

KURS
„BIOLOGIA POD KLUCZ"

UKŁAD MOCZOWY

Prezentacja jest chroniona prawnie przed kopiowaniem bez pisemnej zgody autora i stanowi „utwór" i w myśl Ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. z 1994 r., Nr 24, poz. 83 z późn. zm.).

PODSTAWA PROGRAMOWA 2025



1. Przedstawia związek między budową i funkcją narządów układu moczowego człowieka.
2. Przedstawia proces tworzenia moczu u człowieka oraz wyjaśnia znaczenie regulacji hormonalnej w tym procesie.
3. Analizuje znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu moczowego (badanie ogólne moczu).
4. Przedstawia dializę jako metodę postępowania medycznego przy niewydolności nerek.



UKŁAD MOCZOWY

WYDALANIE



Wydalanie to usuwanie organizmu zbędnych i szkodliwych produktów przemiany materii. Podstawowymi produktami przemiany materii są: **woda**, **dwutlenek węgla** (CO_2) i **amoniak** (NH_3).

Usuwane są także **ksenobiotyki**, czyli związki chemiczne niewytwarzane przez organizm (obce dla niego), do których należą np.: **leki** (nie są naturalnymi składnikami pokarmu), **trucizny** (wykazują aktywność biologiczną), **mutageny**, **pestycydy**.

ZBĘDNE PRODUKTY PRZEMIANY MATERII ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH



- węglowodany, lipidy, białka = **CO_2, H_2O**
- białka = **NH_3** (w wątrobie jest przekształcany w mniej toksyczny **mocznik**)

CO_2 usuwany jest przez **płuca** (w postaci pary wodnej).

Mocznik usuwany jest przez **nerki** (wraz z moczem).

H_2O jest usuwana przez **nerki** (wraz z moczem), **skórę** (wraz z potem) i **płuca** (w postaci pary wodnej).

ZBĘDNE PRODUKTY PRZEMIANY MATERII ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH



Kwasy nukleinowe są zbudowane z nukleotydów, w skład których wchodzą m. in. **zasady azotowe** (puryny i pirymidyny).

W wyniku rozpadu **puryn** powstaje **kwas moczowy**, a w wyniku rozpadu **pirymidyn** powstają **różne cząsteczki wykorzystywane w szlakach metabolicznych**.



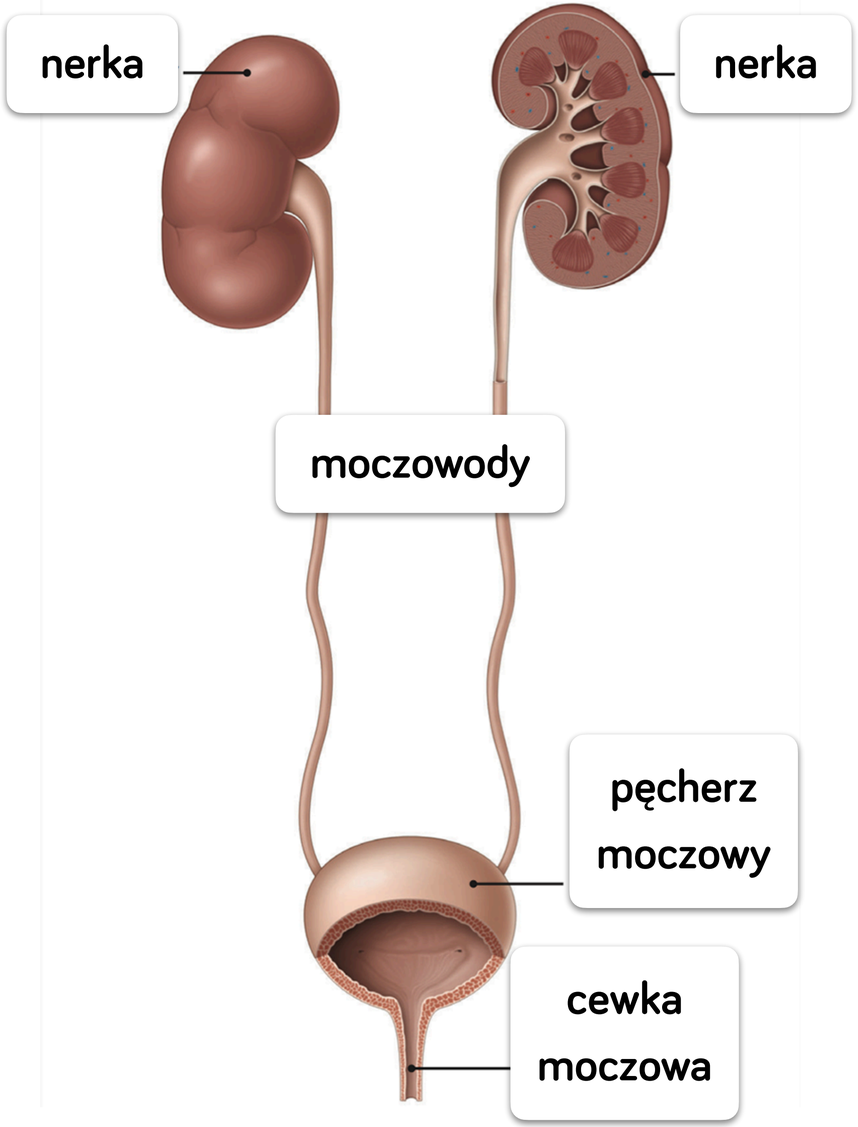
BUDOWA I FUNKCJE UKŁADU MOCZOWEGO

NERKI

W skład układu moczowego wchodzą:

- nerki,
- moczowody,
- pęcherz moczowy,
- cewka moczowa.

Moczowody, pęcherz moczowy i cewka moczowa budują **drogi moczowe**.



NERKI



Nerki są **parzystymi** narządami o kształcie przypominającym ziarna fasoli. Leżą na wysokości kręgosłupa lędźwiowego, po obu jego stronach.

Nerki otoczone są **tłuszczową torebką**, która chroni je przed uszkodzeniami mechanicznymi i amortyzuje wstrząsy.

Wklęsła krawędź nerki nosi nazwę **wnęki**, przez którą wnika do wnętrza narządu **tętnica nerkowa** a wychodzą: **żyła nerkowa i moczowód.**

NERKI

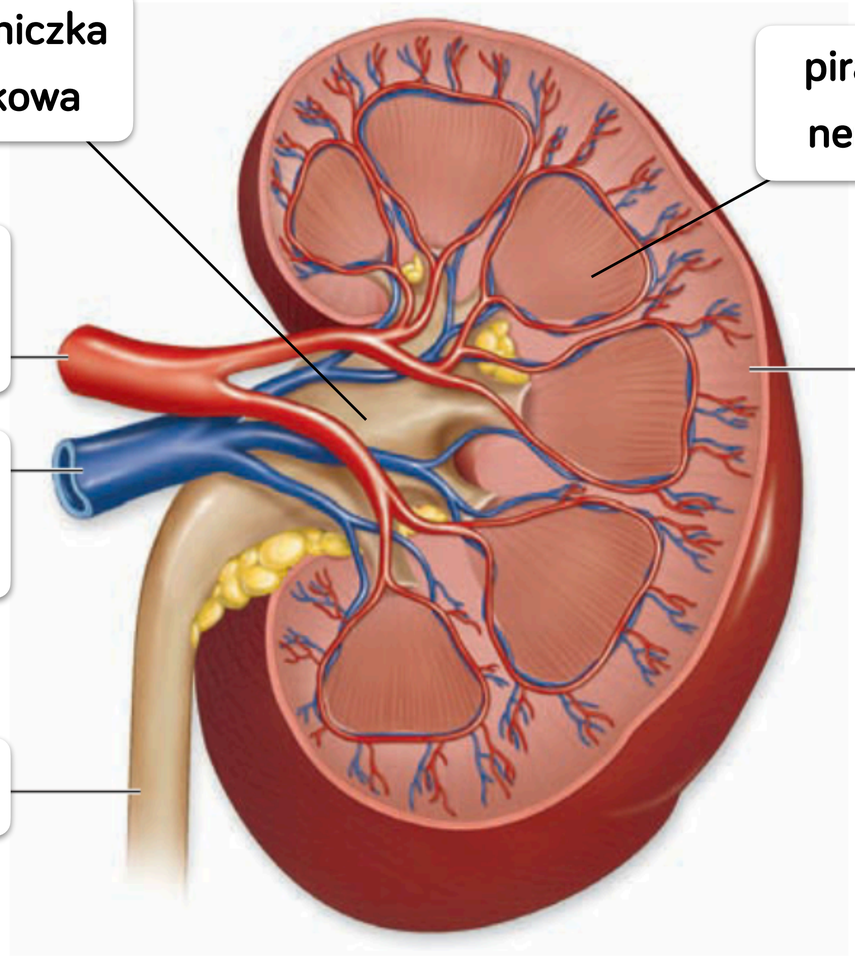
Wnęka nerki prowadzi do **miedniczki nerkowej**, która rozgałęzia się na **kielichy nerkowe**.

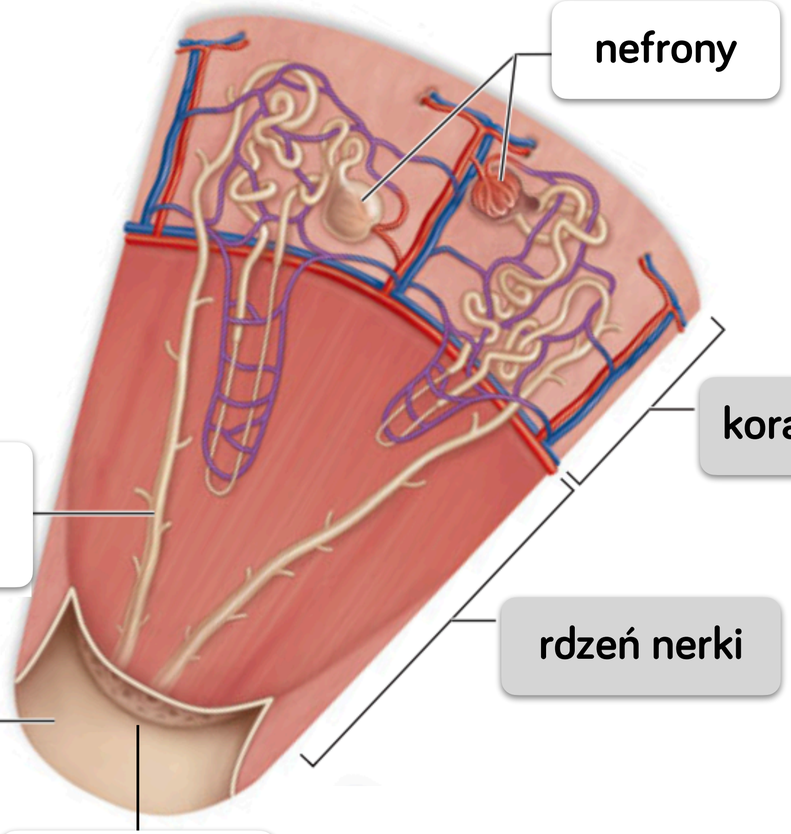
Miąższ nerki zbudowany jest z **dwóch warstw:**

- położonej powierzchniowo **kory**,
- leżącego głębiej **rdzenia**.

Rdzeń nerki tworzy kilkanaście tzw. **piramid**, między które wnikają pasma kory, tworząc **słupy nerkowe**. Wierzchołki piramid formują na dnie kielichów nerkowych wpuklenia zwane **brodawkami nerkowymi**. Są to ujścia przewodów wyprowadzających mocz. Powstający w miąższu nerki **mocz** kierowany jest do **miedniczki nerkowej**, a stąd spływa do **moczowodu**.

NERKI


miedniczka nerkowa
piramida nerkowa
tętnica nerkowa
kora nerki
żyła nerkowa
moczowód

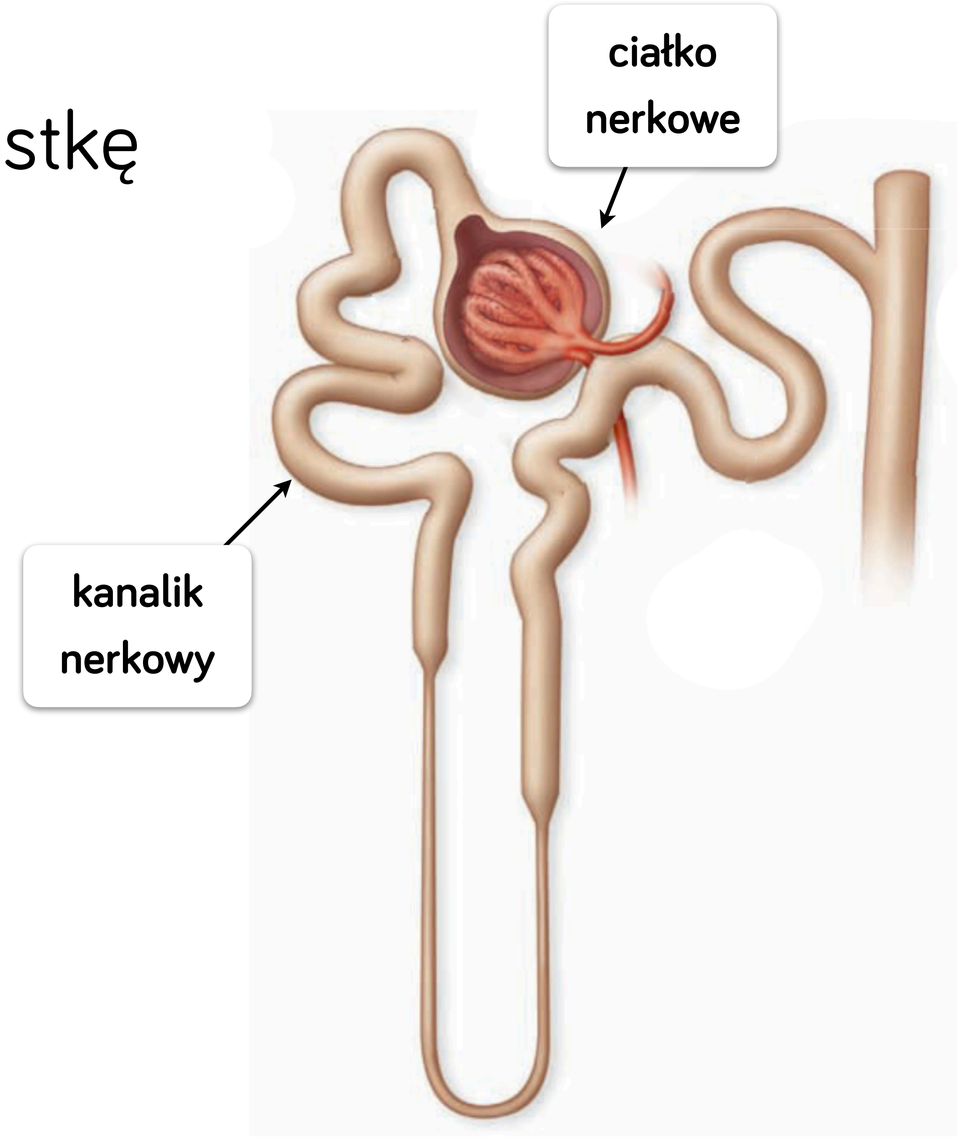

nefrony
kora nerki
kanaliki nerkowe
rdzeń nerki
kielich nerkowy
brodawka nerkowa

BUDOWA NEFRONU

Nefron stanowi podstawową jednostkę budulcową oraz czynnościową nerki.

Jest zbudowany z:

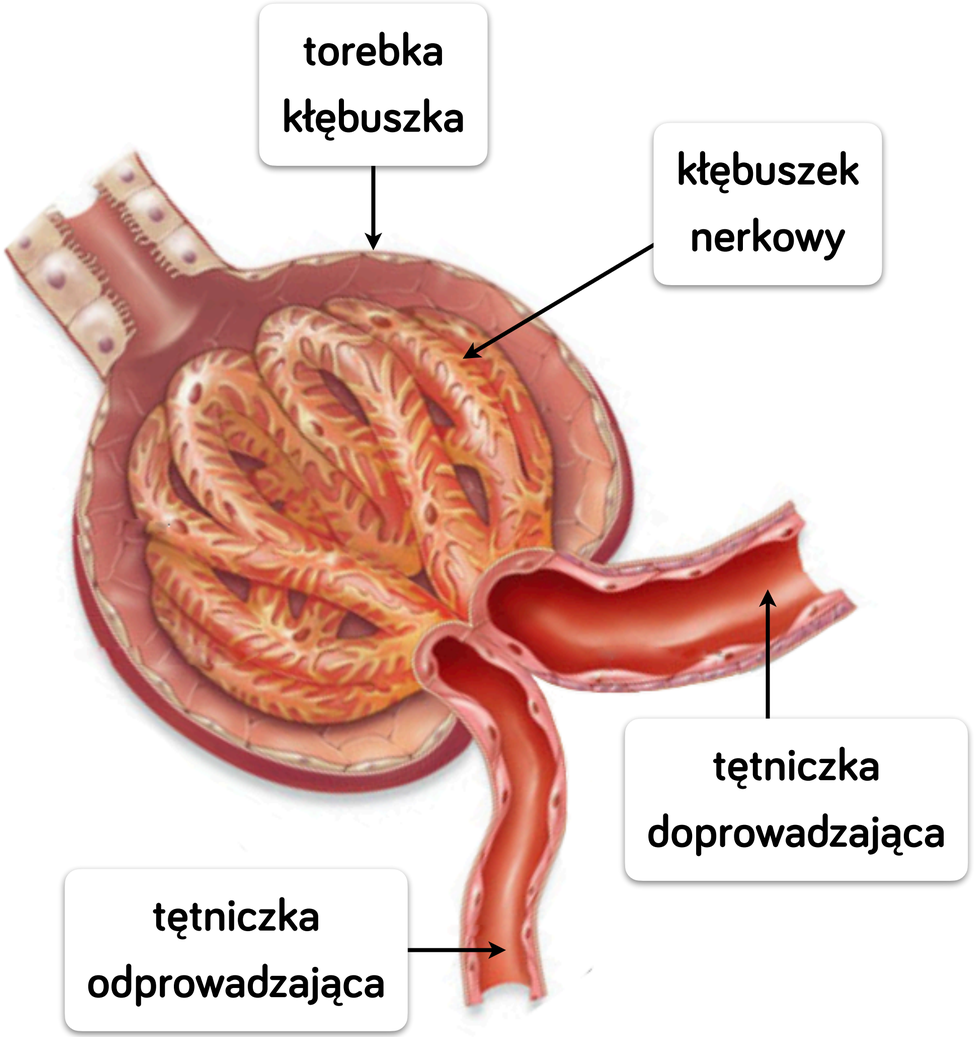
- **ciałka nerkowego,**
- **kanalika nerkowego.**



CIAŁKO NERKOWE

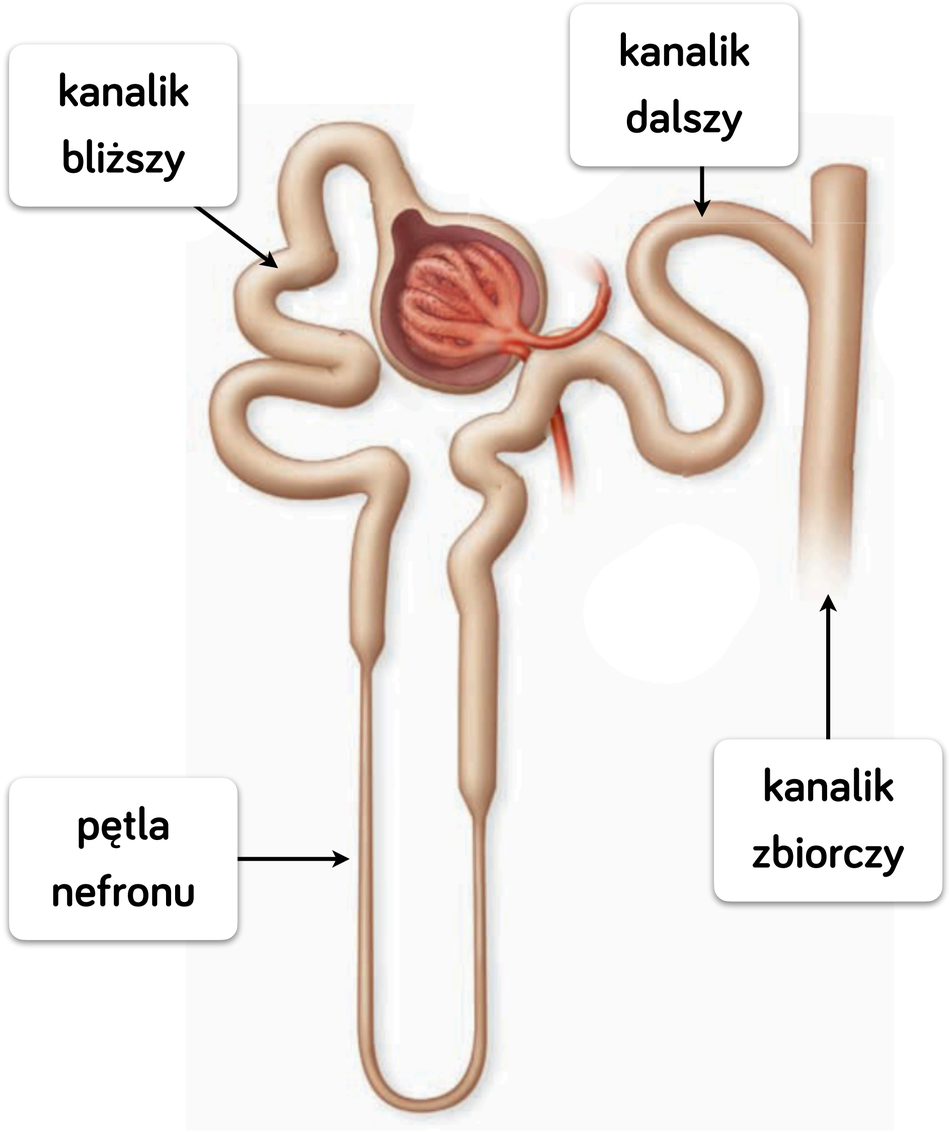
Ciałko nerkowe tworzy **kłębuszek naczyń włosowatych** otoczonych **torebką kłębuszka** (nazywaną torebką Bowmana).

Kłębuszek tworzy nietypowy układ naczyń włosowatych zwany **siecią dziwną tętniczo-tętniczą**.



BUDOWA NEFRONU

Zewnętrzna ściana torebki kłębuszka przechodzi bezpośrednio w **kanalik bliższy** (kanalik I-rzędu). Ten tworzy **pętle nefronu** (pętle Henlego) i przechodzi w **kanalik dalszy** (II-rzedu), który uchodzi do **kanalika zbiorczego**.



MOCZOWÓD



Moczowody to długie **przewody** łączące **nerki** z **pęcherzem moczowym**.

Dzięki obecności mięśniówki w swojej ścianie, moczowody mają zdolność do wykonywania **ruchów perystaltycznych** za pomocą których **transportują wytworzony w nerkach mocz ostateczny**.

Dzięki nabłonkowi wyścielającemu wewnętrzną ścianę moczowodów, są one **odporne** na zmiany ciśnienia osmotycznego moczu i zawarte w nim substancje **toksyczne**.

PĘCHERZ MOCZOWY



Pęcherz moczowyo dpowiedzialny jest za **czasowe gromadzenie** powstałego w nerkach **moczu**. Napływ moczu z nerek odbywa się **nieustanie**, natomiast opróżnienie następuje **okresowo** przez cewkę moczową.

Pojemność nierozciągniętego pęcherza to 250-500 ml, jednak dzięki elastycznej ścianie, zbudowanej z **mięśni gładkich** oraz **rozciągliwych komórek nabłonka**, może rozciągnąć się nawet do objętości 1000 ml.

W ścianie pęcherza moczowego obecne są r**eceptory wrażliwe na rozciąganie**. Gdy zostanie przekroczona granica rozciągnięcia ściany pęcherza to dochodzi do wysłania impulsu nerwowego do mózgu o potrzebie jego **opróżnienia**.

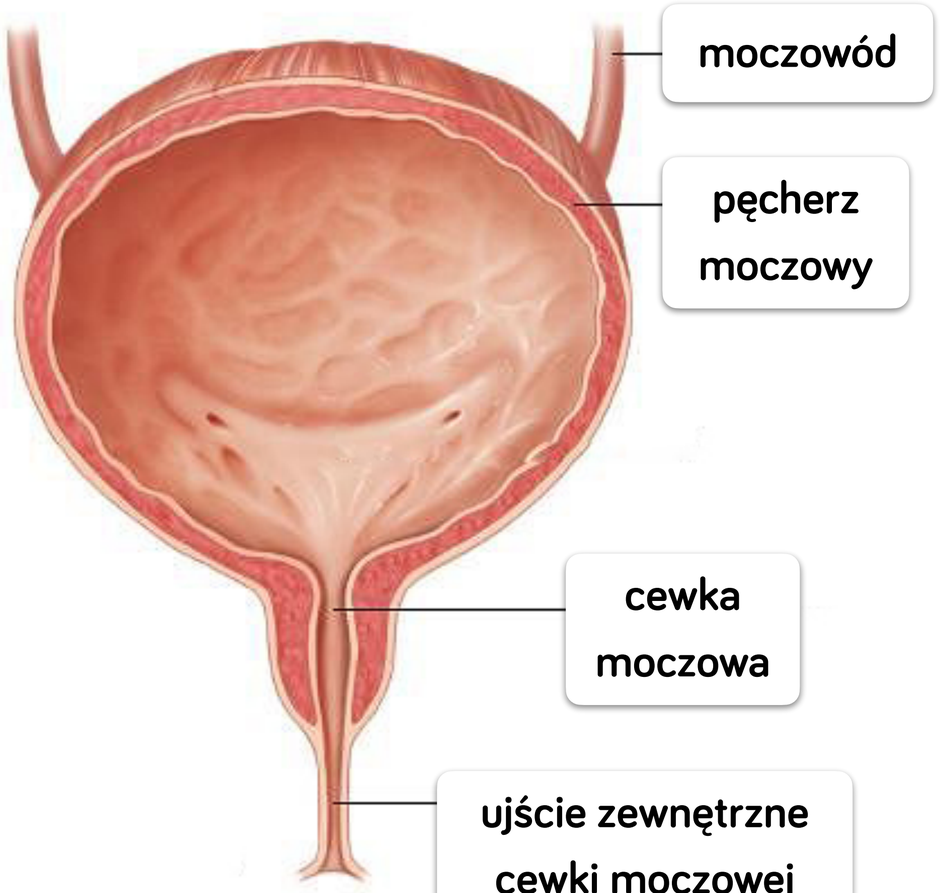
CEWKA MOCZOWA

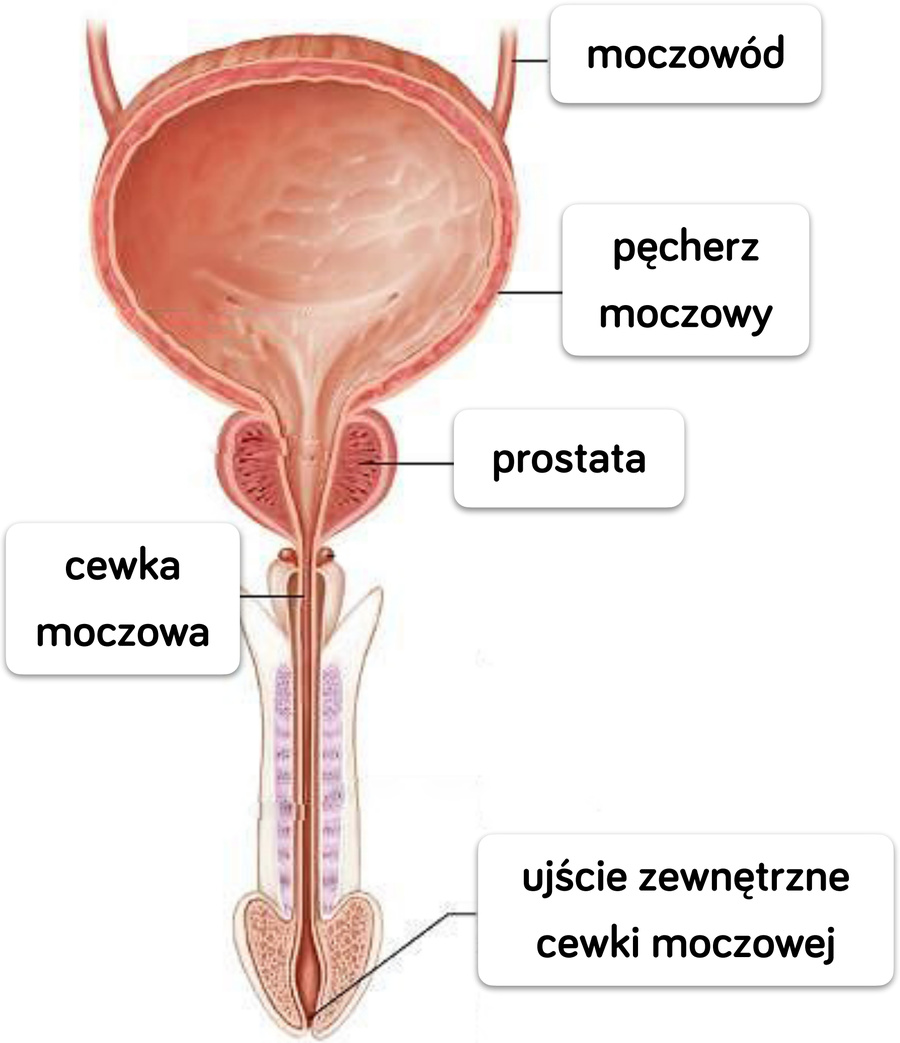


Cewka moczowa to ostatni odcinek układu moczowego. Jej główną rolą jest **odprowadzanie moczu z pęcherza moczowego na zewnątrz ciała**. Cewka moczowo wykazuje różnice w budowie w zależności od płci:

- u kobiet cewka moczowa jest krótka i szeroka,
- u mężczyzn cewka moczowa jest długa i wąska, stanowi także element układu **rozrodczego**, ponieważ oprócz moczu jest nią wyprowadzane na zewnątrz **nasienie** (sperma).

CEWKA MOCZOWA







PROCES TWORZENIA MOCZU



Proces powstawania moczów składa się z trzech etapów:

1. **Filtracja krwi** – to proces przesączania z krwi do światła torebki kłębuszka wody, substancji drobnocząsteczkowych i jonów;

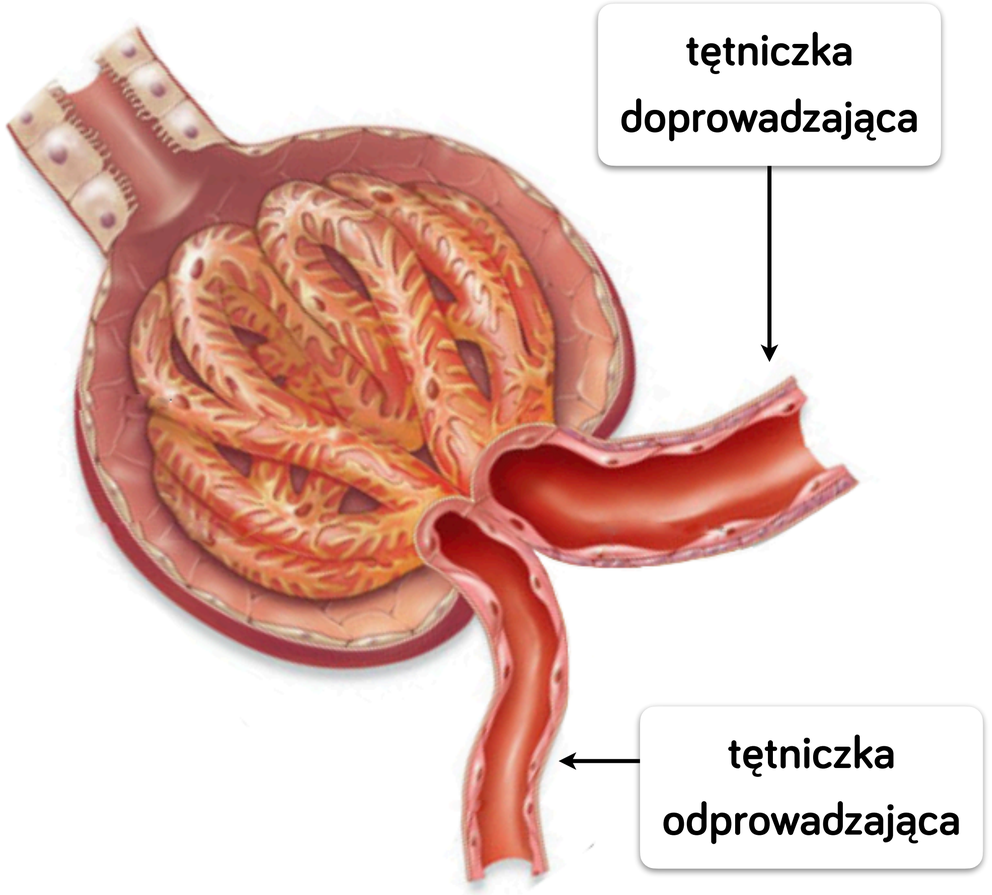
2. **Resorpcja (zwrotna)** – to proces zwrotnego wchłaniania wody i innych cząsteczek i jonów;

3. **Sekrecja** – wydzielanie do moczu jonów wodorowych, leków oraz barwników.

PROCESY ZACHODZĄCE W CIAŁKU NERKOWYM

Filtracja odbywa się w **ciałkach nerkowych**, zbudowanych z naczyń kłębuszka (tętniczek i naczyń włosowatych) i z torebki kłębuszka.

Tętniczka doprowadzająca ma **większą średnicę** niż tętniczka odprowadzająca, co powoduje, że nagromadzona w kłębuszku krew napiera na ściany naczyń, w wyniku czego powstaje **wysokie ciśnienie**. To z kolei **wymusza przesączenie** się płynnych składników krwi i substancji drobnocząsteczkowych z naczyń do torebki kłębuszka.



PROCESY ZACHODZĄCE W CIAŁKU NERKOWYM



Filtrację umożliwia także **budowa ścian naczyń kłębuszka** i t**orebki kłębuszka** - posiadają one **pory** (okienka) i są zbudowane z **nabłonka jednowarstwowego płaskiego**, który ma cienkie komórki.

Filtracji ulegają: woda, aminokwasy, cukry proste, jony, mocznik, kwas moczowy. Duże cząsteczki, jak np. białka czy krwinki oraz kwasy tłuszczowe **nie są w stanie przejść przez ściany naczyń i torebki**.

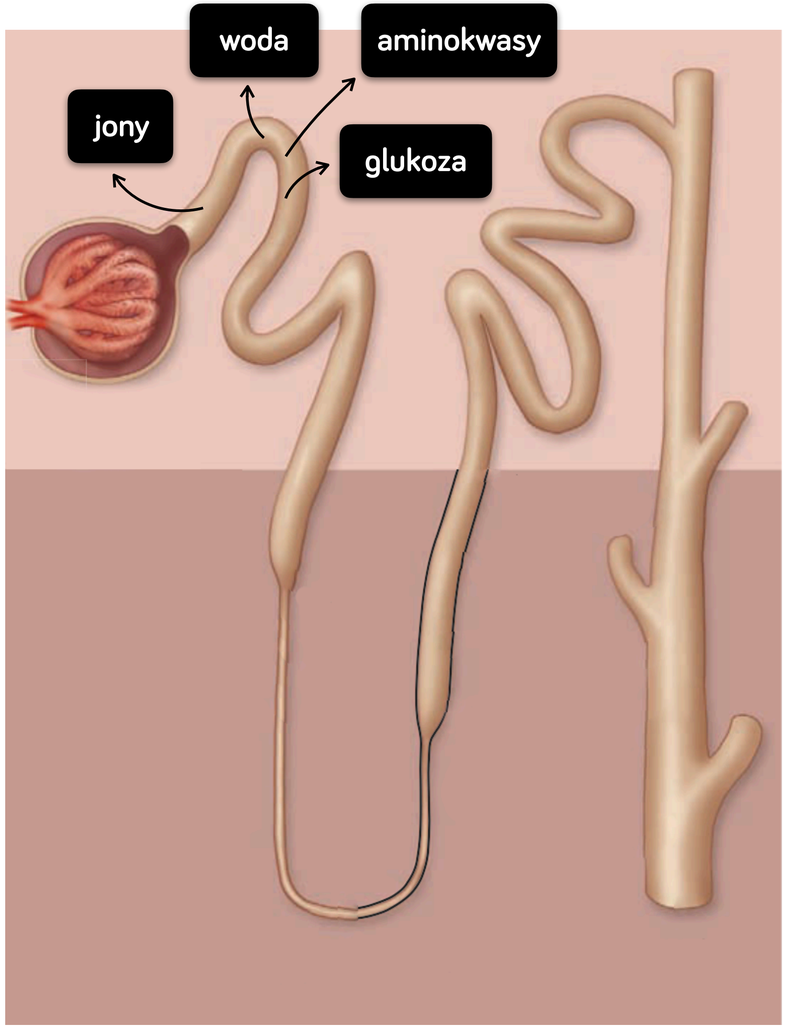
W wyniku filtracji powstaje **mocz pierwotny**.

PROCESY ZACHODZĄCE W KANALIKU BLIŻSZYM

Natychmiast po przejściu moczu pierwotnego do **kanalika bliższego** (I-rzędu) rozpoczyna się **resorpcja (obowiązkowa)**.

Kanalik ten jest najdłuższym elementem nefronu i wysłany jest **nabłonkiem jednowarstwowym sześciennym**. Powierzchnia komórek zwrócona do światła kanalika zaopatrzona jest w **mikrokosmki**, które zwiększają powierzchnię wchłaniania.

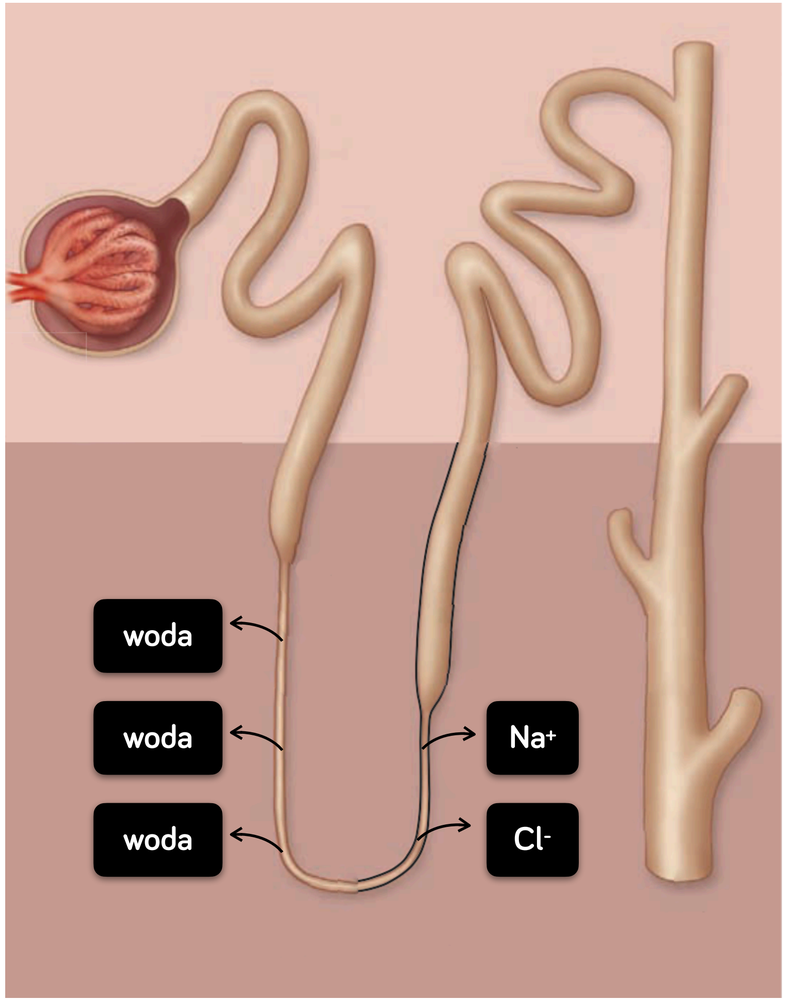
Dochodzi tu do resorpcji: wody, glukozy, aminokwasów, witamin i jonów. Resorpcja większości tych związków odbywa się na zasadzie **transportu aktywnego**.



PROCESY ZACHODZĄCE W PĘTLI NEFRONU

Mocz przedostający się do pętli nefronu **zmniejsza swoją objętość**. Pętla nefronu zbudowana jest z dwóch części: **ramienia zstępującego** i **ramienia wstępującego**. I tak:

- **ramię zstępujące** jest **przepuszczalne dla wody**, dlatego na zasadzie **osmozy** woda przepływa stąd do przestrzeni okołokanalikowej;
- **ramię wstępujące nie jest przepuszczalne dla wody**, ale **jest przepuszczalne dla jonów**, dlatego głównie **jony sodu** są **aktywnie** transportowane do przestrzeni okołokanalikowej, co powoduje **zwiększenie osmozy** wody z ramienia zstępującego.

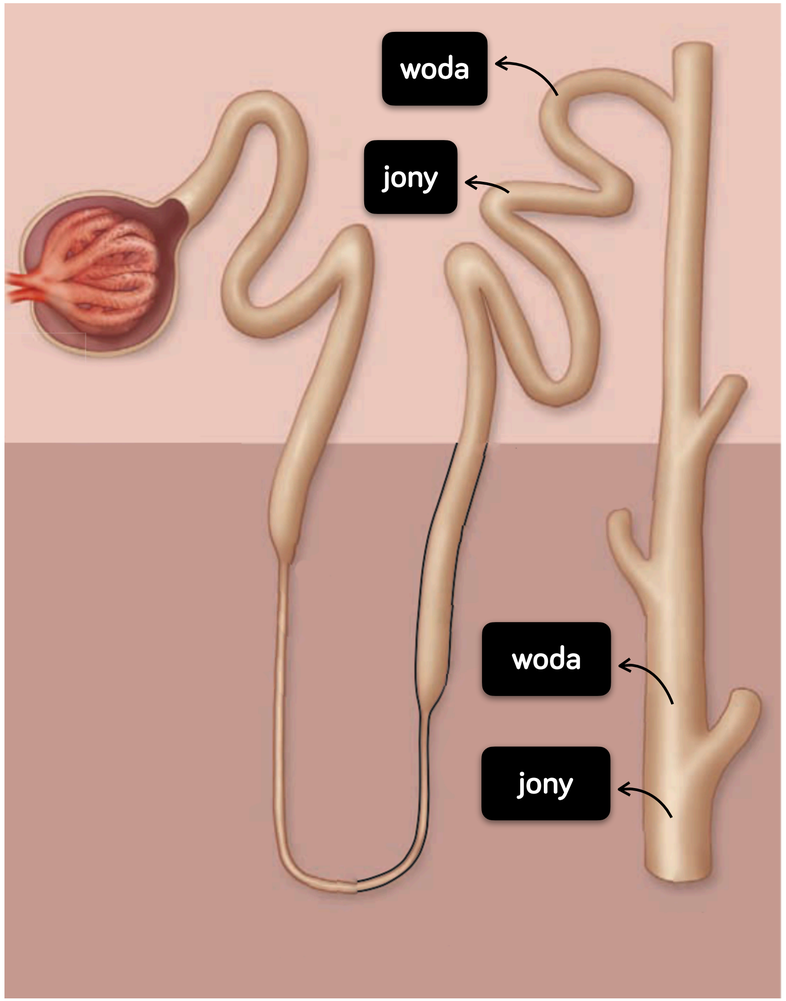


PROCESY ZACHODZĄCE W KANALIKU DALSZYM I ZBIORCZYM

Kanalik dalszy (II-rzędu) jest mniej kręty, krótszy i węższy niż kanalik bliższy.

Następuje tu **dalsze wchłanianie wody, jonów** - jest to tzw. **resorpcja fakultatywna / nieobowiązkowa**, zachodząca w zależności od potrzeb organizmu.

W **kanaliku zbiorczym** także dochodzi do **resorpcji wody**, przede wszystkim pod wpływem **wazopresyny** (ADH). Następuje tu zbieranie **moczu ostatecznego** i kierowanie go do przewodów wyprowadzających mocz.

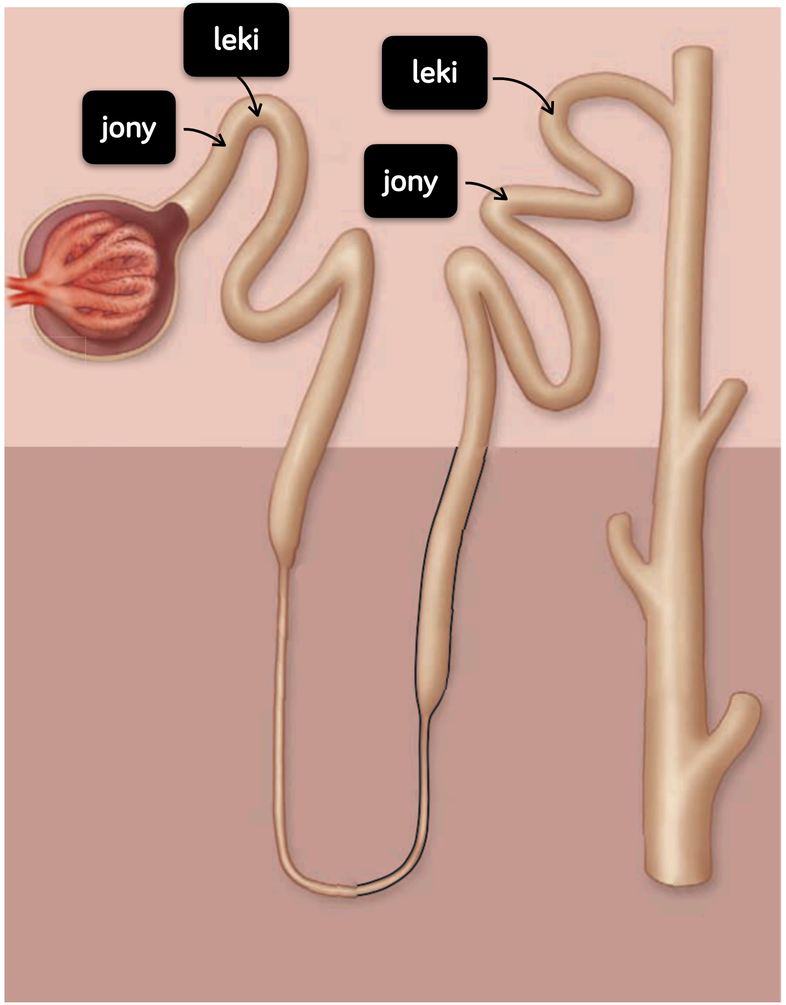


SEKRECJA

Sekrecja stanowi proces odwrotny do resorpcji **(odwrotny kierunek!)** i polega na **wydzielaniu z osocza różnych substancji do światła kanalika nerkowego .**

Może mieć charakter **bierny** lub **czynny** (wydzielane są np. hormony steroidowe czy leki, m.in. penicylina, jony H^+, jony K^+).

Sekrecja zachodzi w **kanalikach krętych I-rzedu** i **II-rzędu (głównie)**.



SKŁAD MOCZU PIERWOTNEGO VS OSTATECZNEGO



W moczu ostatecznym, w przeciwieństwie do moczu pierwotnego, nie powinny się znaleźć: **glukoza i aminokwasy**. Obecność glukozy w moczu ostatecznym może świadczyć o **cukrzycy**.

W moczu nie powinno być także białek (**białkomocz**) ani krwinek (**krwinkomocz**), ponieważ obecność tych składników świadczy o **uszkodzeniu ścian naczyń kłębuszka.**



WPŁYW HORMONÓW NA POWSTAWANIE MOCZU

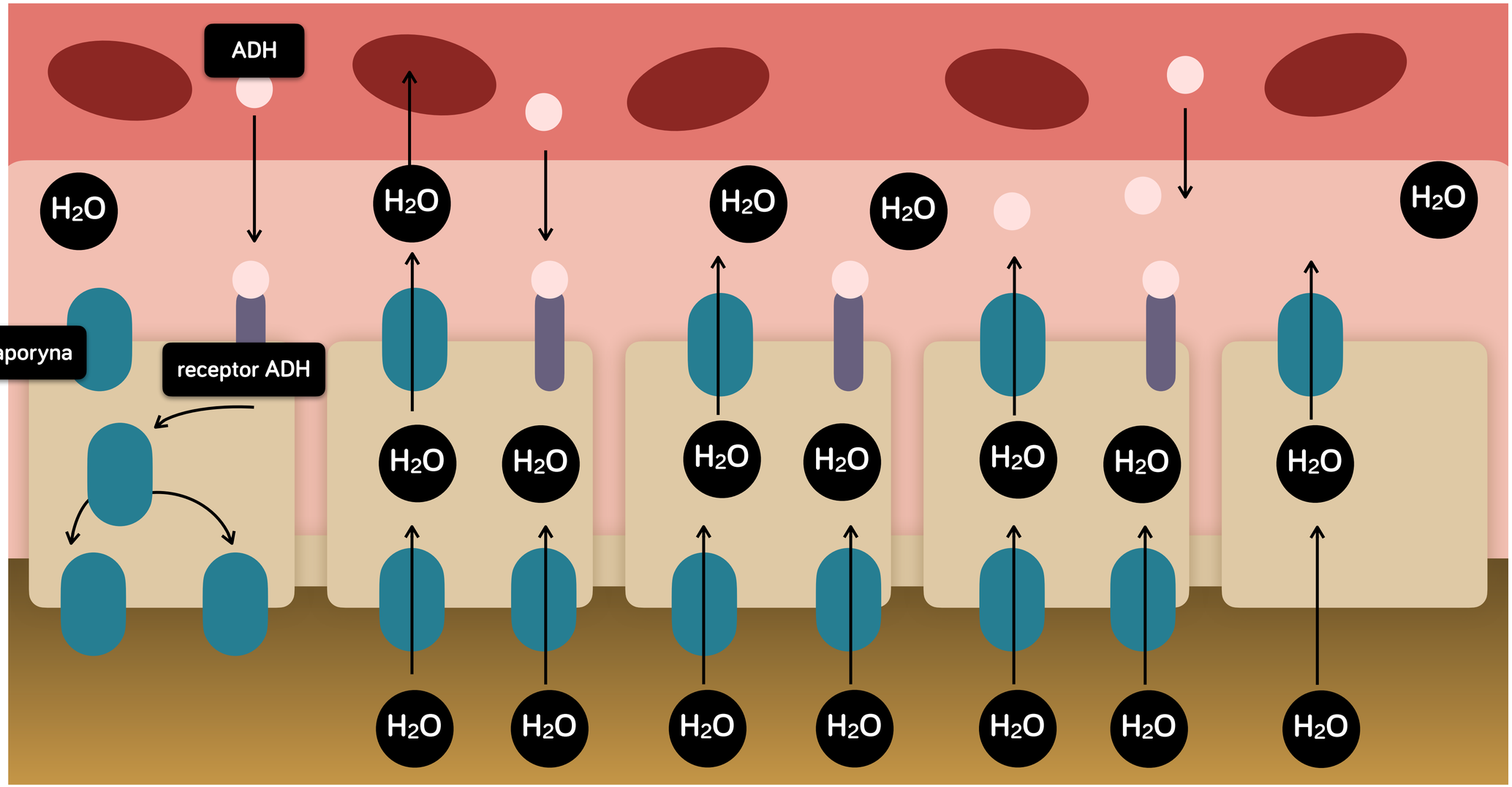
WAZOPRESYNA / ADH / HORMON ANTYDIURETYCZNY



Wazopresyna produkowana przez podwzgórze a uwalniana przez tylny płat przysadki mózgowej **wzmaga resorpcję wody**. Skutkuje to **zagęszczeniem moczu**. Wazopresyna uwalniania jest w sytuacji gdy ciśnienie onkotyczne zaczyna rosnąć (we krwi jest mało wody, a dużo jonów).

Wazopresyna stymuluje procesy **syntezy białek** - **akwaporyn** i **ich wbudowanie w błonę komórek kanalika**. Im więcej akwaporyn, przez które transportowana jest woda, obecnych jest w błonie, tym transport ten zachodzi szybciej.

WAZOPRESYNA / ADH / HORMON ANTYDIURETYCZNY



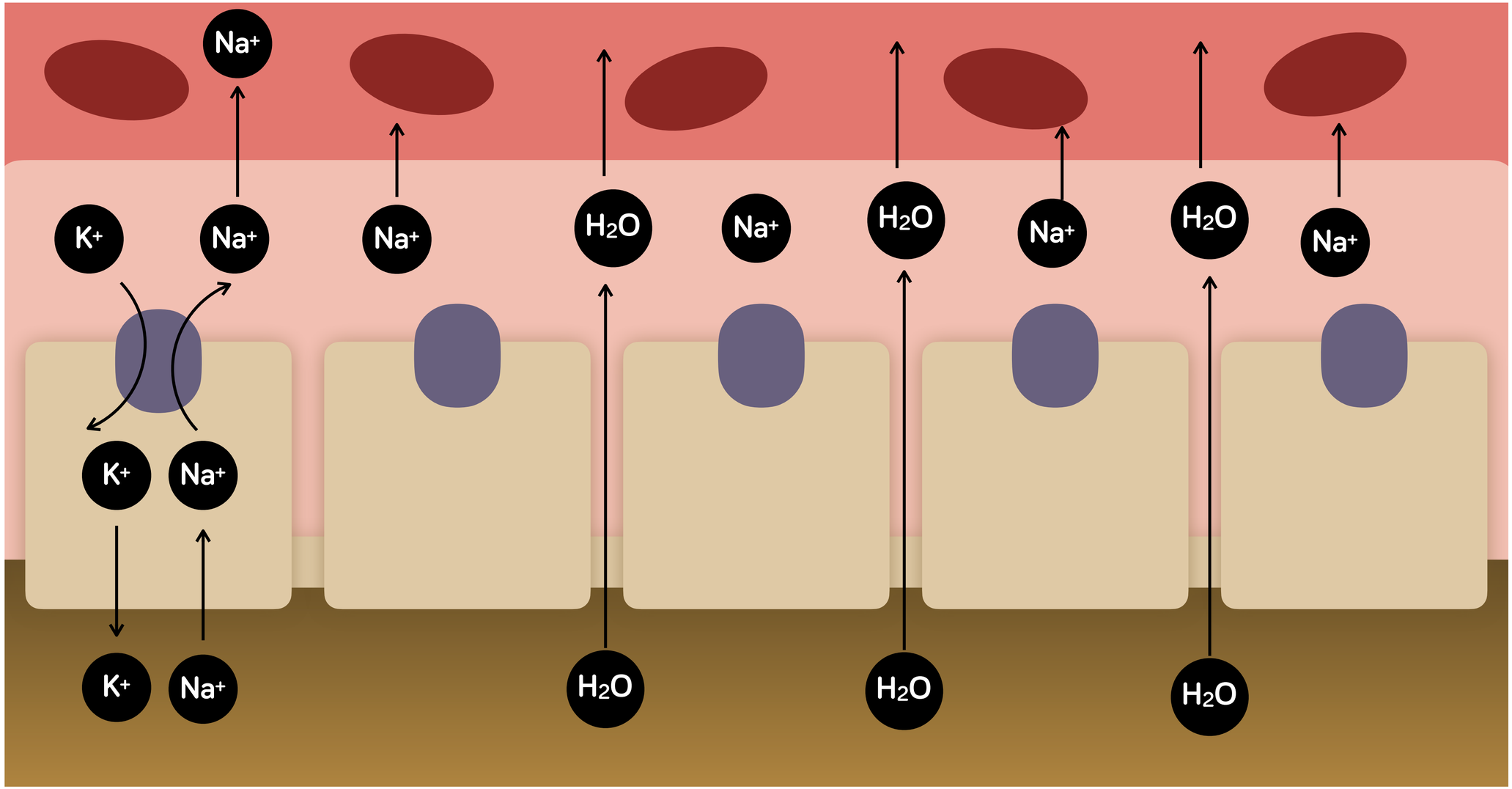
ALDOSTERON



Aldosteron wydzielany przez **korę nadnerczy wzmaga resorpcję jonów sodu oraz wody**. Skutkuje to **zagęszczeniem moczu**.

Aldosteron **stymuluje pompy sodowo potasowe** w komórkach kanalika dystalnyego i kanalika zbiorczego. Pompy te są obecne tylko po stronie komórek skierowanej w stronę naczyń oplatających nefron. Transportują one jony sodu do przestrzeni okołokanalikowej, a jony potasu do wnętrza komórek kanalika. W wyniku nagromadzenia Na^+ w przestrzeni okołokanalikowej woda na zasadzie osmozy wypływa z kanalików i trafia do naczyń krwionośnych.

ALDOSTERON


wnętrze naczynia
przestrzeń około-kanalikowa
komórki kanalika
wnętrze kanalika
Na+
K+
H2O



BADANIA MOCZU



Badanie moczu może dostarczyć wiele informacji o stanie zdrowia pacjenta.

W warunkach zdrowia mocz ostateczny jest płynem:

- **hiperosmotycznym** w stosunku do osocza,
- o **pH** między **4,5 a 8**,
- przejrzysty, barwy **słomkowej**,
- **niezawierającym białka i glukozy**,
- o możliwej obecności **kilku(!) erytrocytów i leukocytów**.

PRAWIDŁOWY WYNIK BADANIA MOCZU



Badanie:	Wynik:	Jedn:	Norma:	Zakr. referencyjne:
ANALITYKA OGÓLNA				
			Wykonujący: *mgr Anna Nowak*	
			Data wykonania: 2016-10-12 12:21:51	
Mocz - analiza ogólna				
Barwa	**żółty**			
Klarowność	**przejrzysty**			
Odczyn (pH)	**5**		~	4,5 - 8
Ciężar właściwy	**1,015**		~	1,015 - 1,030
Leukocyty	**nieobecne**			
Hemoglobina	**nieobecna**			
Bilirubina	**nieobecna**			
Urobilinogen	**w normie**			
Białko	**nieobecne**			
Glukoza	**nieobecna**			
Ketony	**nieobecne**			
Azotyny	**nieobecne**			
Osad moczu				
Nabłonki płaskie	**poj wpw**			
Leukocyty	**1-3**		~	0 - 5
Bakterie	**poj wpw**			

NIEPRAWIDŁOWOŚCI W BADANIU MOCZU I MOŻLIWE PRZYCZYNY



- **barwa**: ciemnożółta świadczy o odwodnieniu, czerwonobrunatna - o krwawieniu z układu moczowego lub spożyciu buraków lub jeżyn, niebieska - o alkaptonurii
- **przejrzystość** - zmniejszona świadczy o obecności bakterii, śluzu, krwi
- **zapach** - zapach kału świadczy o infekcji E. coli, zapach owoców - o obecności glukozy w moczu
- **białkomocz** - może świadczyć o uszkodzeniu nerek lub stanie zapalnym dróg moczowych, ale czasem podczas intensywnego wysiłku fizycznego, wysokiej gorączki lub ciąży białko również może być obecne w moczu

NIEPRAWIDŁOWOŚCI W BADANIU MOCZU I MOŻLIWE PRZYCZYNY



- **cukromocz** - świadczy o cukrzycy,
- **obecność ciał ketonowych** - świadczy także o cukrzycy, głodzeniu się,
- **obecność bilirubiny i urobilinogenu** - świadczą o uszkodzeniu wątroby,
- **obecność erytrocytów** - uszkodzenie pęcherza lub cewki moczowej,
- **obecność leukocytów, azotynów** - stan zapalny dróg moczowych.

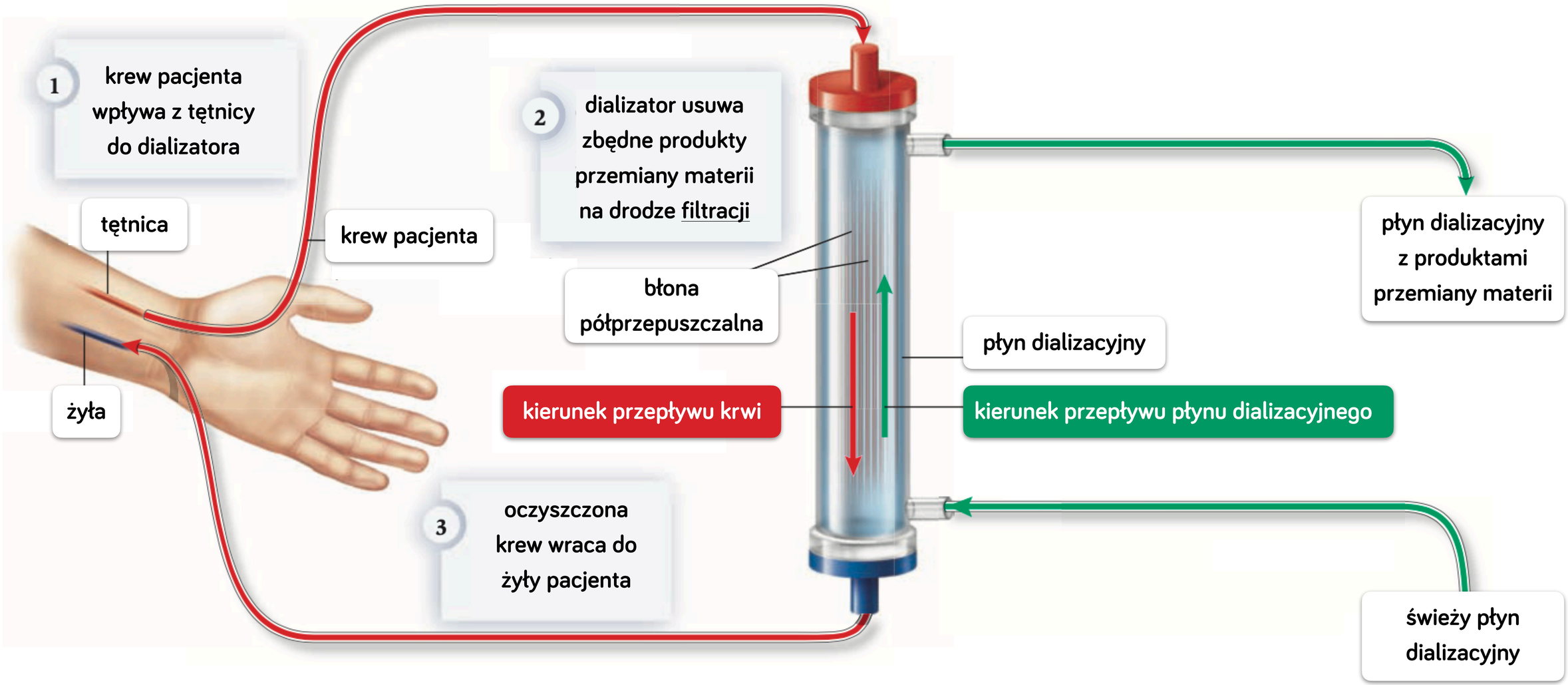


DIALIZOTERAPIA



Chorzy z **przewlekłą niewydolnością nerek** muszą być poddawani **dializoterapii**.

Jest to proces polegający na **filtracji krwi** przez *sztuczną* **błonę półprzepuszczalną**, przez którą swobodnie przechodzą jony soli mineralnych i niskocząsteczkowe związki organicznie. Aby nie dopuścić do utraty cennych składników osocza, krew jest filtrowana w obecności **płynu dializacyjnego,** znajdującego się po drugiej stronie błony dializacyjnej. Ten płyn zawiera odpowiednie stężenie jonów sodu, potasu, wapnia, magnezu, chlorkowych, wodorowęglanowych oraz glukozy. W ten sposób z organizmu usuwane są produkty przemiany materii oraz te jony, których stężenie w osoczu jest wyższe niż w płynie dializacyjnym.


1
krew pacjenta wpływa z tętnicy do dializatora
2
dializator usuwa zbędne produkty przemiany materii na drodze filtracji
tętnica
krew pacjenta
błona półprzepuszczalna
płyn dializacyjny z produktami przemiany materii
płyn dializacyjny
żyła
kierunek przepływu krwi
kierunek przepływu płynu dializacyjnego
3
oczyszczona krew wraca do żyły pacjenta
świeży płyn dializacyjny