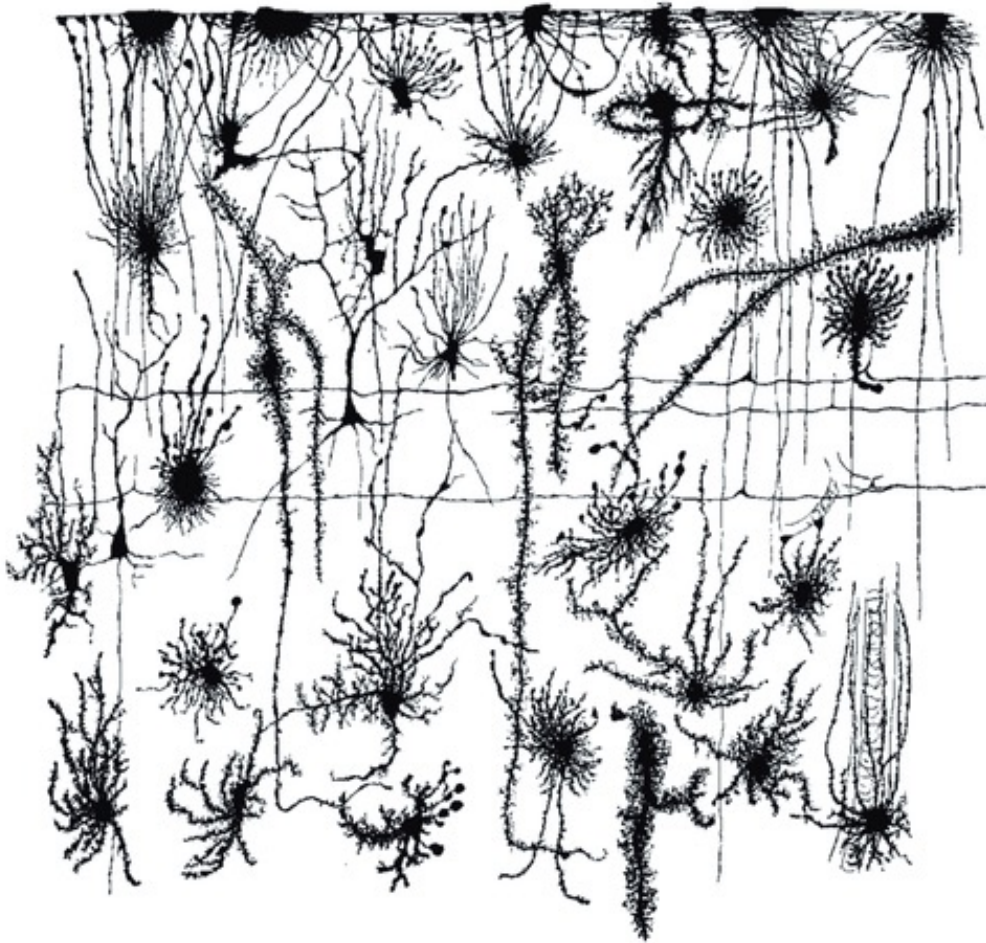


Camillo Golgi

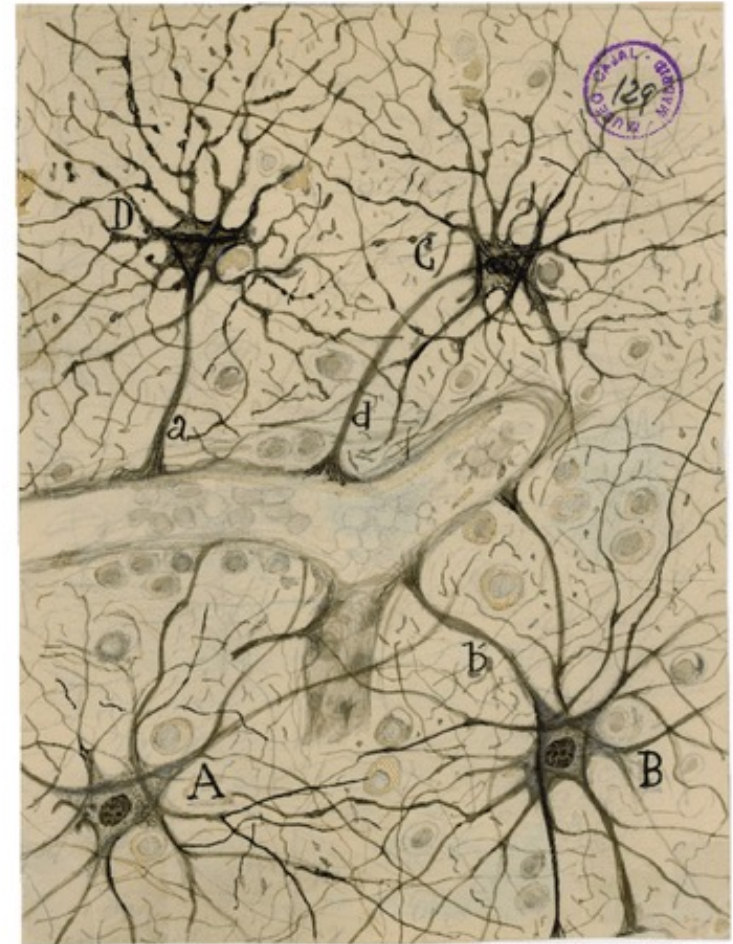


...e l'impulso viaggia unidirezionalmente

Cajal ipotizzò che la struttura del sistema nervoso fosse molto più complessa di quello che si osservava con la reazione nera



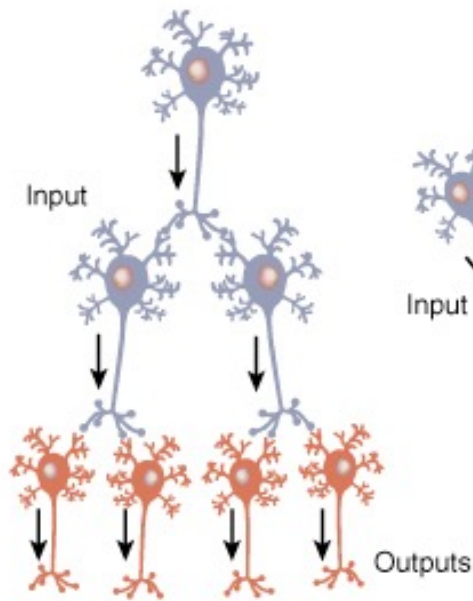
Gustav Retzius (corteccia fetale umana)



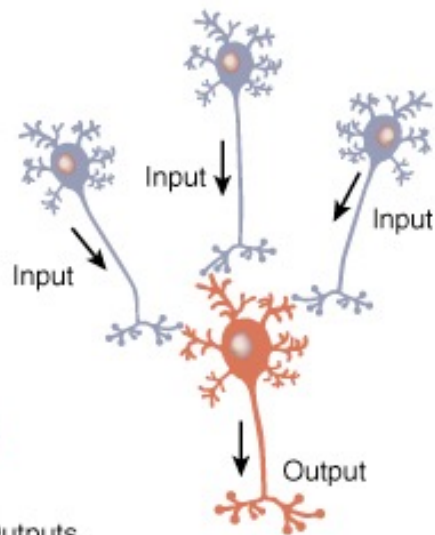
S. Ramon y Cajal (astrociti perivascolari)

Le prime «immagini» degli astrociti umani

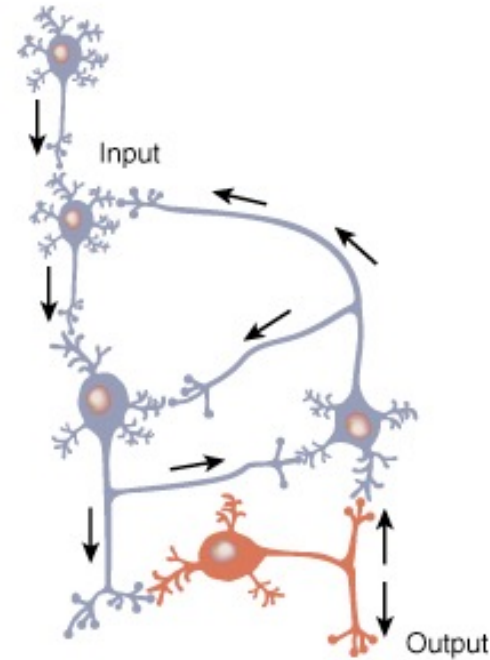
Divergenza e Convergenza del segnale



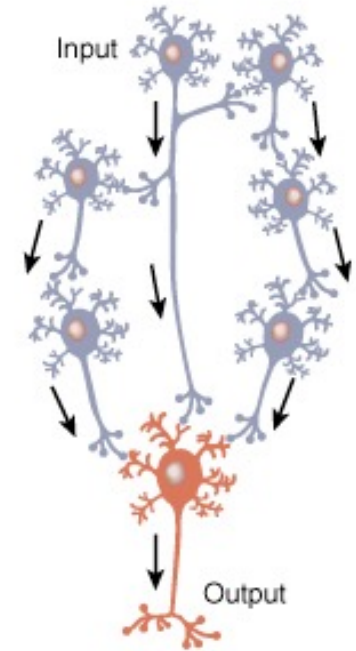
(a) Diverging circuit



(b) Converging circuit

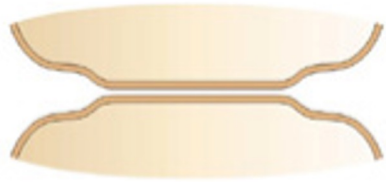


(c) Reverberating circuit

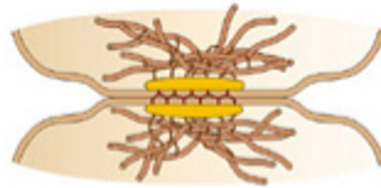


(d) Parallel after-discharge circuit

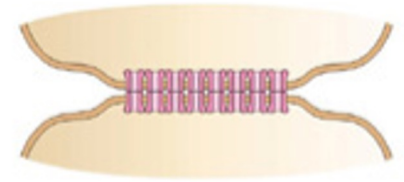
Le sinapsi sono punti di contatto complessi



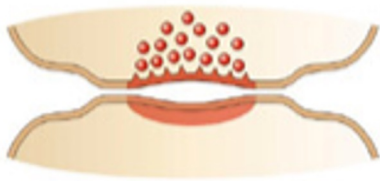
Giustapposte



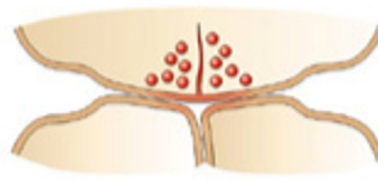
Giunzione serrata
(desmosoma)



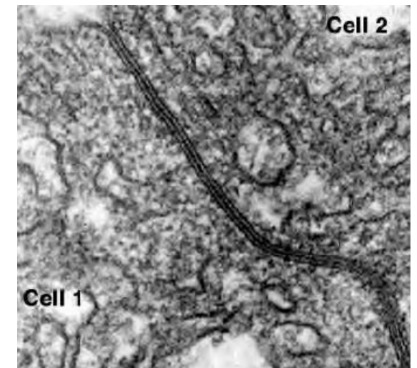
Gap junction



Chimica semplice

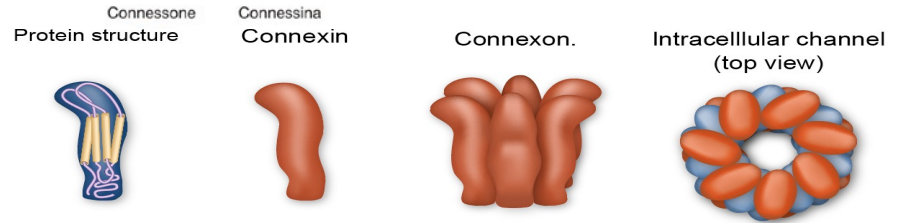
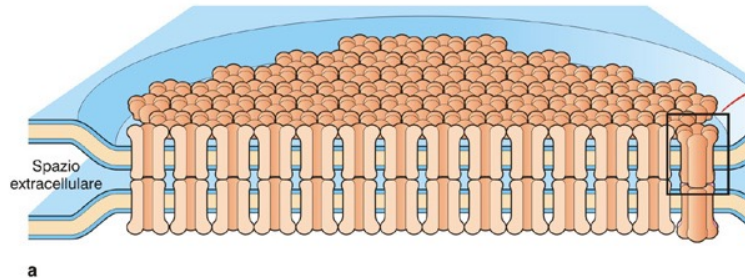


Sinapsi chimica
specializzata



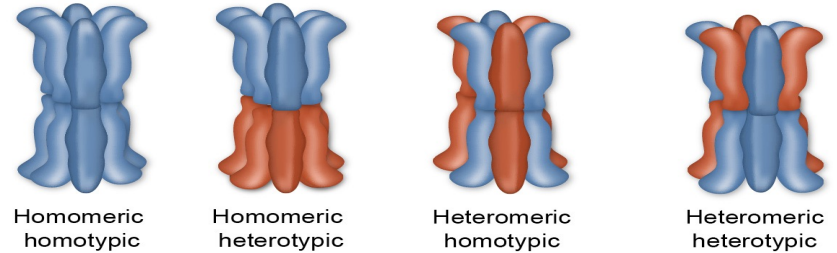
Sinapsi elettriche (gap-junctions)

SI: ioni, amminoacidi, zuccheri, nucleotidi
NO: proteine, acidi nucleici, polisaccaridi

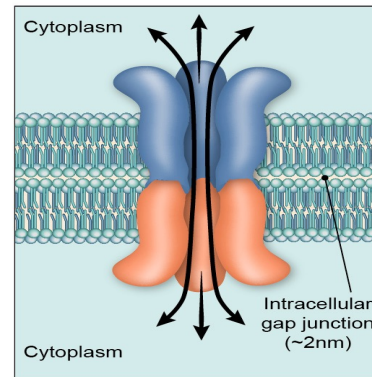


Intracellular channels
(side view)

A
extracellu



Citc

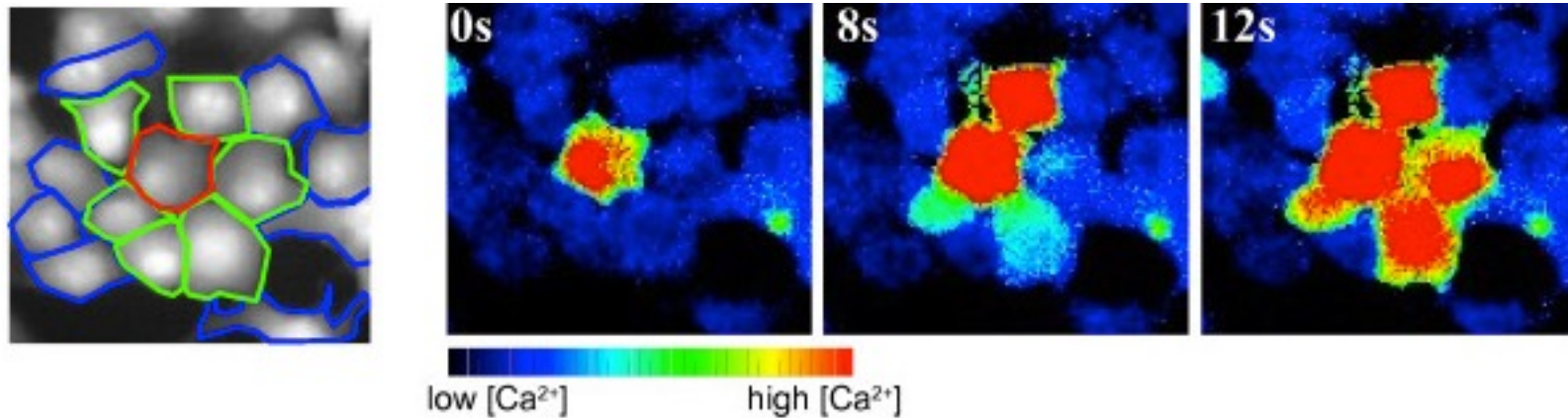


Intracellular channel
(cut away view)

I connessioni permettono il passaggio di:

- Ioni inorganici
- Molecole idrosolubili varie con PM fino a 500 dalton
- Metaboliti cellulari (es: secondi messaggeri)
- ATP

Dimostrazione sperimentale dell'esistenza di gap junctions

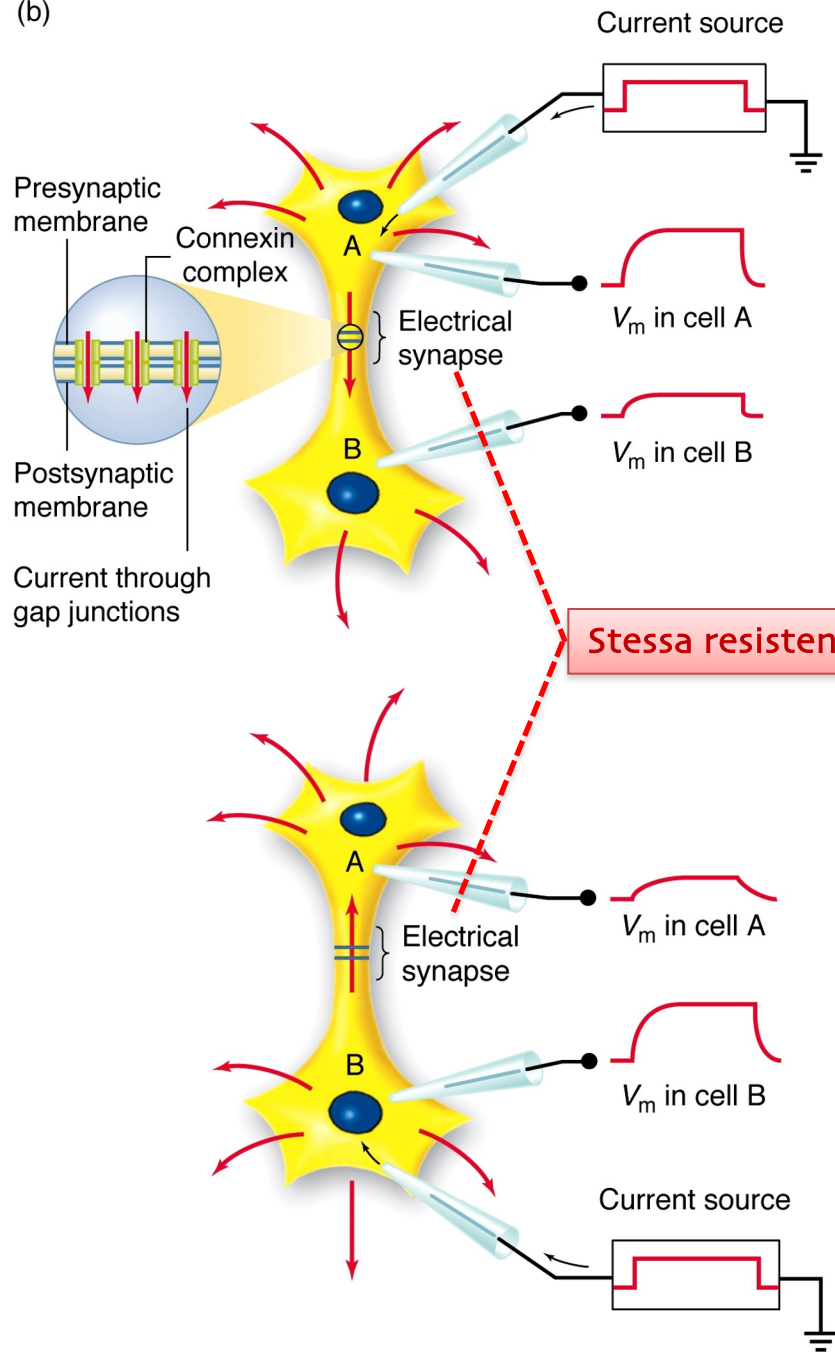


1959: Furshpan e Potter descrivono per la prima volta la trasmissione elettrica tra fibre giganti della corda nervosa dei crostacei e nelle sinapsi motorie del gambero di acqua dolce

Trasmissione "efaptica": che non ha luogo in vere sinapsi

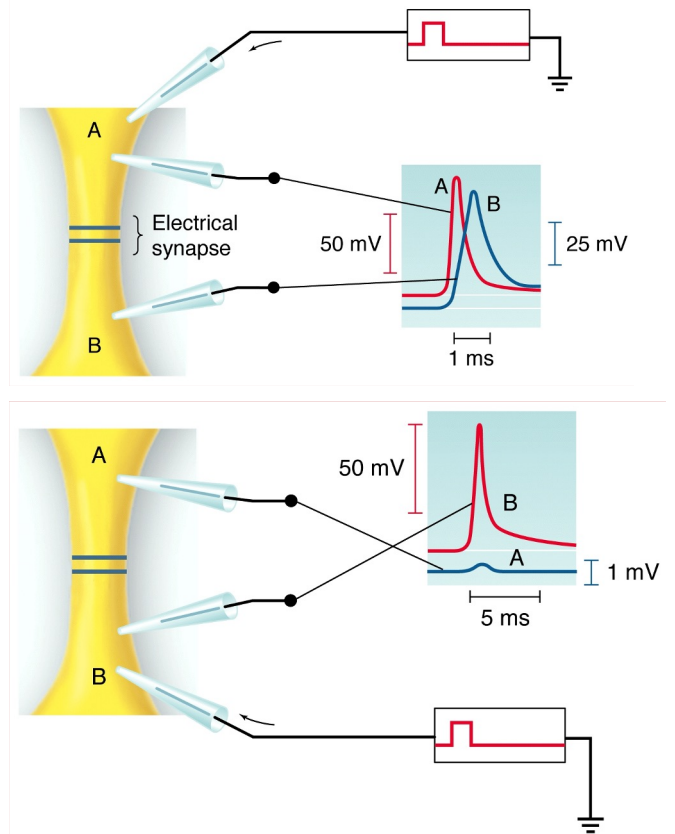


(b)



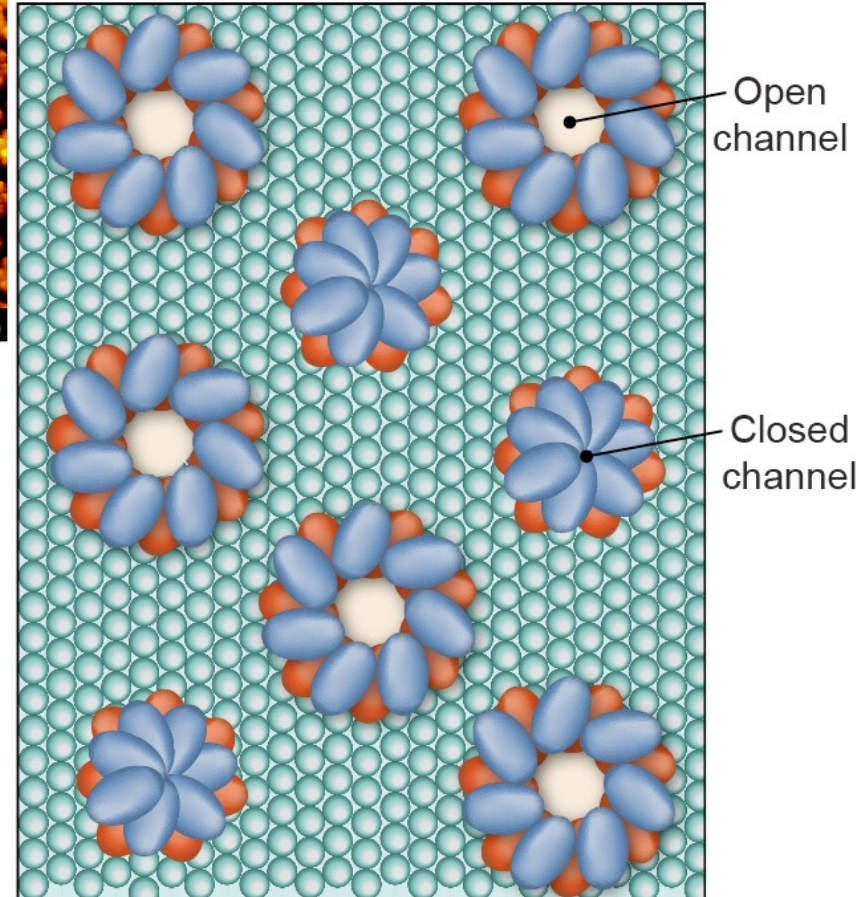
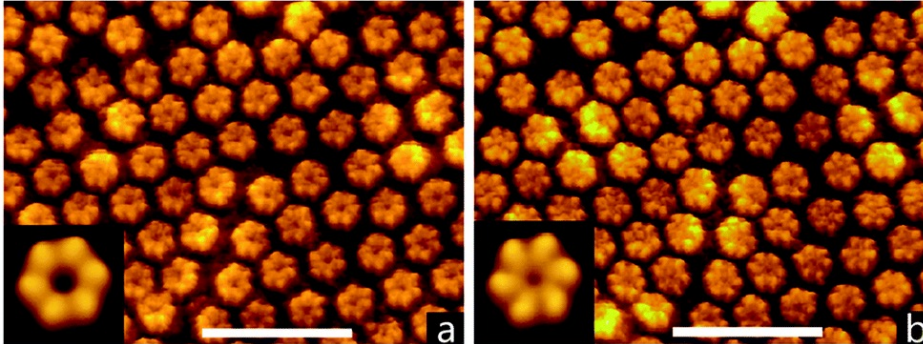
Giunzioni rettificanti

(c)



- Caratteristiche accoppiamento elettrico:**
- Presente in popolazioni cellulari caratterizzate da attività sincrona
 - Diffuso nel sistema nervoso degli invertebrati
 - Numerose nel cervello (circuiti locali) dei vertebrati
 - Numerose durante lo sviluppo embrionale

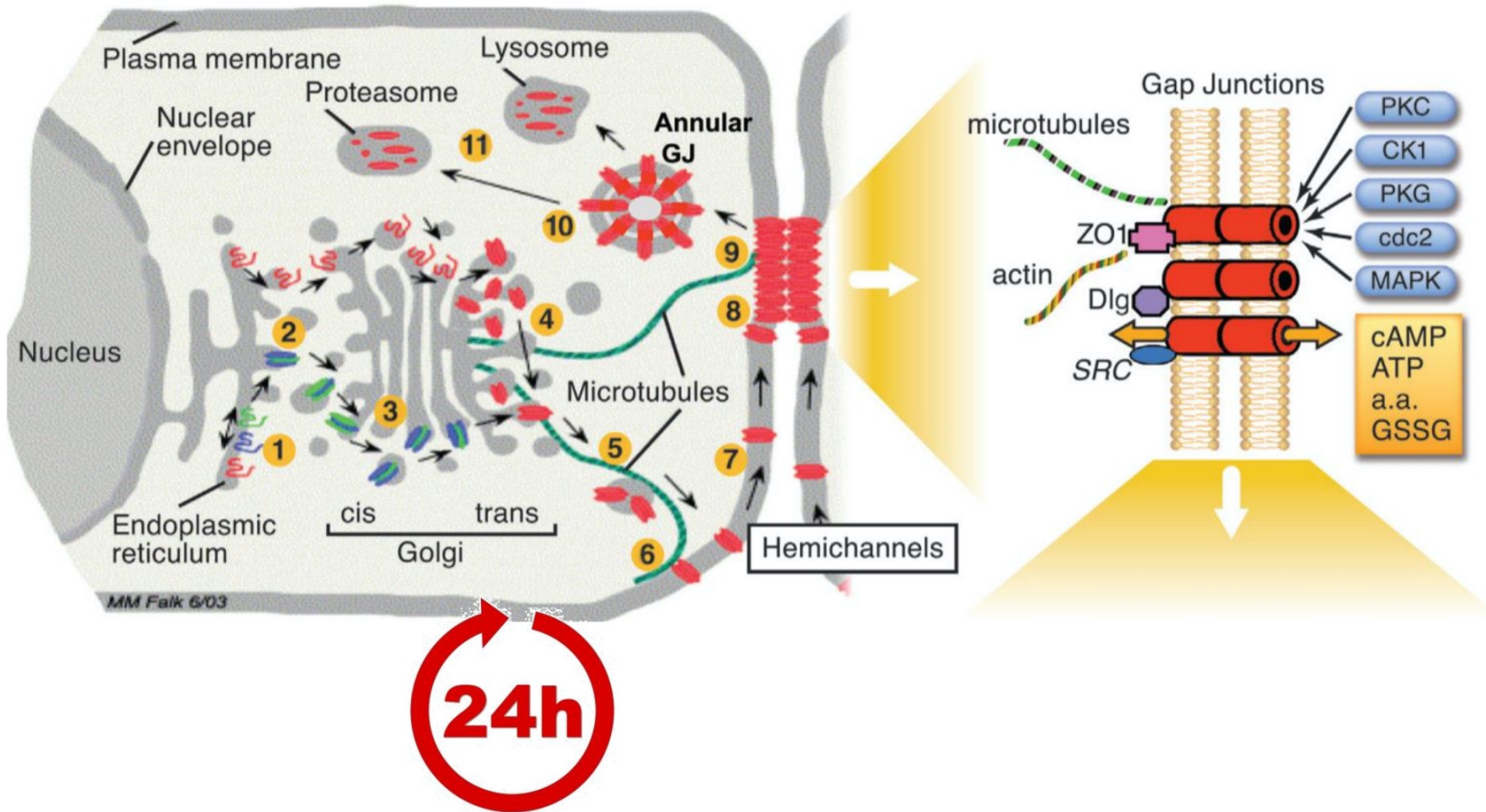
Lo stato di apertura delle gap junctions (conduttanza, tempo di apertura) è altamente regolato



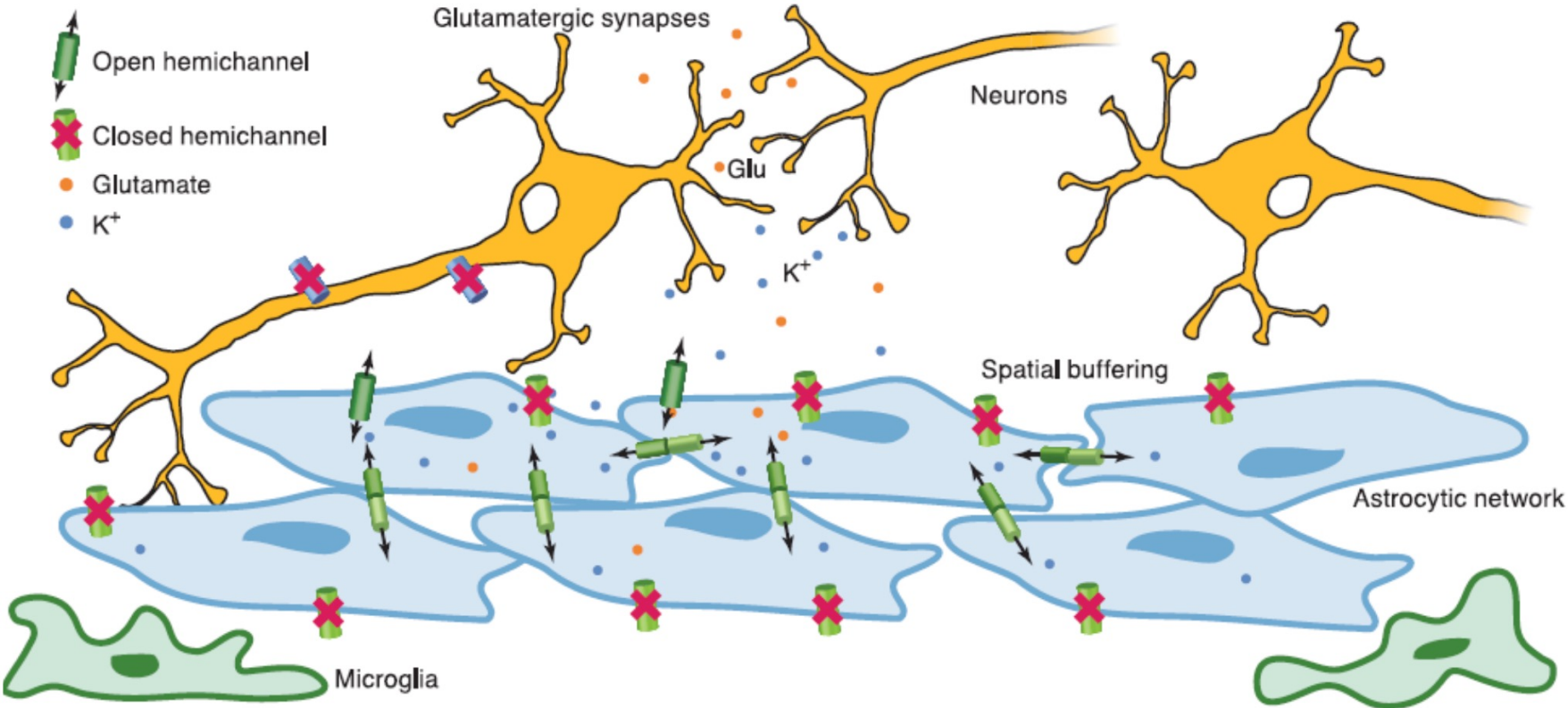
- ✓ Sintesi connessine
- ✓ Accoppiamento omologo od eterologo delle connessine
- ✓ Diversa sensibilità al voltaggio di connessine differenti
- ✓ Livelli di Ca^{2+}
- ✓ Valore di pH
- ✓ Azione di protein chinasi e fosfatasi (variabile a seconda dei tipi di connessine)

Intracellular channels
(top view)

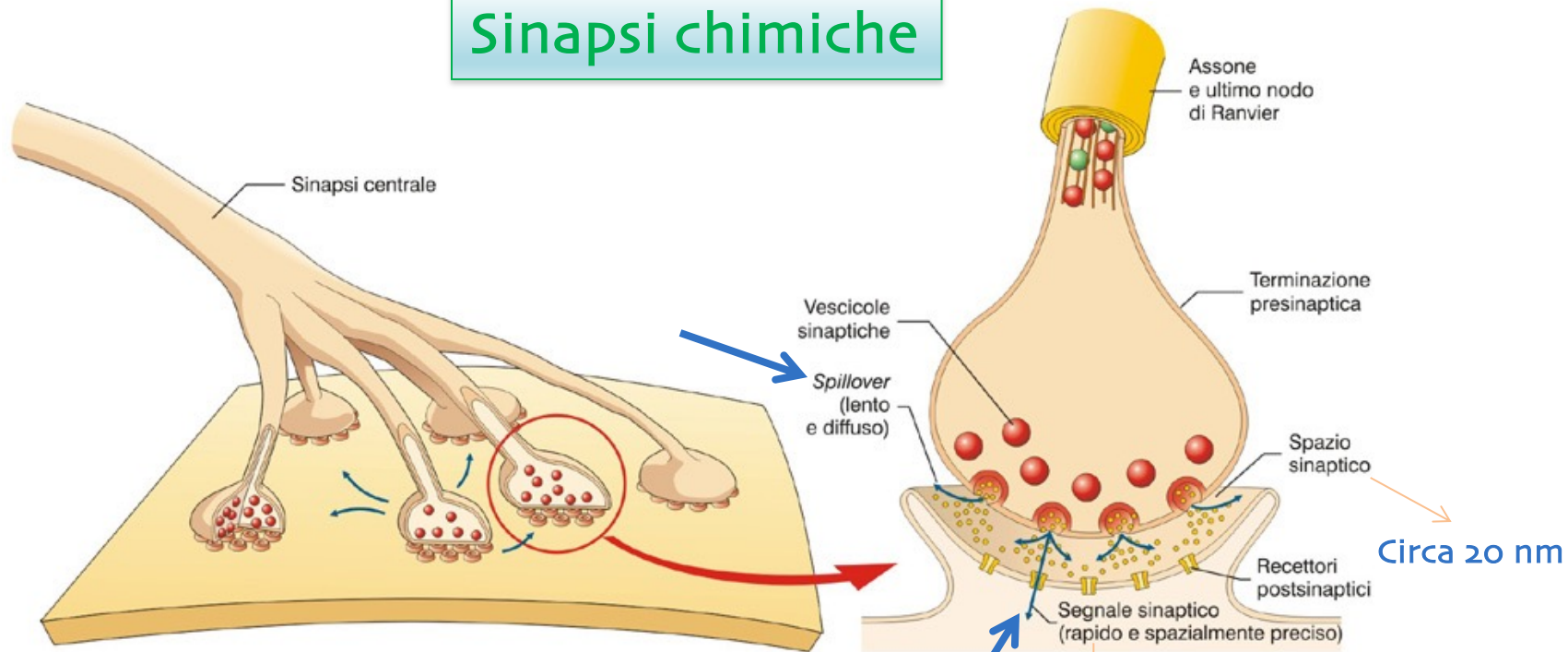
Sintesi delle connessine loro modulazione



Le giunzioni elettriche esistono anche tra gli astrociti



Sinapsi chimiche



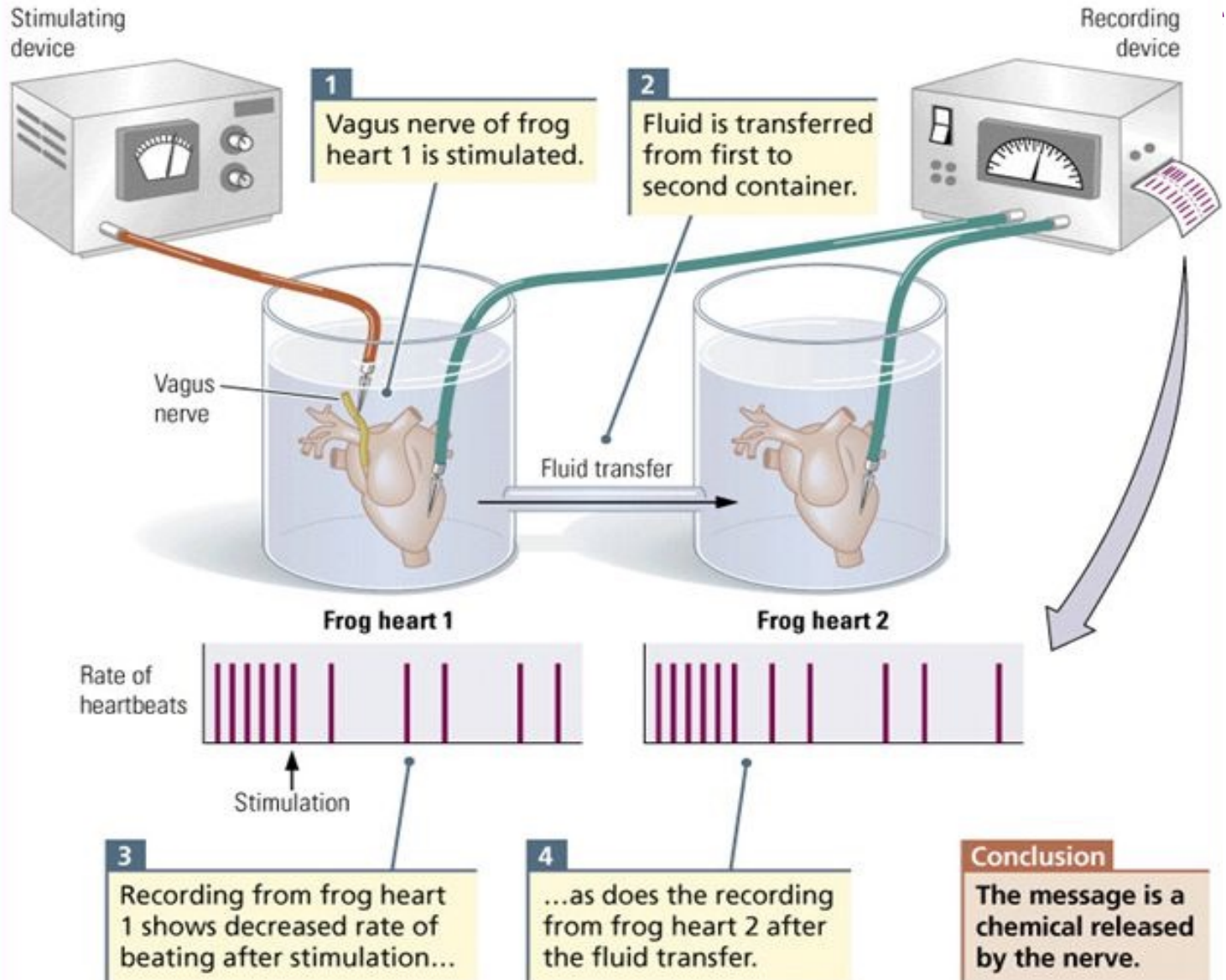
Chimica	Elettrica	Potenziale d'azione
Locale	Locale (se sotto soglia)	Propagato
Graduata	Graduata (se sotto soglia)	Tutto-o-nulla
Sommazione spaziale e temporale	Sommazione spaziale e temporale	Refrattarietà
Ritardata	Istantanea	-
Solo eccitatoria o inibitoria	Eccitatoria	-
Modulabile	Difficilmente modulabile	Non modulabile

Risposta post-sinaptica: circa 1 ms

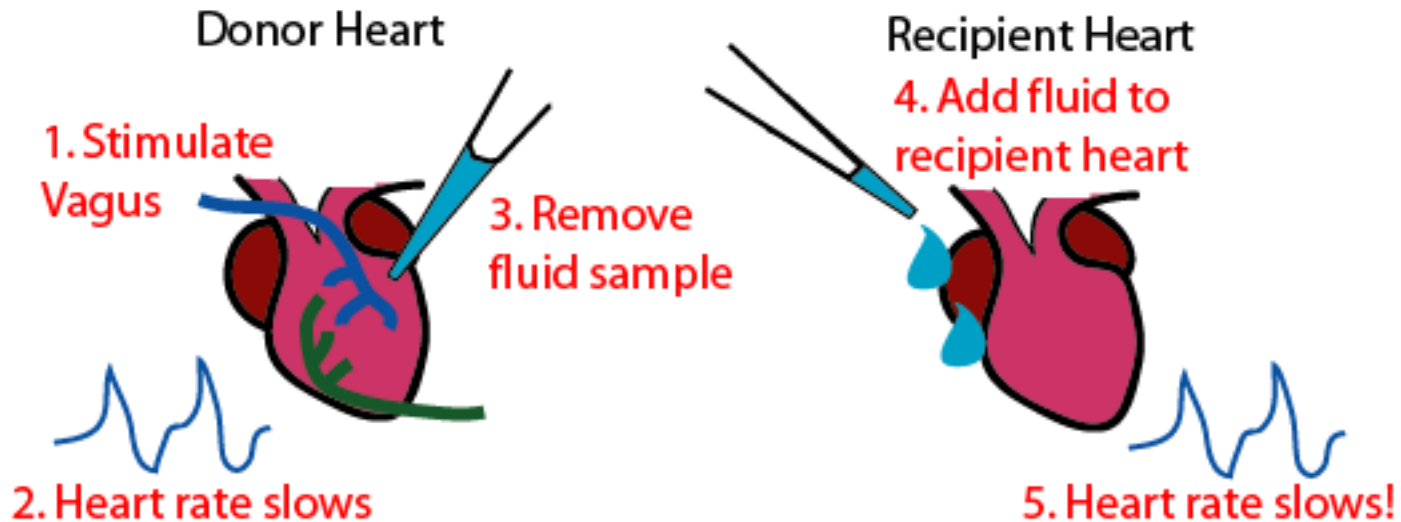
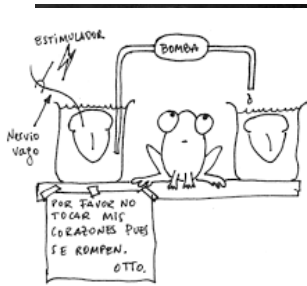
Trasmissione di volume: K-dipendente (può avvenire tra fasci di fibre racchiuse in uno spazio limitato)

Trasmissione efastica: causata dal campo elettrico di una cellula

1921: Otto Loewi ottiene la prima prova diretta a favore dell'esistenza di un neurotrasmettitore



1921: Otto Loewi ottiene la prima prova diretta a favore dell'esistenza di un neurotrasmettitore



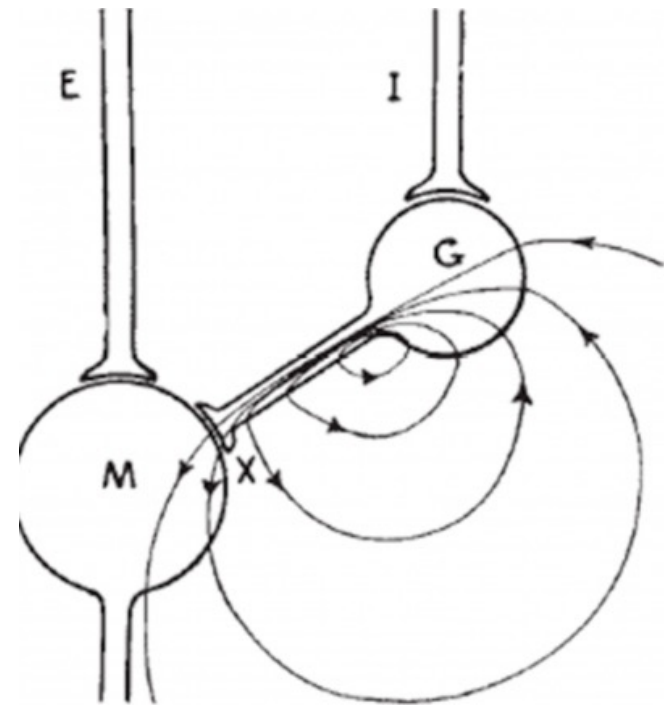


1947: John Eccles ottiene la prova della presenza di trasmissione chimica nel cervello

Premio Nobel in Fisiologia e Medicina con Hodgkin e Huxley nel 1963 per le loro scoperte sui meccanismi ionici alla base della trasmissione eccitatoria ed inibitoria nel CNS e PNS

Eccles memoire (1947)

....Then in 1947 I developed an electrical theory of synaptic inhibitory action, which conformed with all the available experimental evidence. Incidentally this theory came to me in a dream. On awakening I remembered the near tragic loss of Loewi's dream so I kept myself awake for an hour or so going over every aspect of the dream, and found it fitted all experimental evidence.



Model of Golgi-cell inhibition

I : inhibitory neuron
E : excitatory neuron
M : motoneuron
G : golgi cell

Brooks CM and Eccles JC (1947) An electrical hypothesis of central inhibition Nature 7;159(4049):760-4.