

# **Kompartymenty wodne ustroju**

**Tomasz Irzyniec**

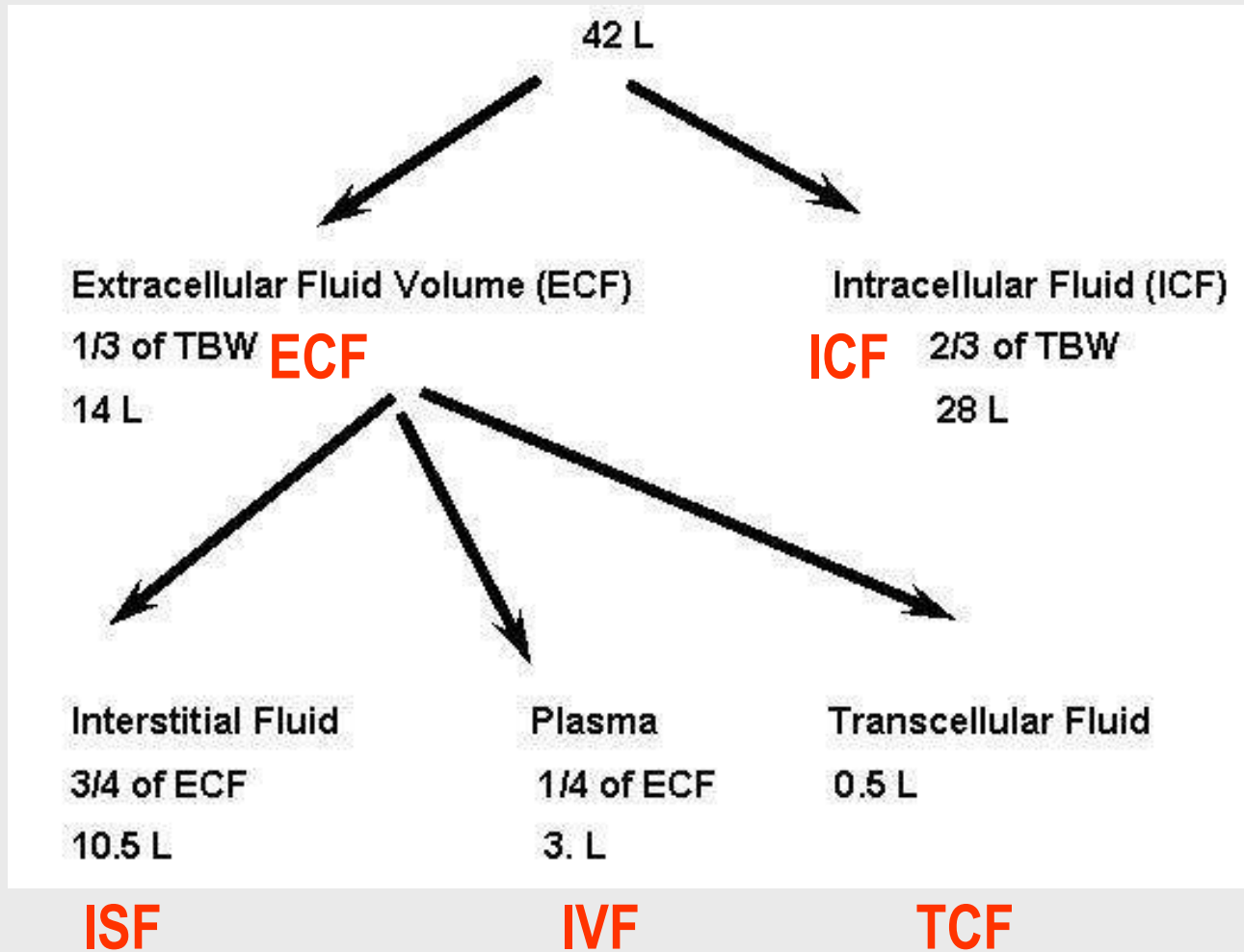
**Oddział Nefrologii, Szpital MSWiA Katowice**

# Zawartość wody w ustroju

- jest funkcją wieku, masy ciała i zawartości tłuszczu
- u dzieci zawartość wody wynosi około **73%** (z uwagi na niską zawartość tłuszczu i relatywnie niską masę ciała),
- u mężczyzn wskaźnik ten wynosi około **60%**, u kobiet zaś **50%** (kobiety mają relatywnie więcej tkanki tłuszczowej i mniej mięśni szkieletowych)
- z wiekiem zawartość wody w ustroju obniża się i w wieku podeszłym wynosi zaledwie **45%**

# Kompartmenty wodne

- woda stanowi 45-60% beztłuszczowej masy ciała (↑ u mężczyzn, ↓ u kobiet i osób otyłych)
- płyn pozakomórkowy (**ECF – 1/3**) i wewnątrzkomórkowy (**ICF – 2/3**)
- ECF dzieli się na podkompartmenty: płyn śródmiąższowy (**ISF – 2/3**) i wewnątrznaczyniowy (**IVF – 1/3**)
- istnieje jeszcze tzw. 4 przestrzeń (jelita, płyn mózgowo-rdzeniowy, opłucnowy, osierdziowy) – w stanach zdrowia ta przestrzeń jest nieistotna (**TCF**)



**Total body water volume =  
40 L, 60% body weight**

**Extracellular volume =  
15 L, 20% body weight**

**ECF**

**ICF**

**Intracellular fluid volume =  
25 L, 40% body weight**

**ISF**

**Interstitial fluid  
volume = 12 L,  
80% of ECF**

**ICF**

**Plasma  
volume =  
3 L,  
20% of  
ECF**

# Dystrybucja wody

Zależy od:

- równowagi osmotycznej pomiędzy kompartmentami,
- równania Gibbsa-Donnana (suma produktów rozpuszczalnych jonów po obu stronach półprzepuszczalnej błony musi być taka sama).

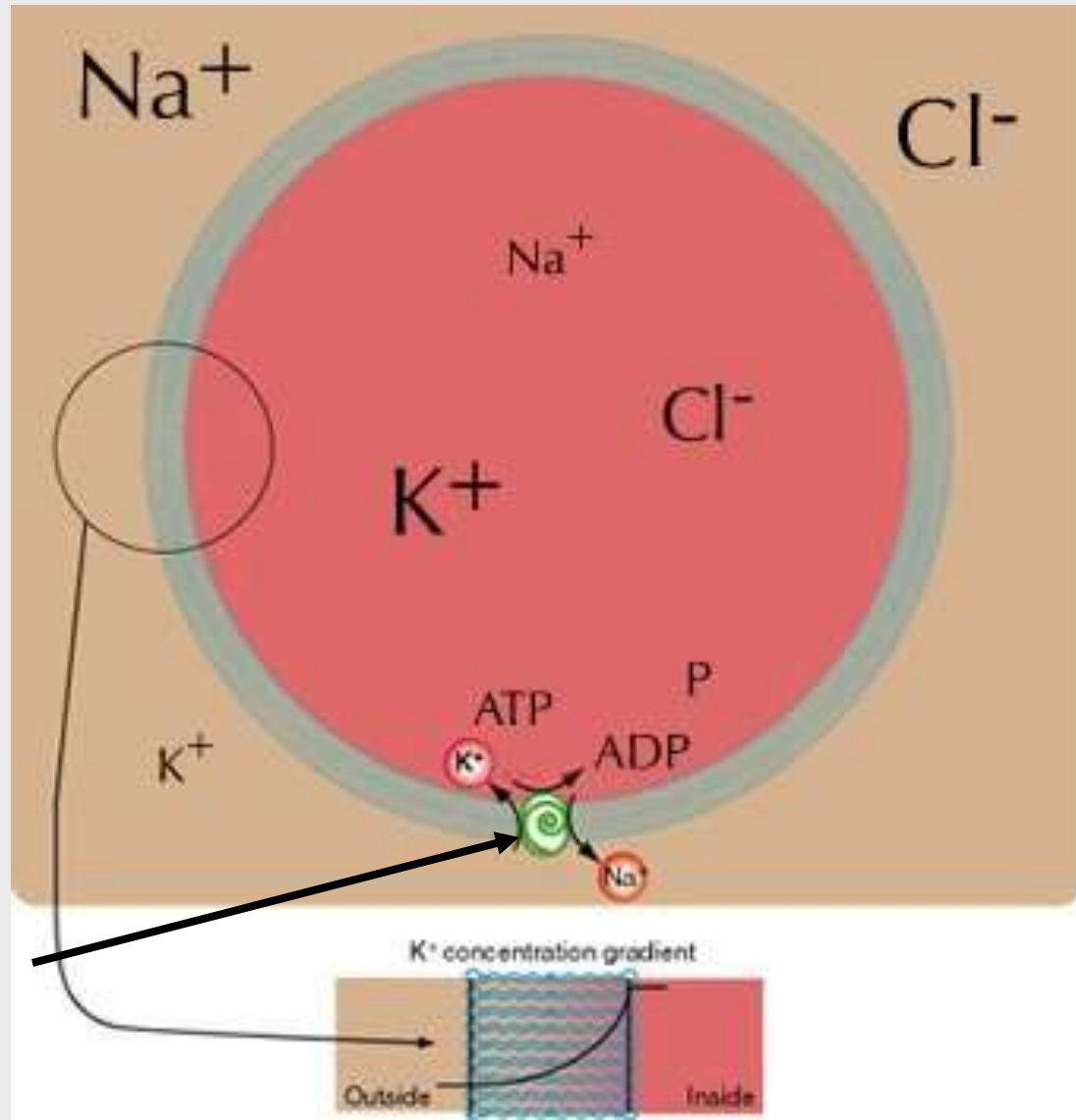
Stąd różnice stężeń, jeżeli jedna strona zawiera źle rozpuszczalne jony.

# Skład płynów ustrojowych

- składniki nie będące elektrolitami nie rozpuszczają się w wodzie i nie mają żadnego ładunku elektrycznego
- elektrolity rozpuszczają się w wodzie do jonów i posiadają ładunek elektryczny, mają też większą siłę osmotyczną, ponieważ oddają co najmniej 2 cząsteczki do roztworu
- **w ECF głównym kationem jest sód a głównym anionem są chlorki,**
- **w ICF głównym kationem jest potas a głównym anionem są fosforany**

# Skład ICF i ECF jest zupełnie odmienny

- działanie pompy  $\text{Na}^+/\text{K}^+$
- $\text{K}^+$  to dominujący jon ICF
- $\text{Na}^+$  i  $\text{Cl}^-$  to dominujące jony ECF





**Key to fluids:**

■ = Blood plasma

■ = Interstitial fluid

■ = Intracellular fluid

**Key to symbols:**

$\text{Na}^+$  = Sodium

$\text{K}^+$  = Potassium

$\text{Ca}^{2+}$  = Calcium

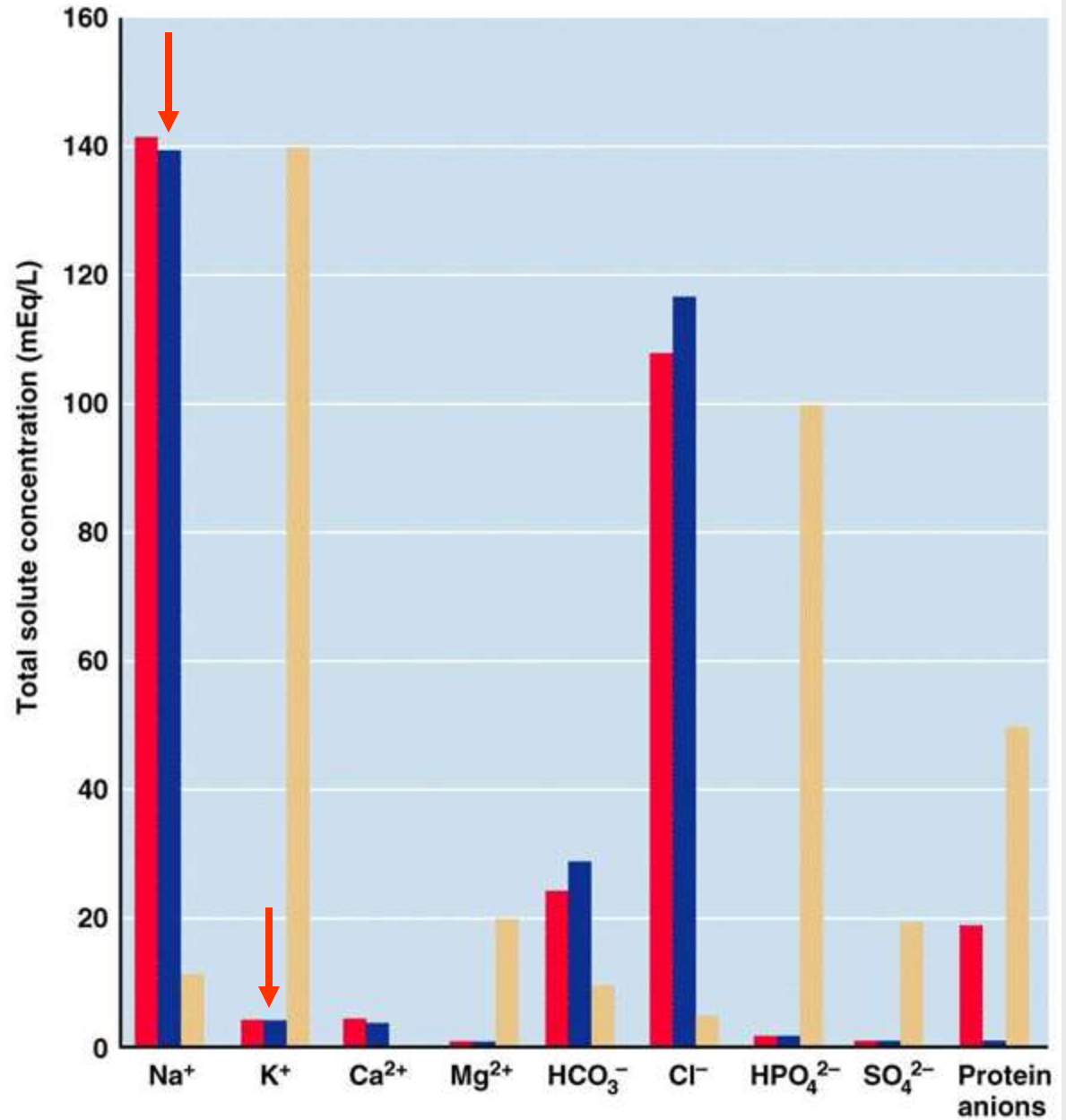
$\text{Mg}^{2+}$  = Magnesium

$\text{HCO}_3^-$  = Bicarbonate

$\text{Cl}^-$  = Chloride

$\text{HPO}_4^{2-}$  = Hydrogen phosphate

$\text{SO}_4^{2-}$  = Sulfate



# Ważne są przesunięcia $\text{Na}^+$

- Objętość ECV jest kontrolowana przez  $\text{Na}^+$
- gospodarka  $\text{Na}^+$  jest regulowana przez nerki
- **nerkowe oszczędzanie  $\text{Na}^+$  jest efektywne**
- **możliwości wydalania  $\text{Na}^+$  w nadmiarze są ograniczone**  
(ssaki w procesie ewolucji nie były nigdy eksponowane na wysokie poziomy  $\text{Na}^+$ )

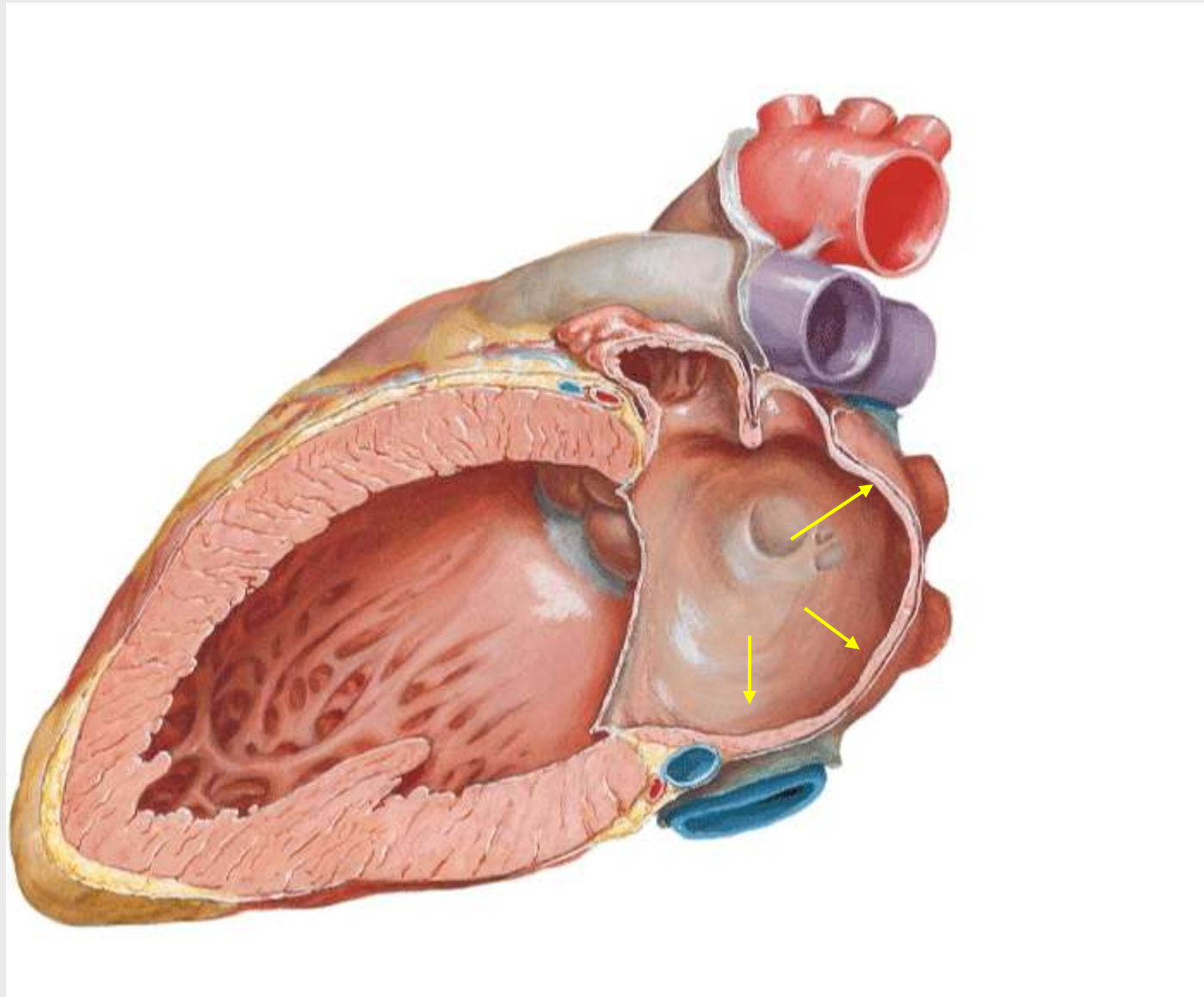
# Regulacja wydalania $\text{Na}^+$

- decyduje objętość krwi w łóżysku tętniczym (ABV)
- $\text{ABV} \uparrow = \text{wydalanie } \text{Na}^+ \uparrow$  (max. do 100 mmol/L)
- $\text{ABV} \downarrow = \text{wydalanie } \text{Na}^+ \downarrow$  (nawet do 0)

# Regulacja neurohormonalna

- receptory pozanerkowe i nerkowe
- receptory **pozanerkowe** – w lewym przedsionku (ANP), zatoce szyjnej, łuku aorty (zatrzymanie  $\text{Na}^+$  i  $\uparrow$  aktywności współczulnej)
- receptory **nerkowe** – w ścianach kłębuszków nerkowych (układ RAA)

# Przedsionkowy peptyd natriuretyczny (ANP)

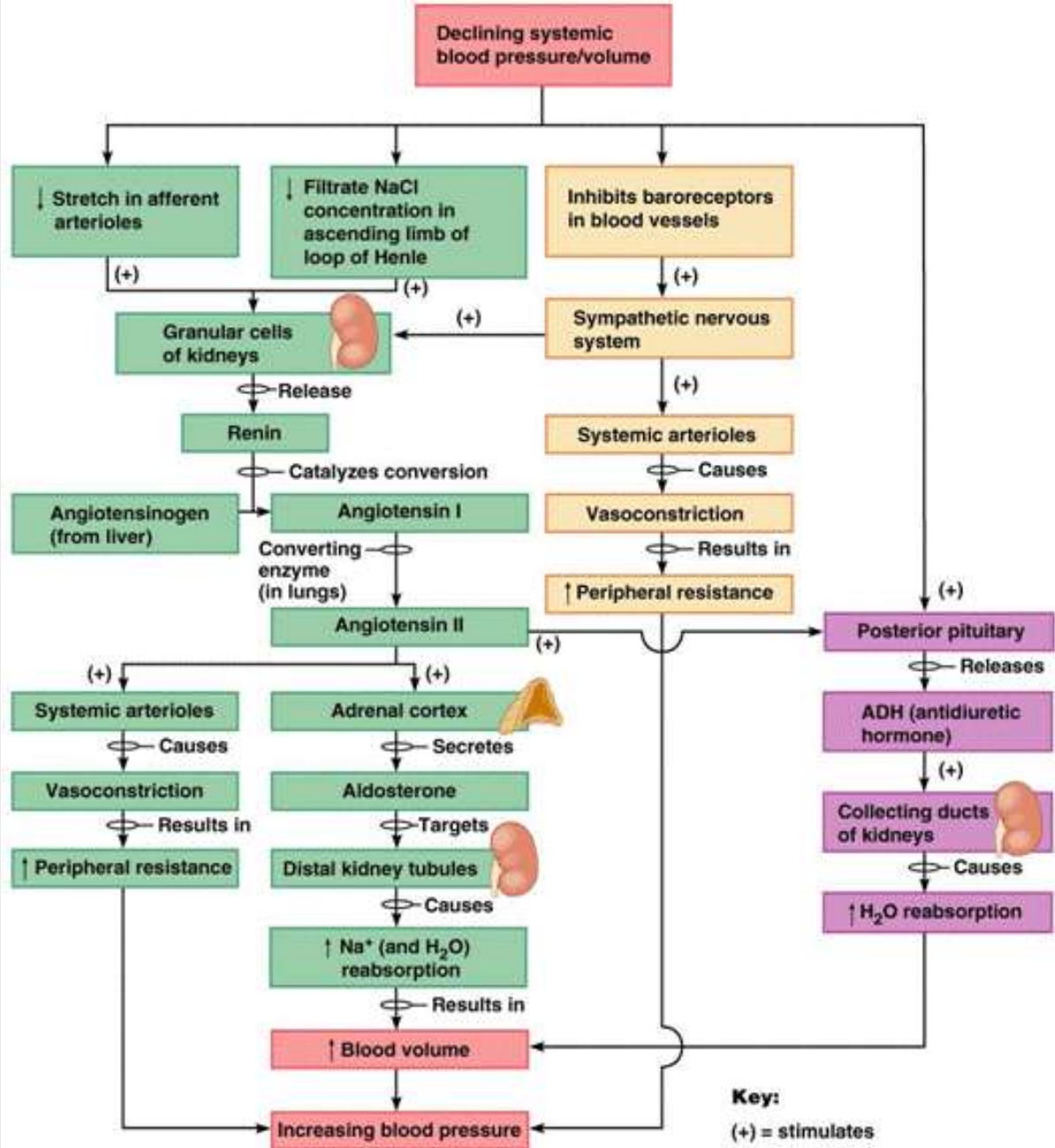


# Przedsionkowy peptyd natriuretyczny (ANP)

- hamuje zwrotną reabsorbcję jonów  $\text{Na}^+$  i wody w kanalikach zbiorczych nerki i prowadzi do ich  $\uparrow$  wydalania z moczem
- wpływa na ukrwienie kłębuszków nerkowych), co wpływa na szybkość filtrowania płynów w nerkach (przyspieszenie produkcji moczu)
- **Efekt =  $\uparrow$ diureza i  $\uparrow$  wydalanie sodu z moczem**

# Aldosteron

- hormon kory nadnerczy
- wzmacnia resorpcję zwrotną  $\text{Na}^+$  = hamuje wydzielanie  $\text{Na}^+$
- **Spironolakton** (antagonista aldosteronu) pozwala zmniejszyć stężenie aldosteronu we krwi u chorych z nadmiernie aktywowanym układem RAA (niewydolność krążenia, nadciśnienie tętnicze)
- **ACE inhibitory** również wpływają na ten mechanizm





# Regulacja nawodnienia

- Pragnienie
- Wewnątrzkomórkowe osmoreceptory (podwzgórze)
- RAA i receptory ciśnieniowe

# Hormon antydiuretyczny (ADH)

- Ilość moczu reabsorbowanego w kanalikach zbiorczych jest proporcjonalna do uwalniania ADH
- **wydzielanie ADH niskie** = większość wody w kanalikach zbiorczych nie jest absorbowana, następuje wydzielanie moczu o niskim ciężarze właściwym
- **wydzielanie ADH wysokie** = woda jest absorbowana, objętość moczu zmniejsza się
- wydzielanie ADH regulowane przez podwzgórze w odpowiedzi na zmiany w osmolarności ECF, lub duże zmiany objętości i ciśnienia

# Regulacja nawodnienia

- Osmoreceptory ( $\text{Na}^+$  w komórce) wpływają na pragnienie i uwalnianie hormonu antydiuretycznego (ADH)
- ADH jest wydzielany przez tylny płat przysadki mózgowej i powoduje zagęszczania moczu poprzez resorpcję wody i  $\text{Na}^+$  w kanalikach nerkowych
- Regulacja objętości i regulacja osmolarności funkcjonują niezależnie od siebie, ale oba systemy mogą być aktywowane równocześnie
- Dla organizmu regulacja objętości jest nadrzędna nad regulacją osmolarności

