

# Jontransport: Pumpar, kanaler och bärare

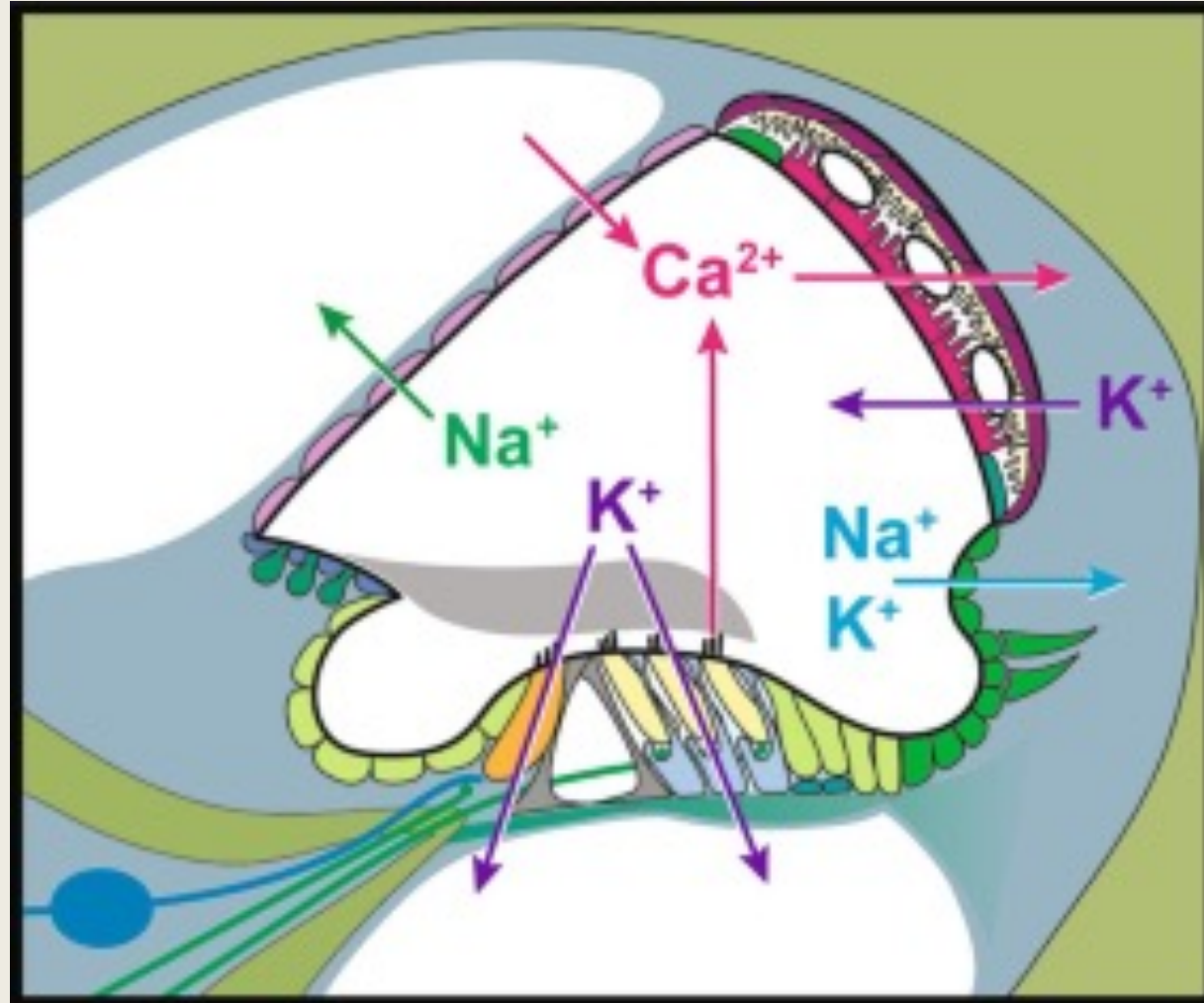
Anne Uv



# Varför är detta viktigt för fysiologi?

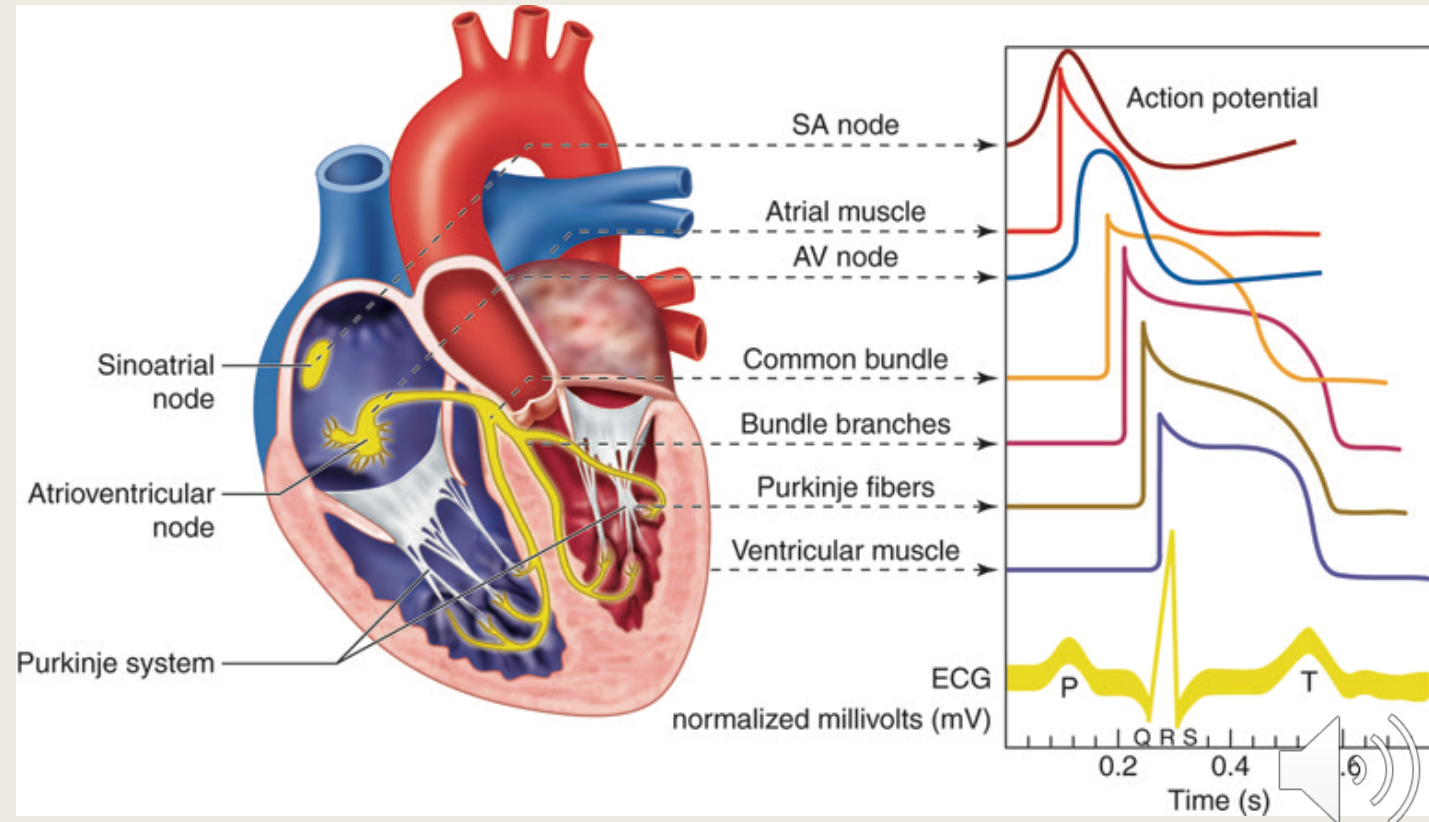
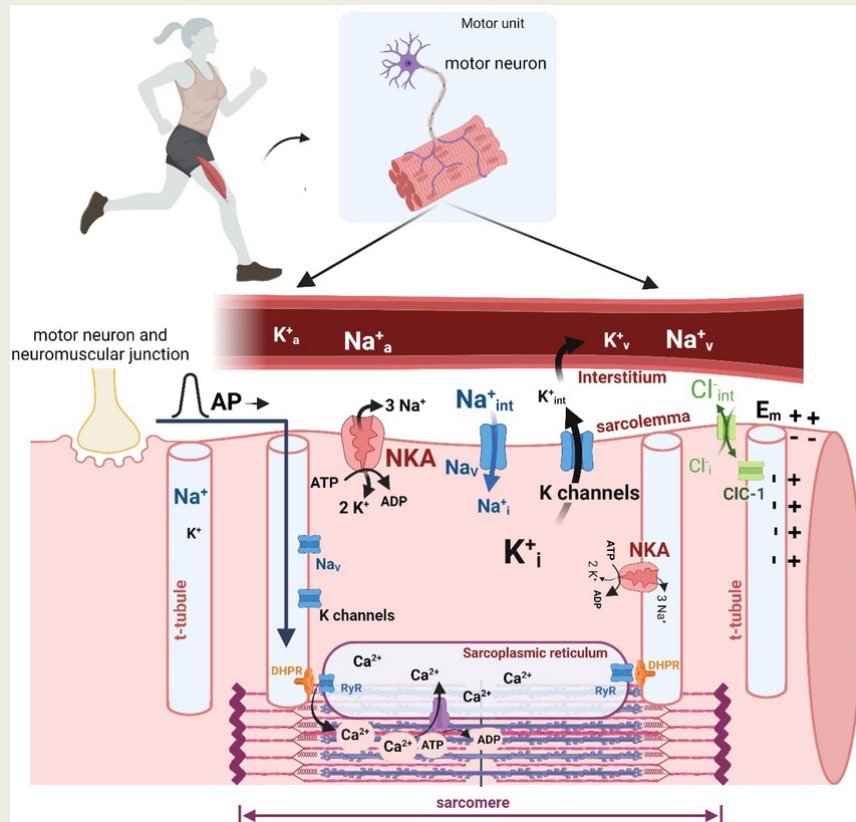
Exempel 1: innerörat

Cochlea



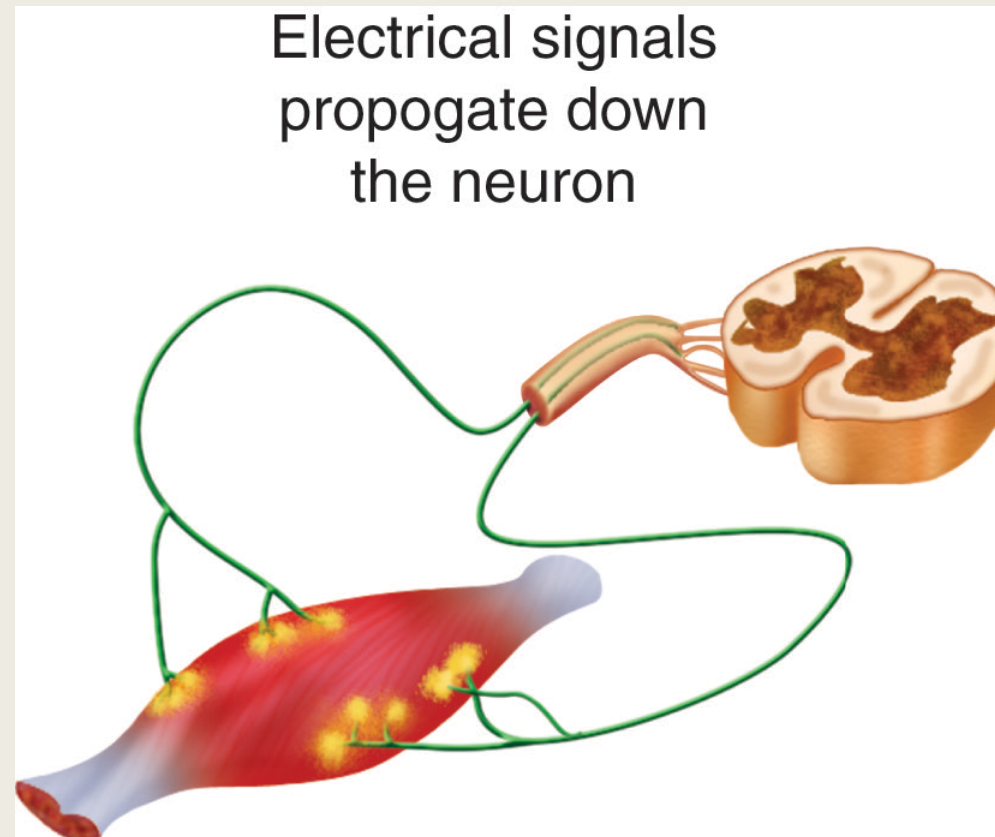
# Varför är detta viktigt för fysiologi?

## Exempel 2: muskelfunktion



# Varför är detta viktigt för fysiologi?

## Exempel 3: nervimpulser



# Viktigt för funktionen av alla celler i kroppen

Extracellulär miljö  
"Seawater"

$[\text{Na}^+] = 143 \text{ mM}$

$[\text{K}^+] = 4 \text{ mM}$

Cell

$[\text{Na}^+] = 14 \text{ mM}$

$[\text{K}^+] = 157 \text{ mM}$

insidan  $\approx 60\text{mV}$  mer -ve än utsidan

*Energirikt tillstånd*

Na+:

Energien som behövs för att förflytta Na<sup>+</sup> över membranet beror på 2 faktorer:

Skilnad i koncentration } Elektrokemisk  
Skilnad i laddning } potential

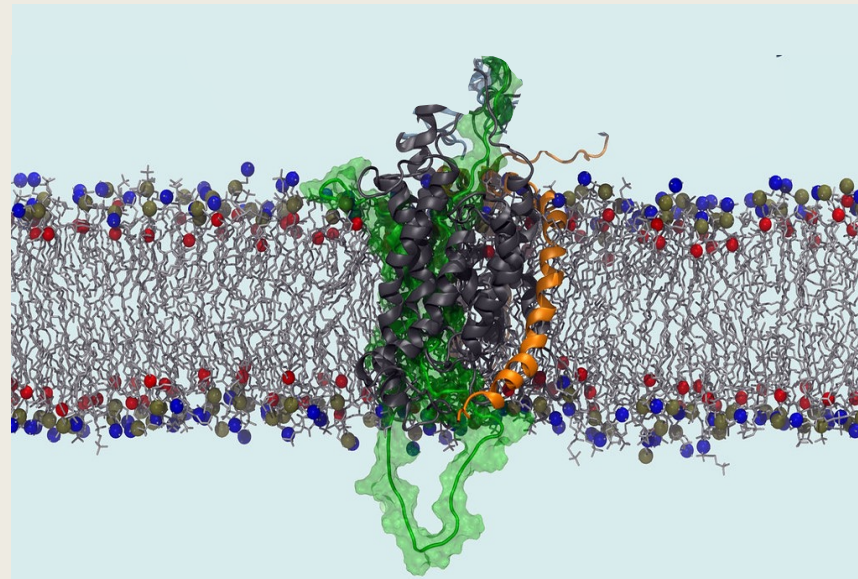




# Hur vandrar joner genom cellmembran?

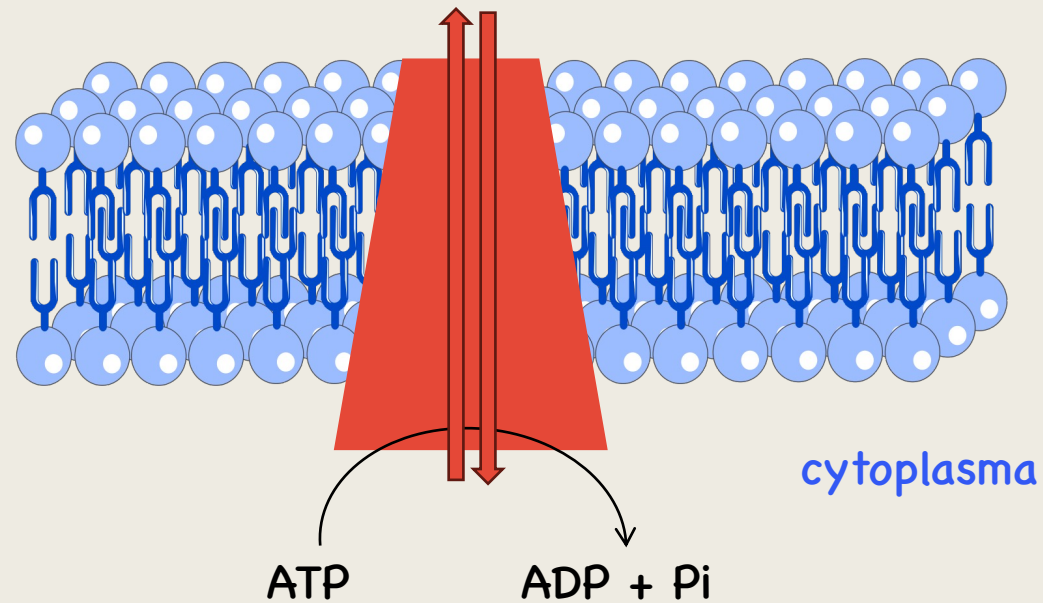
## Membrantransportproteiner

- Pumpar (pumps) - aktiv transport - energidriven
- Kanaler (channels) - passiv
- Bärare (carriers) - passiv eller sekundärt aktiv



# 1. Membranpumpar

Kräver energi – drivs oftast m.h.j.a. ATP-hydrolylys



# Exempel: $\text{Na}^+/\text{K}^+$ ATPase ( $\text{Na}^+/\text{K}^+$ pump)

Extracellulär miljö  
"Seawater"

$[\text{Na}^+] = 143 \text{ mM}$

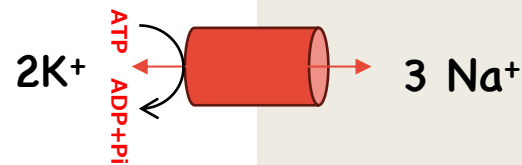
$[\text{K}^+] = 4 \text{ mM}$

Cell

$[\text{Na}^+] = 14 \text{ mM}$

$[\text{K}^+] = 157 \text{ mM}$

insidan  $\approx 60\text{mV}$  mer -ve än utsidan



En cykel =  $3\text{Na}^+$  ut och  $2\text{K}^+$  in



$\Delta G = 41.7 \text{ kJ/mol}$

Hydrolysis av ATP ger  $\approx 50\text{kJ/mol}$

En cykel drivs av hydrolysis av en ATP

*Energirikt tillstånd*





# Exempel: Sarkoplasmatisk $\text{Ca}^{2+}$ -ATPase

(muskelcell)

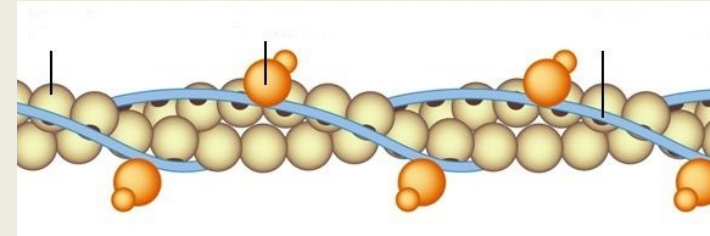
$[\text{Ca}^{2+}] \approx 2\text{--}4 \text{ mM}$

Cell

$[\text{Ca}^{2+}] \approx 0.0001 \text{ mM}$

ER/SR  
(lagrar  $\text{Ca}^{2+}$ )

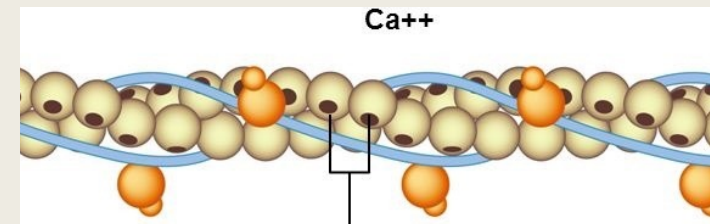
$[\text{Ca}^{2+}] \approx 0.4 \text{ mM}$



tropomyosin

Låg  $[\text{Ca}^{2+}]$ :

Tropomyosin förhindrar aktin att binda myosin  
 $\Rightarrow$  avslappnad muskel

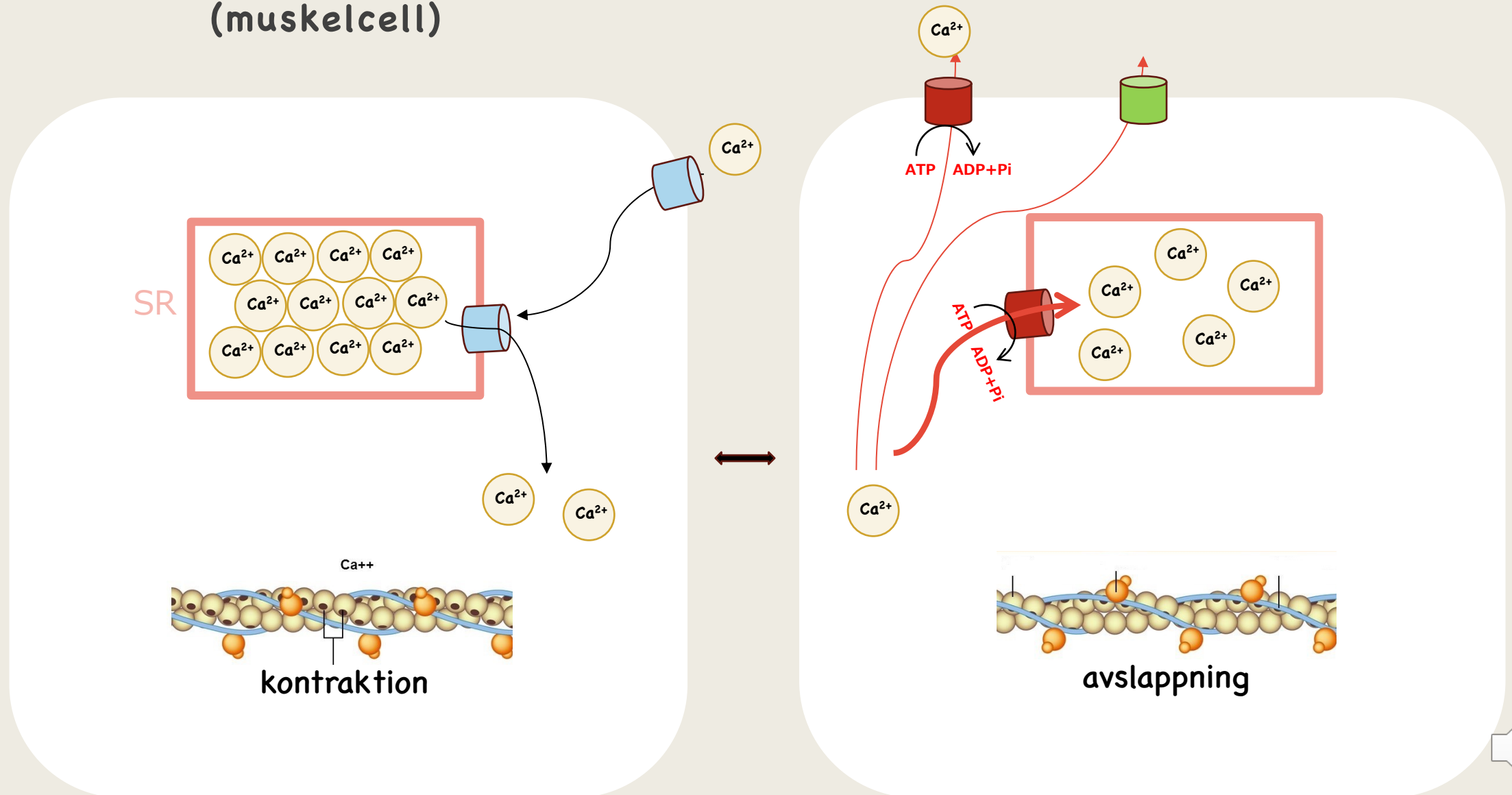


Hög  $[\text{Ca}^{2+}]$ :

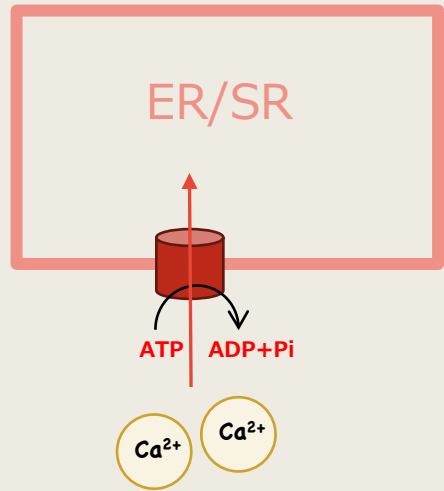
Tropomyosin förflyttas, aktin kan binda myosin  
 $\Rightarrow$  kontraherande muskel



# Exempel: Sarkoplasmatisk $\text{Ca}^{2+}$ -ATPase (muskelcell)

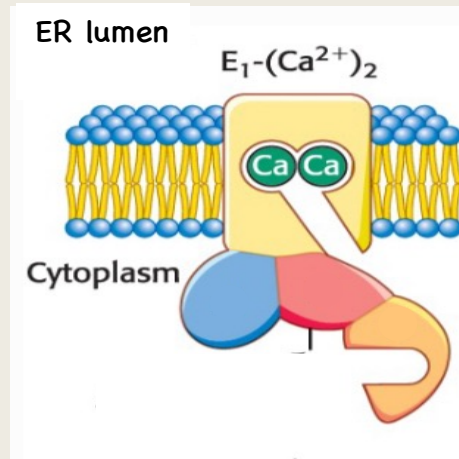


# Exempel: Sarkoplasmatisk $\text{Ca}^{2+}$ -ATPase



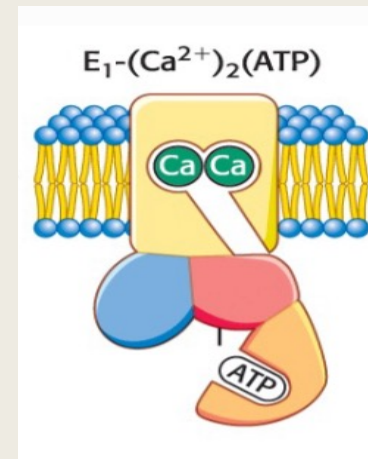
Två olika konformationer:

E1 och E2

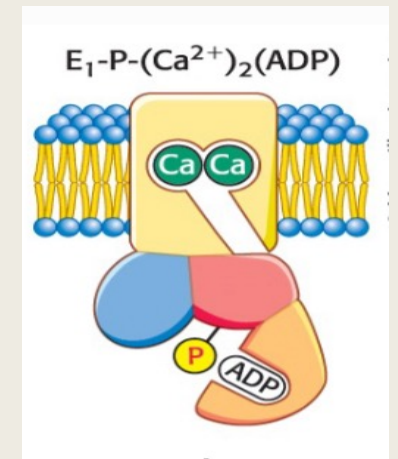


↑ Binder 2 Ca<sup>2+</sup>  
Från cytoplasman

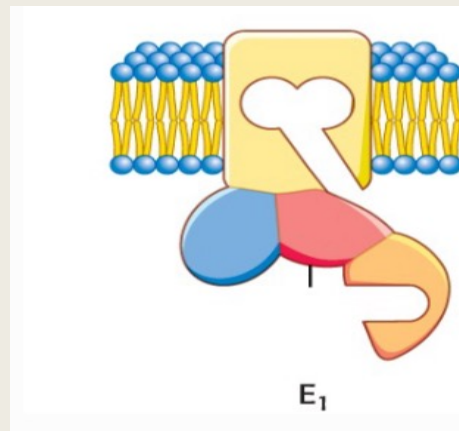
ATP-  
binding



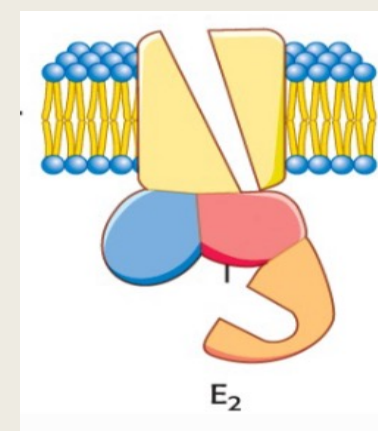
ATP-  
hydrolysis



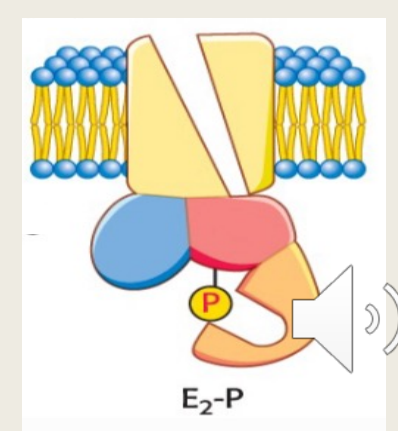
↓ Ändring i form  
Ca<sup>2+</sup> släpps i ER



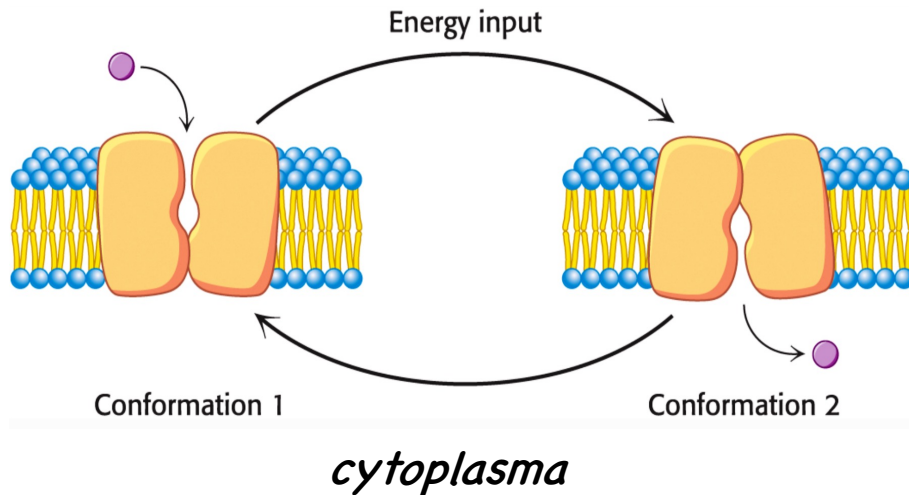
Återgår  
till E1



Pi  
faller av



# Generellt för jonpumpar:



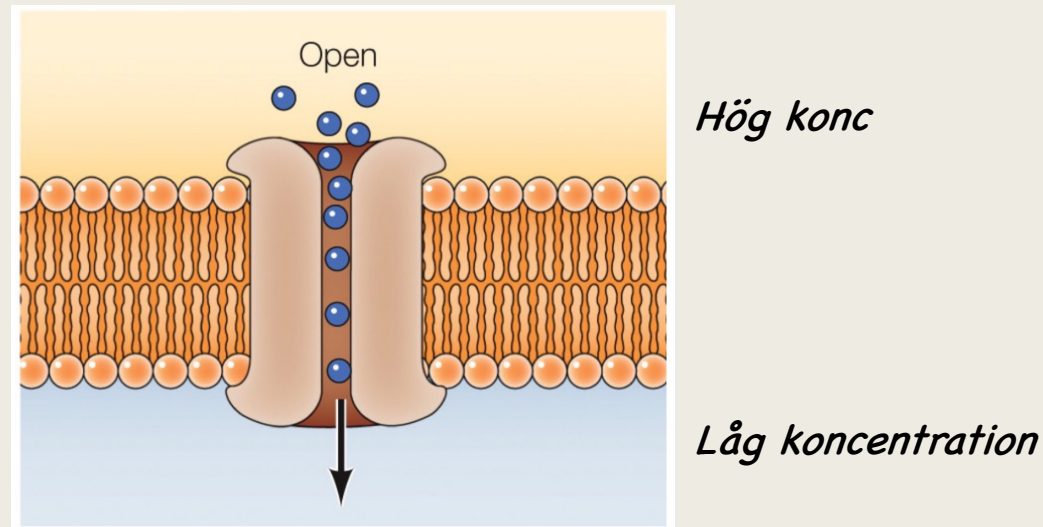
- de förflyttar joner över membranet mot sin elektrokemiska gradient
- Förflyttning innebär bindning till substrat och konformationsändring i membranproteinet, samt återgång till urspungsform (=en cykel)
- Drivas av energi, i regel ATP-hydrolyys

Långsam (100–10000 joner per sek) och kostsam process  
Står för ca hälften av kroppens ATP hydrolyys  
Skapar och upprätthåller livsviktiga jonkoncentrationer i cellen



## 2. Jonkanaler

Passiv transport (joner förflyttas med elektrokemisk gradient)

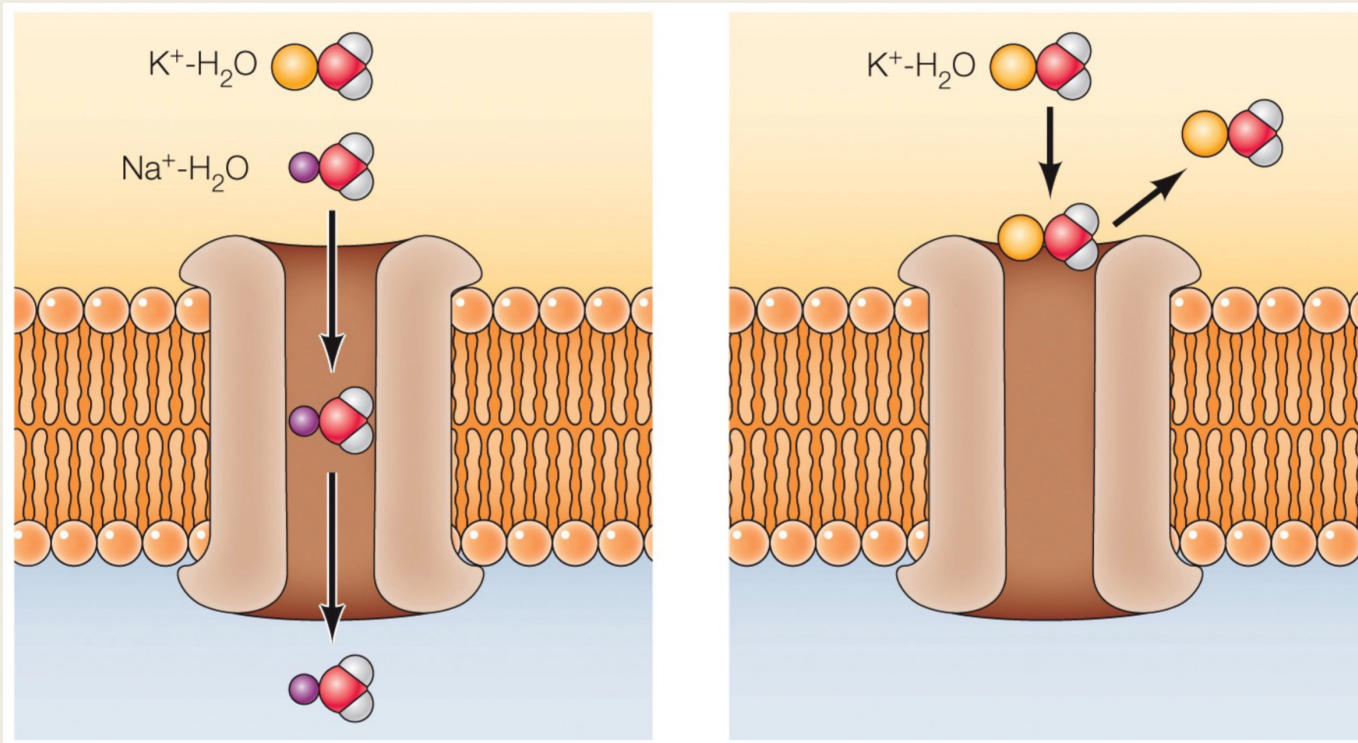


Porer i membranet som är öppna åt båda håll samtidigt  
=> jonerna kan "strömma" genom kanalen  
=> snabb jontransport!



# Jonkanaler är ofta jonspecifika

## Exempel 1: Na<sup>+</sup>-kanalen



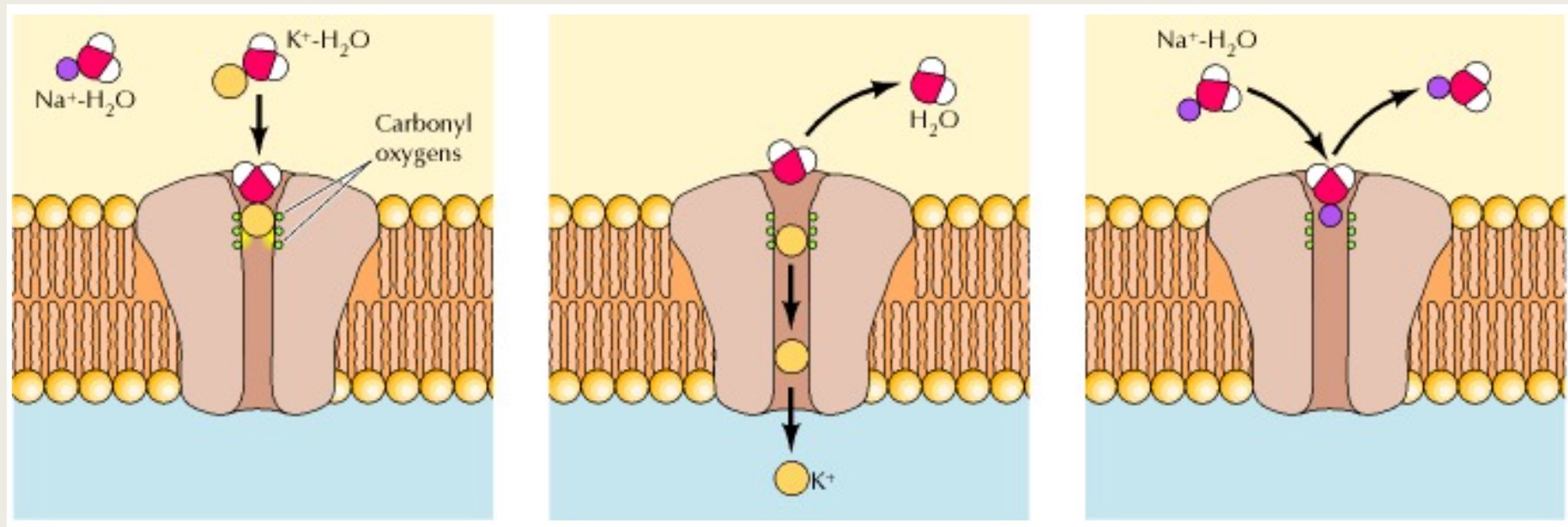
K<sup>+</sup>-jon är större än Na<sup>+</sup>-jon  
⇒ Na<sup>+</sup> får plats men inte K<sup>+</sup>





# Jonkanaler är ofta jonspecifika

## Exempel 2: K<sup>+</sup>-kanalen



K<sup>+</sup> dehydreras i kanalen genom interaktion med syret i C=O och kanalen är precis stor nog för passage av dehydrerad K<sup>+</sup>.

Na<sup>+</sup> är för litet för att interagera med syret i C=O, kan ej dehydreras.

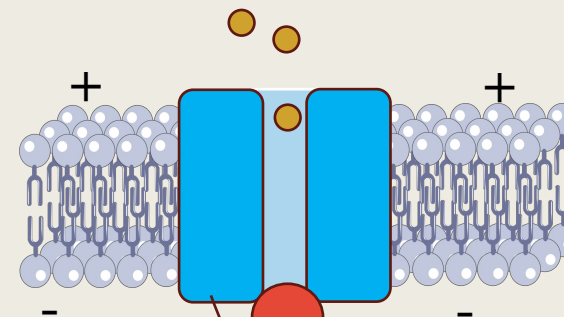
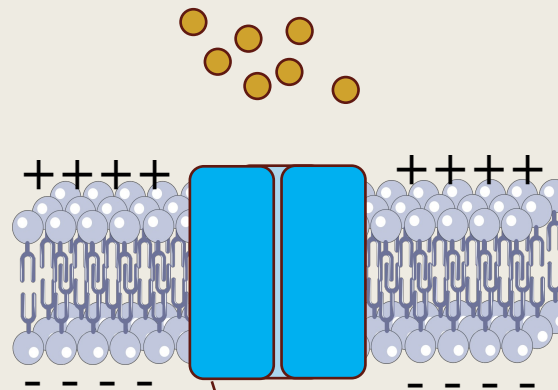
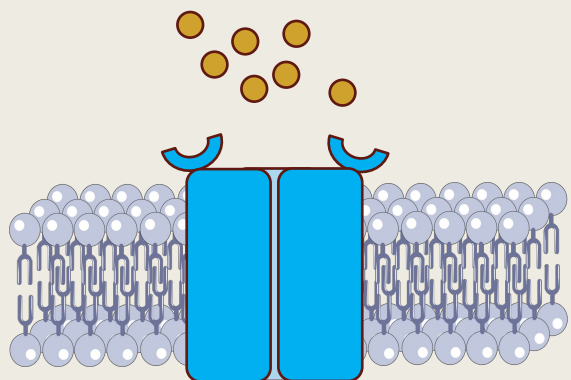


# Jonkanaler är ofta reglerbara

ligandaktiverade jonkanaler

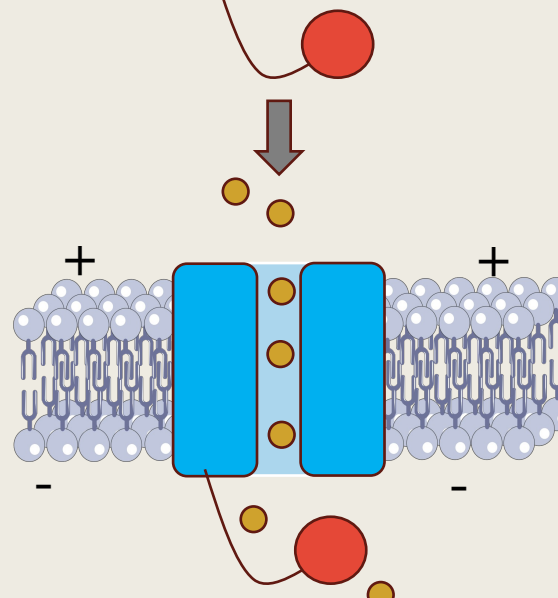
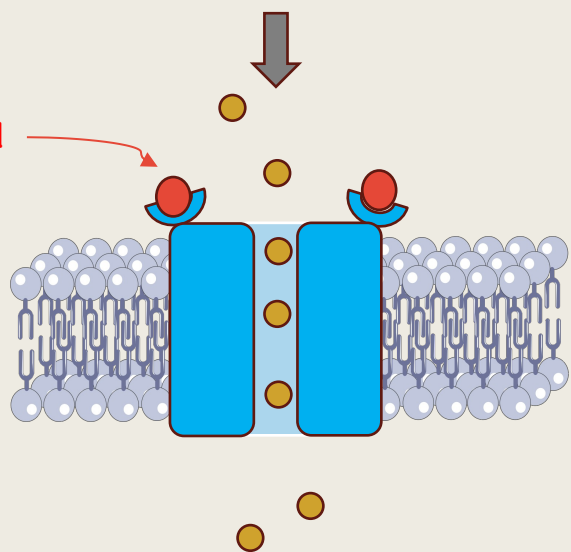
spänningsaktiverade jonkanaler

stängd



ligand

öppen



inaktiv



# 3. Bärare

Likt pumpar, binder de substratet och genomgår konformationsändring

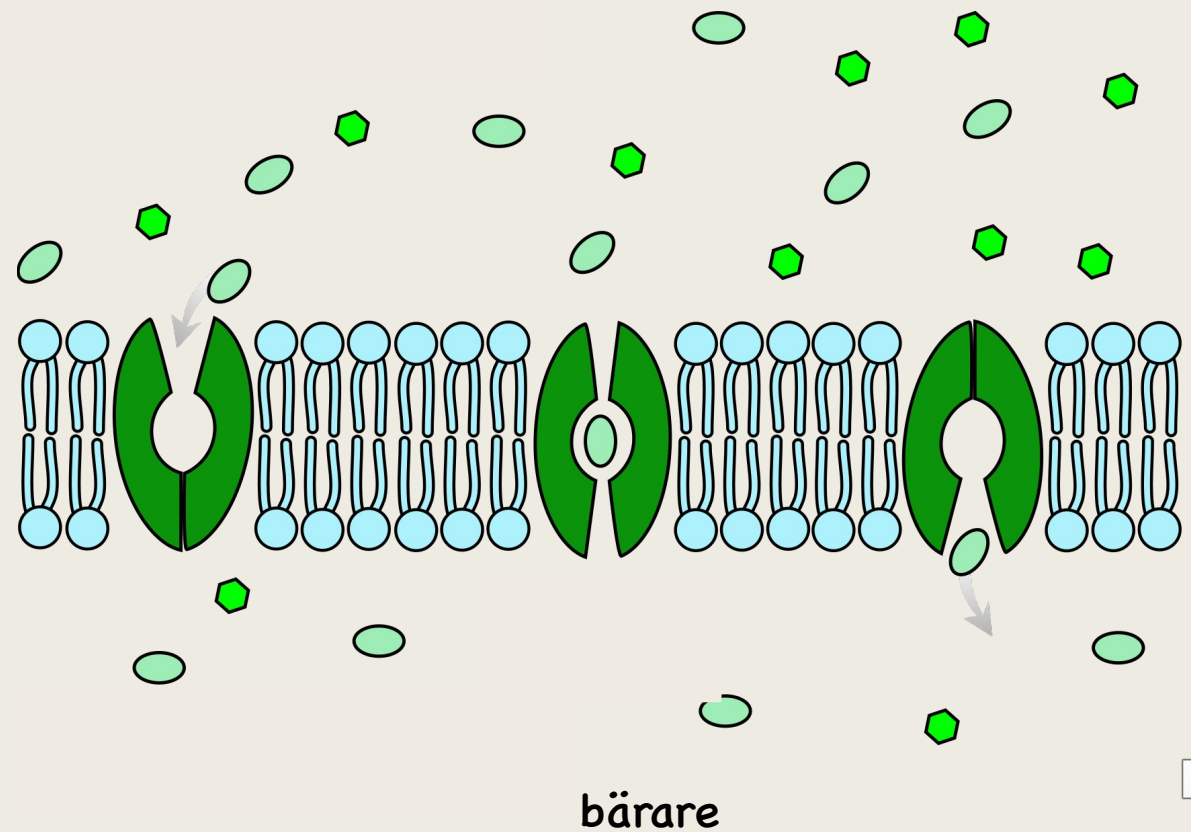
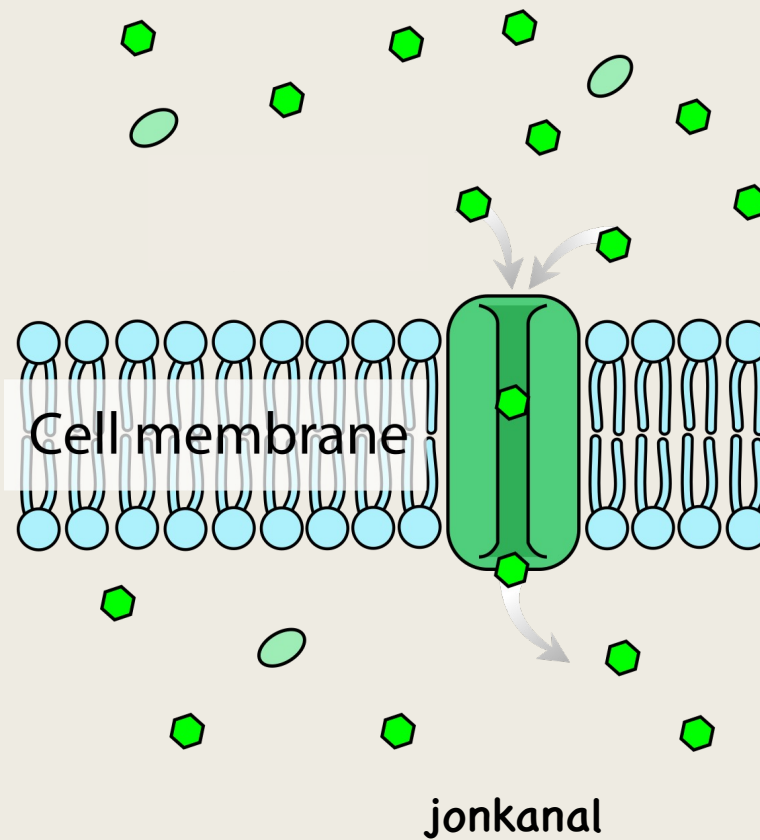
➤ Långsam process

Men, ingen ATP-hydrolysis!

- jontransport drivs av skillnader i jonkoncentration

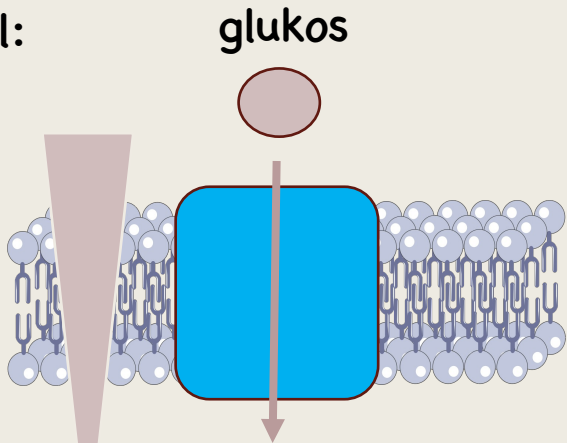


# Skillnad mellan kanaler och bärare

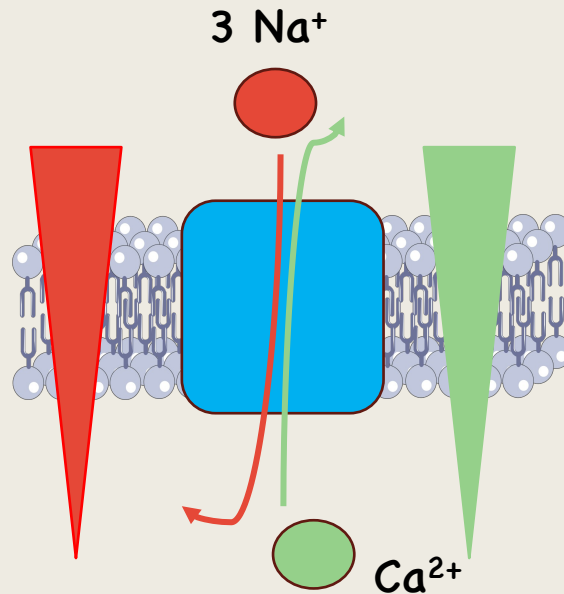


# Bärare kan vara uniporter, antiporter eller symporter

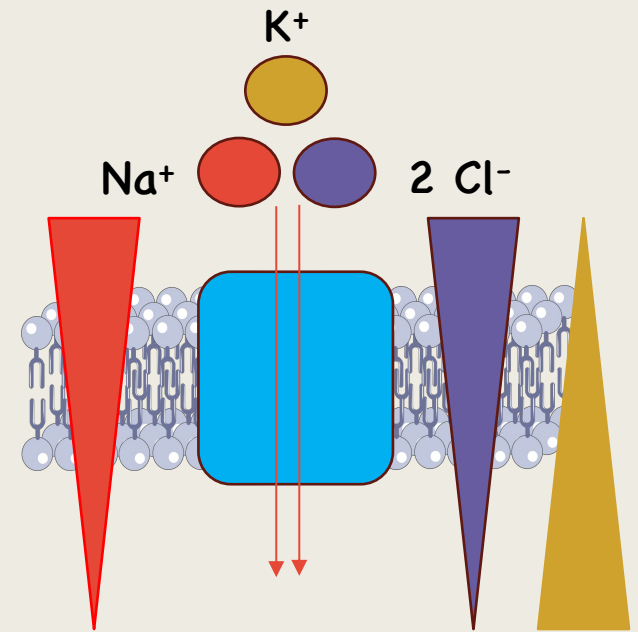
Exempel:



Uniporter



antiporter

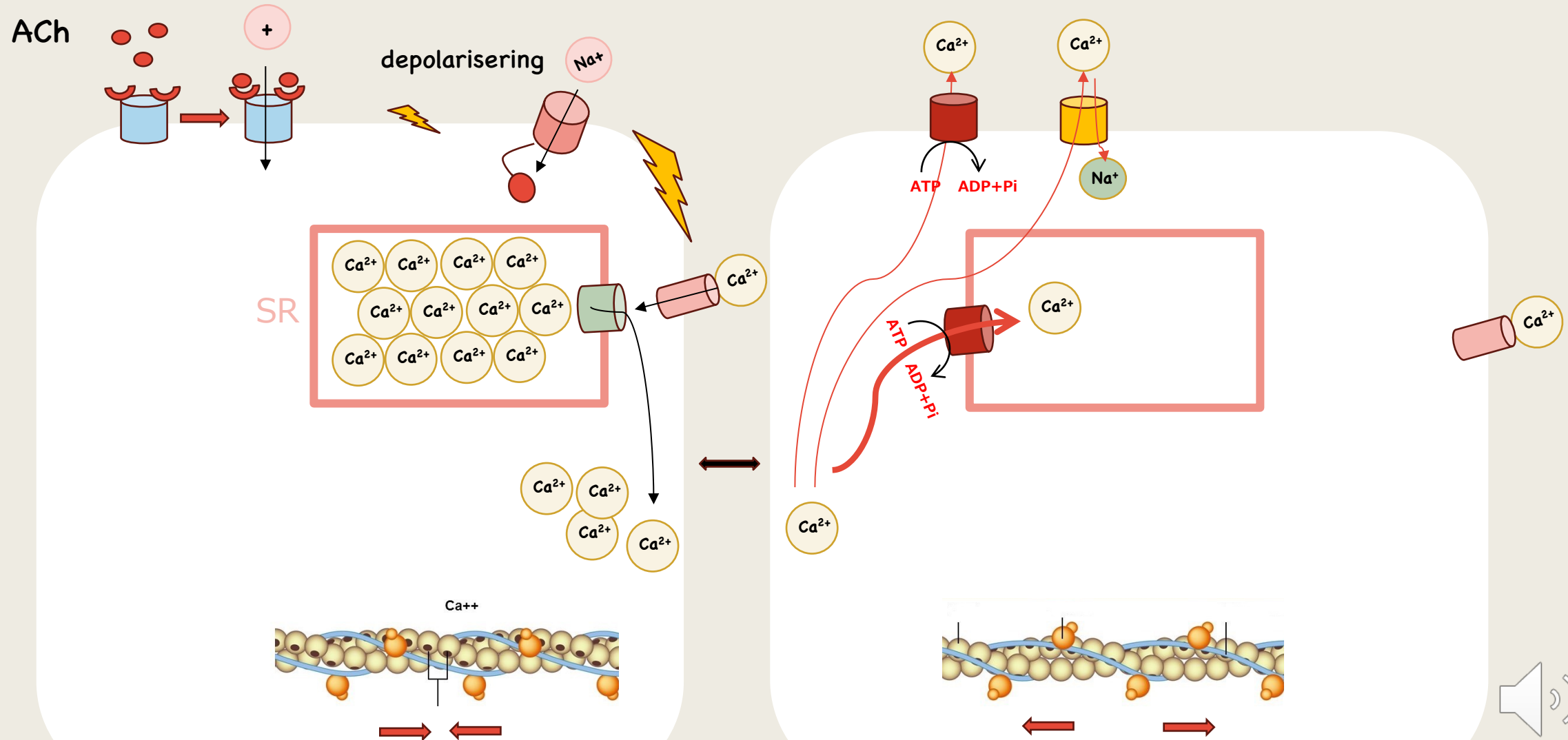


symporter

*Sekundär aktiv transport*



# Exempel: $\text{Ca}^{2+}$ och skelettmuskelkontraktion





# Summering

Jontransport över membran utgör livsviktiga funktioner och sker över pumpar, kanaler eller bärare

## Membranpumpar:

pumpar joner mot sin elektrokemiska gradient

behöver tillförsel av energi, oftast hydrolys av ATP

Binder substrat på ena sidan, konformationsändring, frisläpper på den andra, konformationsändring = en cykel. Cykelns hastighet begränsar hastighet på jontransport. Relativt långsam.

## Jonkanaler:

Faciliterar förflyttning av joner med sin elektrokemiska gradient

Är öppen åt båda sidor samtidigt så jonerna kan flöda genom kanalen. Snabb transport.

Har oftast jonselektivitet

Kan vara reglerad: ligand-aktiverad, spänningsaktiverad, (stressaktiverad, mekaniskt aktiverad,  $\text{Ca}^{2+}$ -aktiverad)

Kan ha inhiberande domän som blockerar kanalen medan den är aktiverad för snabb stängning.

## Bärare:

Binder substrat på ena sidan, konformationsändring, frisläpper på den andra, konformationsändring = en cykel.

Cykelns hastighet begränsar hastighet på jontransport. Relativt långsam.

Definieras som uniporter, antiporter eller symporter.

Har ingen ATPase-aktivitet, men kan utföra sekundär aktiv transport.

