

## WIELKA POWTÓRKA MATURALNA

### SPOTKANIE 2 – CZĘŚĆ II

#### TKANKI ZWIERZĘCE

Witaj, nazywam się **Julia Truss** jestem **businesswoman**, a co dla Ciebie najważniejsze **biologiem** - **praca w EDU TRUST to moja pasja** od ponad 9 lat. W tym czasie zarządzałam ponad 32 osobowym zespołem nauczycieli w swojej firmie. Tworzę profesjonalne produkty, które wprowadzam do szkół. **Swoją pierwszą firmę założyłam mając 18 lat. Ponad 3000 tysięcy osób korzysta z moich flipbooków**, które na rynek edukacji w Polsce dopiero wprowadziłam 13 miesięcy temu. Kocham to. Postaram się dać Ci to narzędzie w postaci mojego kursu abyś też kochał/a swoją przyszłą pracę. Proszę Cię wyznacz sobie konkretny cel i dąż do tego.



**Mój cel to zmiana edukacji biologii w Polsce.**

## XI. Funkcjonowanie zwierząt.

### 1. Podstawowe zasady budowy i funkcjonowania organizmu zwierzęcego.

Uczeń:

1) rozpoznaje tkanki zwierzęce na preparacie mikroskopowym, na schemacie, mikrofotografii, na podstawie opisu i wykazuje związek ich budowy z pełnioną funkcją;

- określa pochodzenie poszczególnych rodzajów tkanek,
- określa kryteria podziału nabłonków: na podstawie liczby warstw komórek, kształtu komórek pełnionych funkcji,
- podaje funkcje gruczołów oraz dzieli te struktury na gruczoły wydzielania wewnętrznego i zewnętrznego,
- charakteryzuje nabłonki pod względem budowy, pełnionej funkcji i miejsca występowania,
- charakteryzuje pod względem budowy, roli i występowania tkanki łączne właściwe,
- podaje kryteria podziału tkanek łącznych: ze względu na budowę i pełnione funkcje,
- porównuje rodzaje tkanek chrzęstnych i kostnych pod względem budowy i miejsca występowania,
- wyjaśnia, jakie znaczenie mają komórki kościotwórcze i kościogubne,
- wyjaśnia związek budowy tkanek podporowych z pełnionymi przez nie funkcjami,
- porównuje skład i funkcję krwi, limfy oraz hemolimfy,
- wyjaśnia, w jaki sposób tkanka tłuszczowa brunatna pełni funkcję termoregulacyjną,
- wykazuje związek między występowaniem dużej ilości włókien białkowych w tkance łącznej a miejscem jej występowania i pełnioną funkcją,
- wyjaśnia związek budowy tkanki nerwowej i mięśniowej z pełnionymi przez nie funkcjami,
- wyjaśnia, na czym polega pobudliwość tkanki mięśniowej i nerwowej,
- porównuje pod względem budowy i sposobu funkcjonowania tkanki: mięśniową gładką, poprzecznie prążkowaną serca oraz poprzecznie prążkowaną szkieletową.

**Tkanka** – zespół komórek o **podobnej budowie**, określonych czynnościach, **wspólnym pochodzeniu**, przemianie materii i przystosowanych do wykonywania **określonej** funkcji na rzecz całego organizmu.

Dział biologii zajmujący się tkankami to **histologia**. **Pochodzenie tkanek**

W wyniku procesu różnicowania, głównie w **okresie płodowym** dochodzi do wyodrębnienia się w organizmie człowieka populacji komórek różniących się zarówno strukturą jak i funkcją. Zasadnicze populacje komórek wraz z substancją międzykomórkową nazywamy tkankami.

**Wyróżniamy 4 zasadnicze tkanki:** nabłonkową, łączną, mięśniową i nerwową.

Rodzaj tkanki	Pochodzenie
nabłonkowa (nabłonek)	ektoderma, endoderma, mezoderma,
łączna	mezoderma
mięśniowa	mezoderma
nerwowa	ektoderma

## 1. TKANKA NABŁONKOWA

Tkanki nabłonkowe **zbudowane są z komórek ściśle do siebie przylegających. Ubogie są w istotę międzykomórkową.** Okrywają ciało, wyściełają jamy i przewody ciała. Mogą wywodzić się ze wszystkich listków zarodkowych.

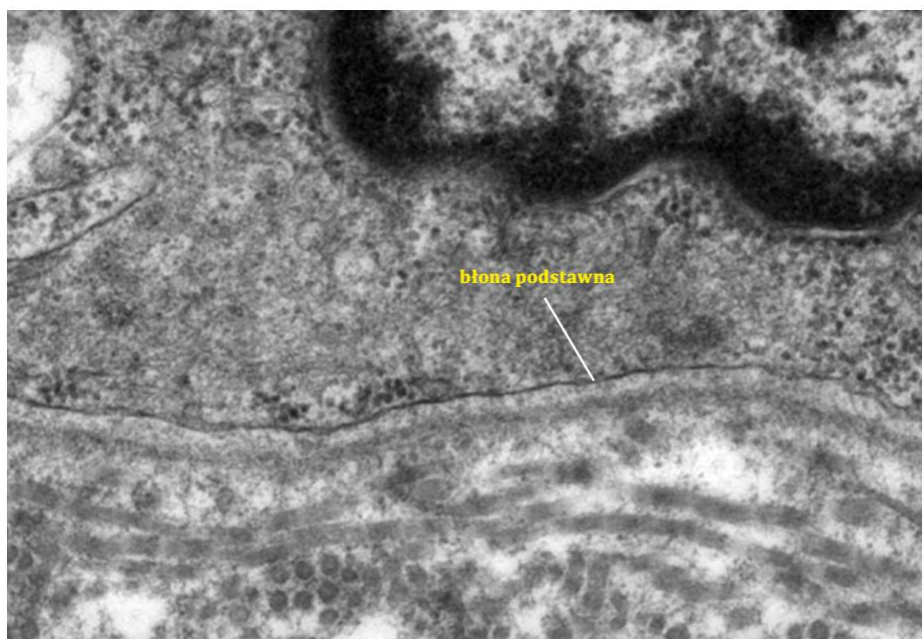
Pod względem czynnościowym można wyróżnić:

**nabłonek gruczołowy, zmysłowy, powierzchniowy.**

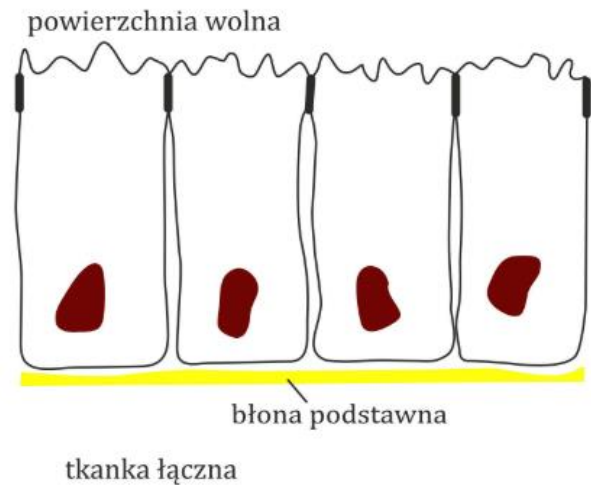
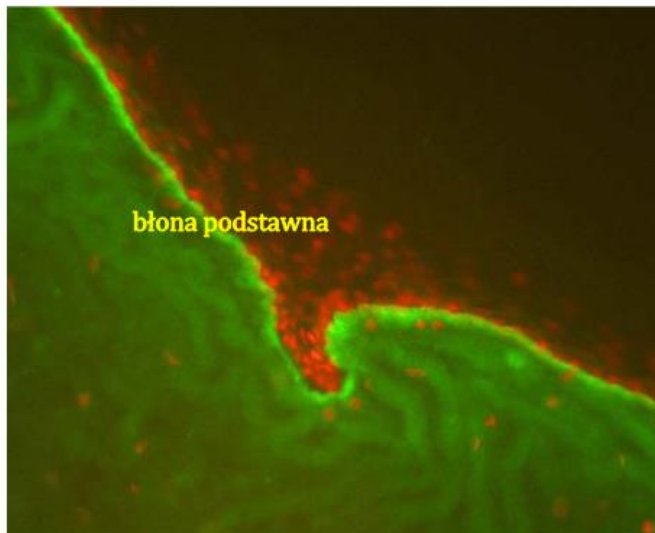
### 1.1 BŁONA PODSTAWNA

Tkanki nabłonkowe znajdują się na *warstwie tkanki łącznej właściwej*, z którą kontaktują się przez **błone podstawną** (membrana basalis). Błona podstawna łączy nabłonek mechanicznie, transportuje substancje odżywcze i metabolity do i z tkanki łącznej.

- umożliwia **odżywienie** nabłonka (w nabłonkach nie występują naczynia krwionośne),
- grubość błony podstawnej wynosi 0,2 um.



Błona podstawna



## 1.2 PODZIAŁ NABŁONKÓW

Nabłonki ze względu na **ilość warstw komórek** oraz ich **kształt** dzielimy na:

a) **jednowarstwowe**, a te ze względu na kształt komórek na:

- **płaski**,
- **sześcienny** (kostkowy),
- **walcowaty** – jego odmianą jest nabłonek wielorzędowy.

b) **wielowarstwowe** ze względu na kształt komórek warstwy powierzchniowej dzielimy na:

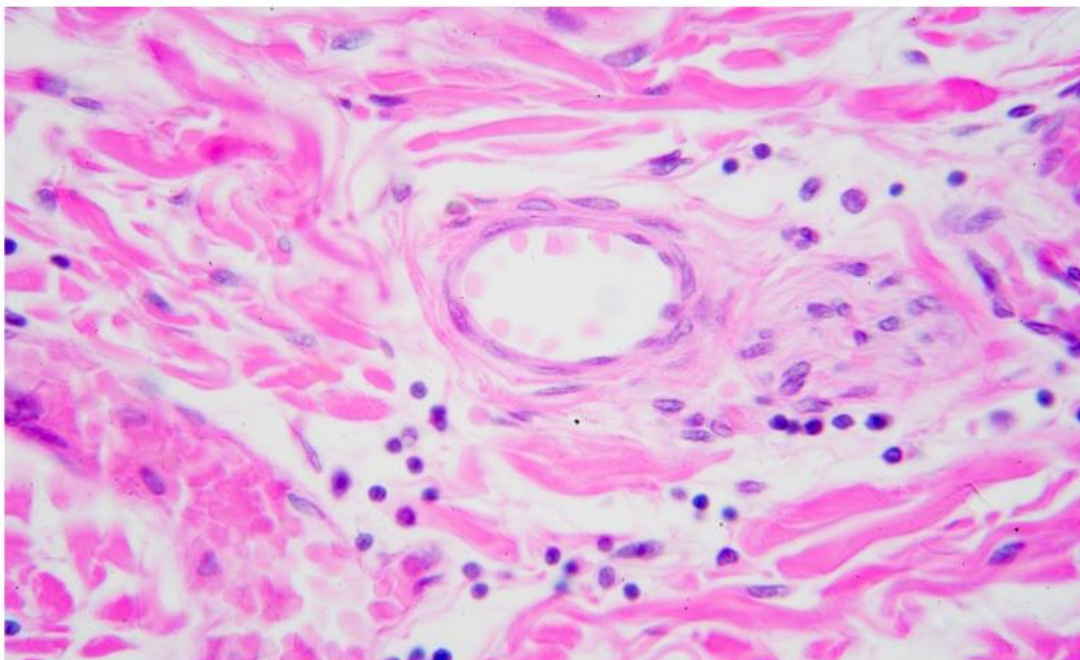
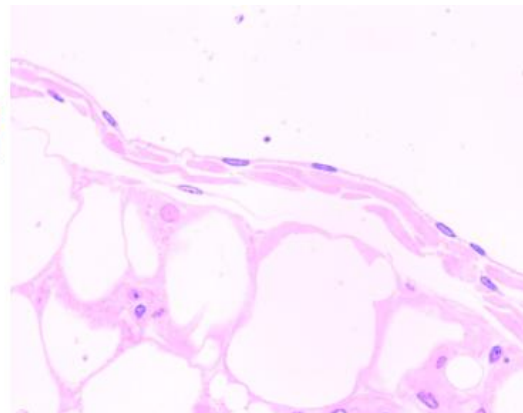
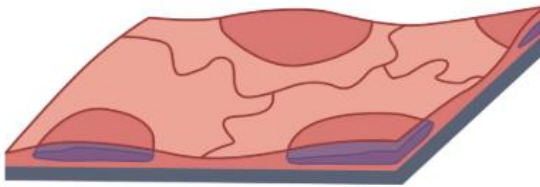
- **płaski** – nierogowaciejący np. jama ustna i rogowaciejący np. naskórek,
- **sześcienny** np. gruczoł potowy,
- **walcowaty** np. spojówki,
- **przejściowy** np. drogi moczowe.

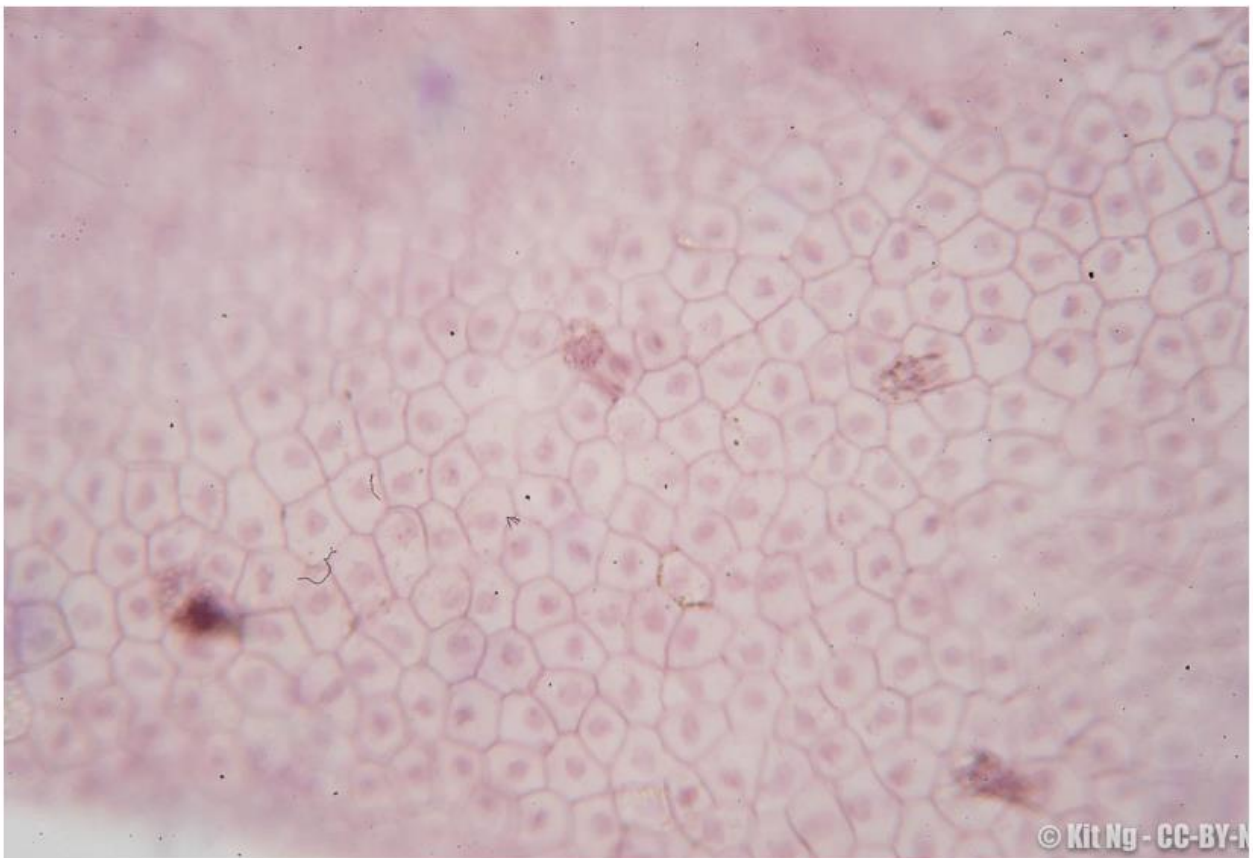
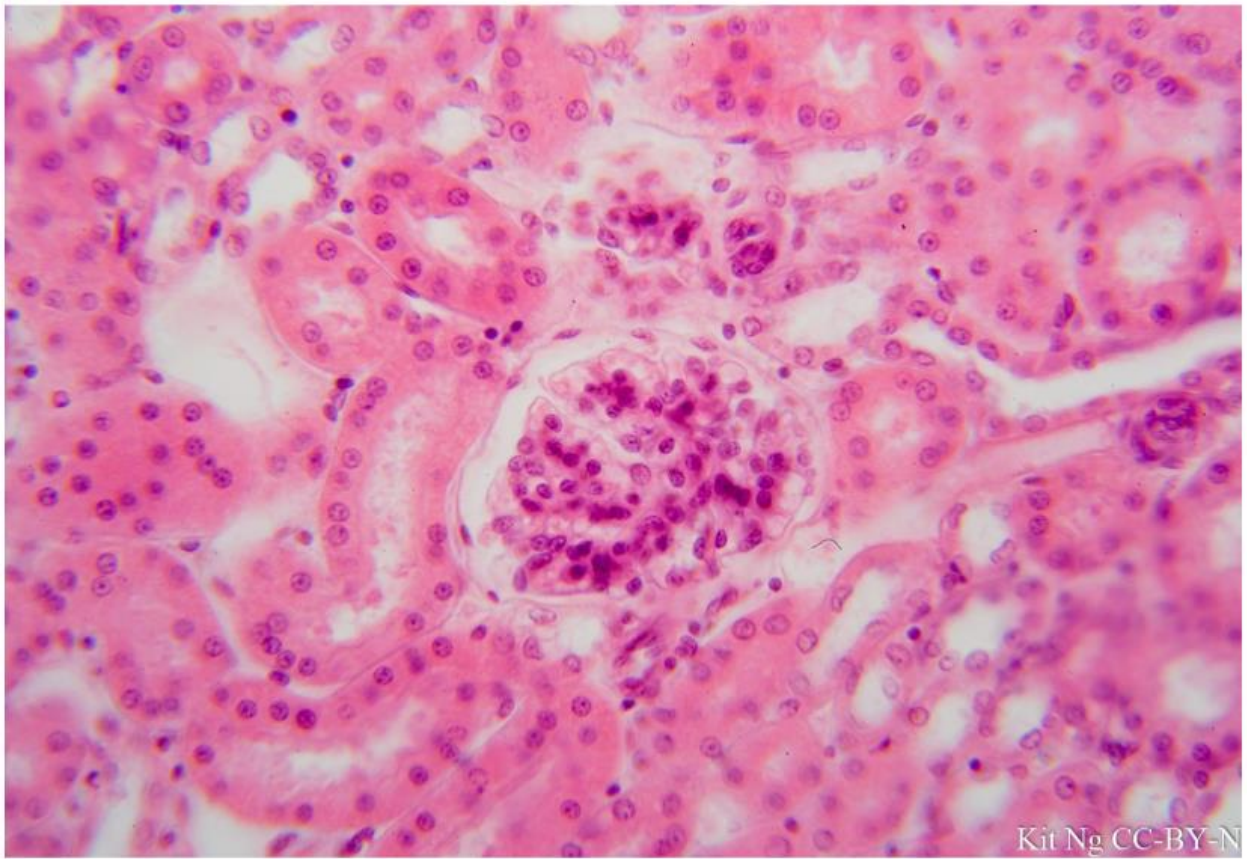
## 1.3 STRUKTURY POWIERZCHNIOWE NABŁONKÓW

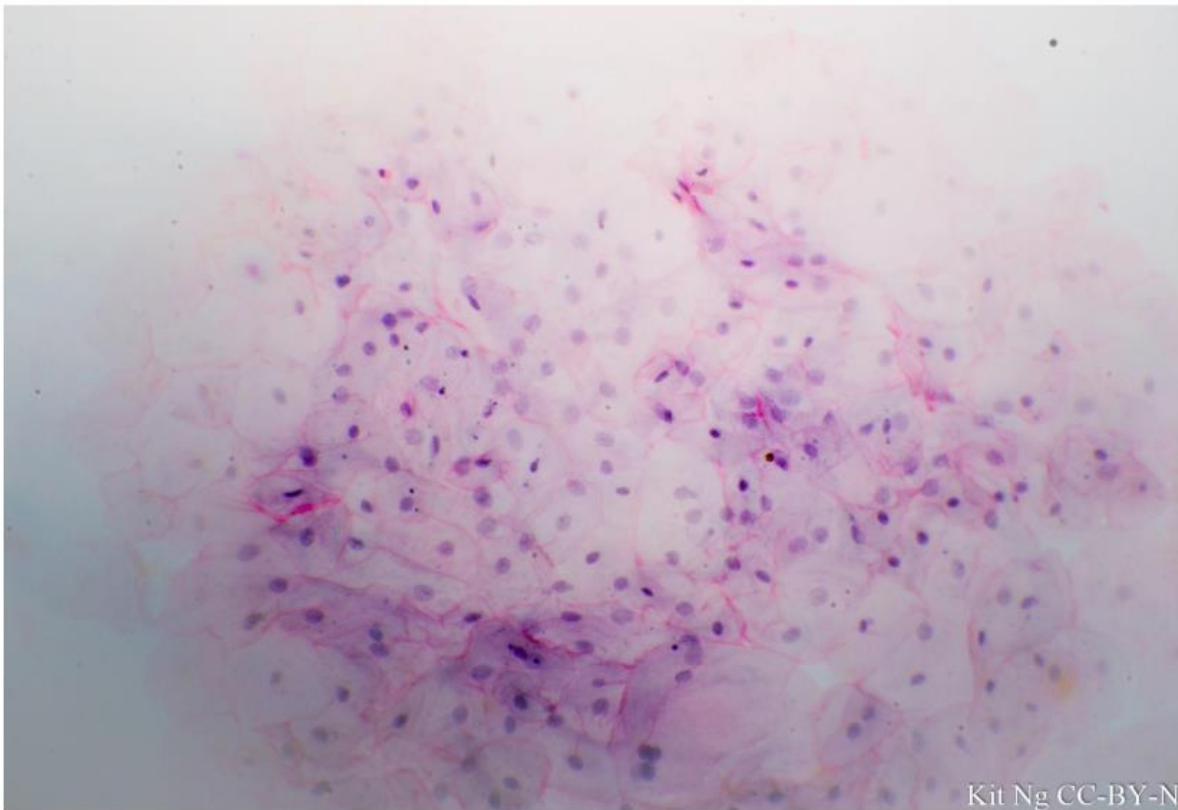
Cechą charakterystyczną komórek większości nabłonków jest projektowanie w zbiegunowanie, szczególnie wyraźnie widoczne w nabłonku jednowarstwowym walcowatym. Można wyróżnić część szczytową zwróconą do światła wyściełanego przez nabłonek oraz podstawę komórki, a także ściany boczne. Błona komórkowa pokrywająca część szczytową może tworzyć specyficzne struktury.

## Nabłonki jednowarstwowe:

<b>Nabłonek jednowarstwowy</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- komórki spłaszczone, wieloboczne,</li> <li>- jądra komórkowe umieszczone centralnie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ściany pęcherzyków płucnych,</li> <li>- powierzchnia skrzelii,</li> <li>- powierzchnia ciała bezkręgowców (nie utrudnia dyfuzji, bo jest cienka),</li> <li>- wyściółka naczyń krwionośnych.</li> </ul>
--------------------------------	--	---

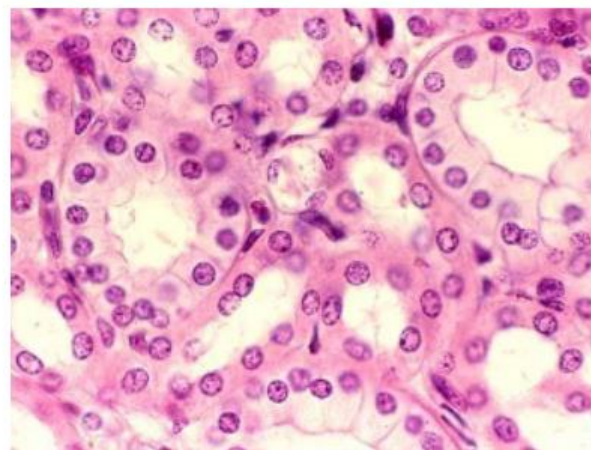
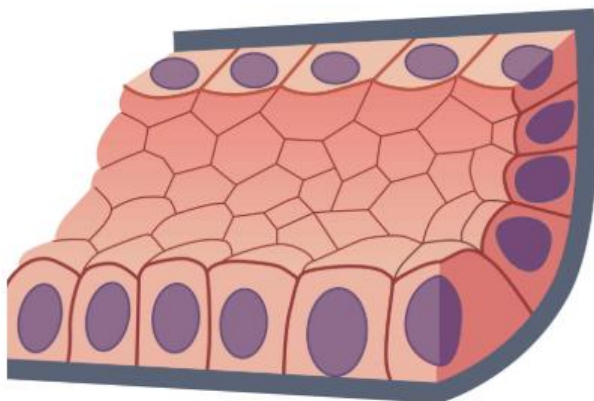


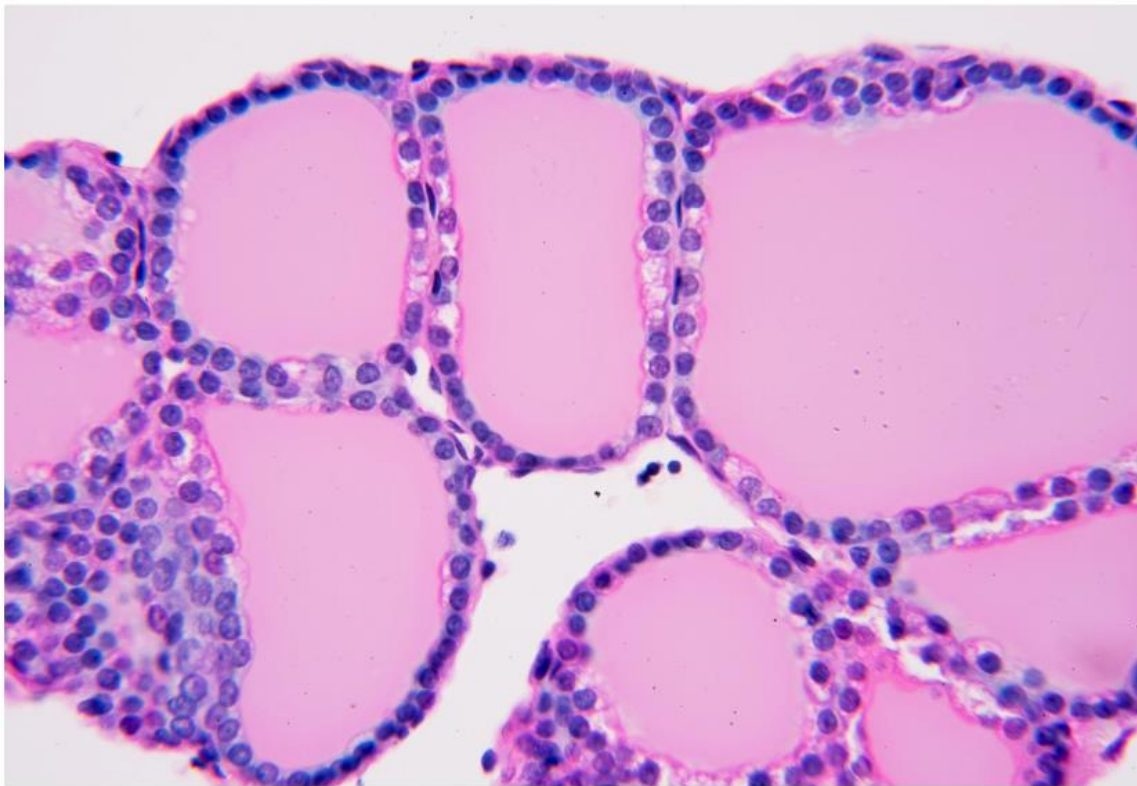
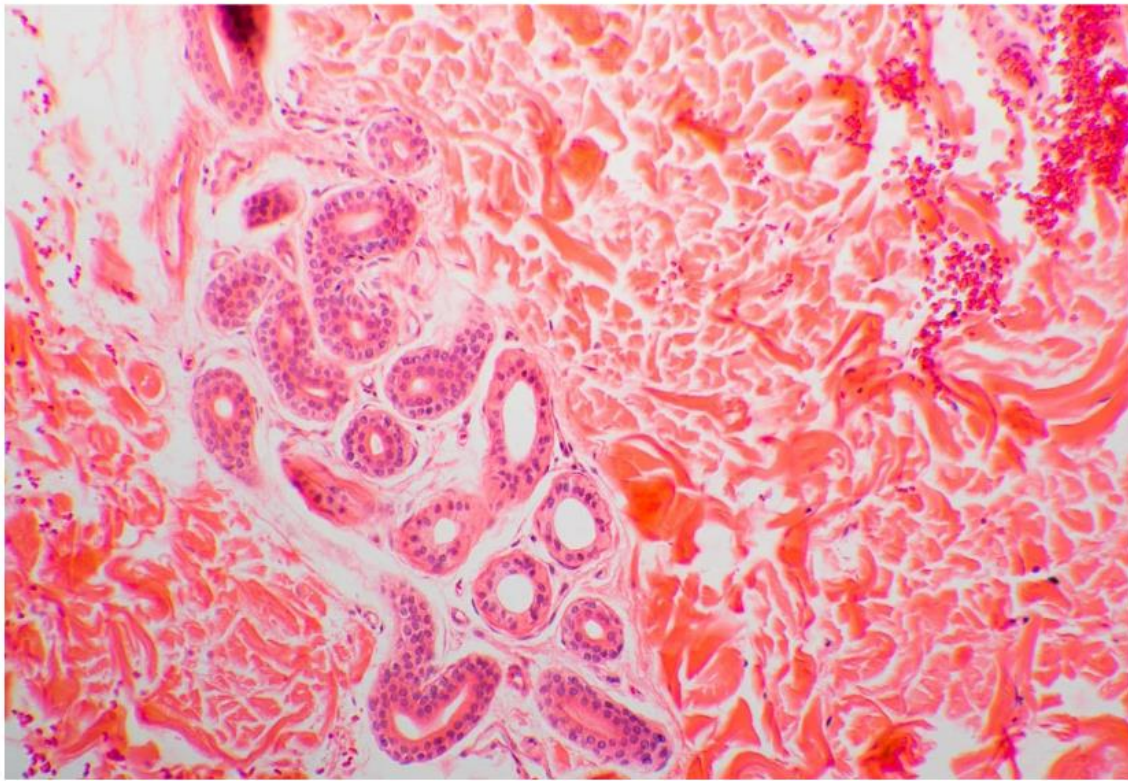


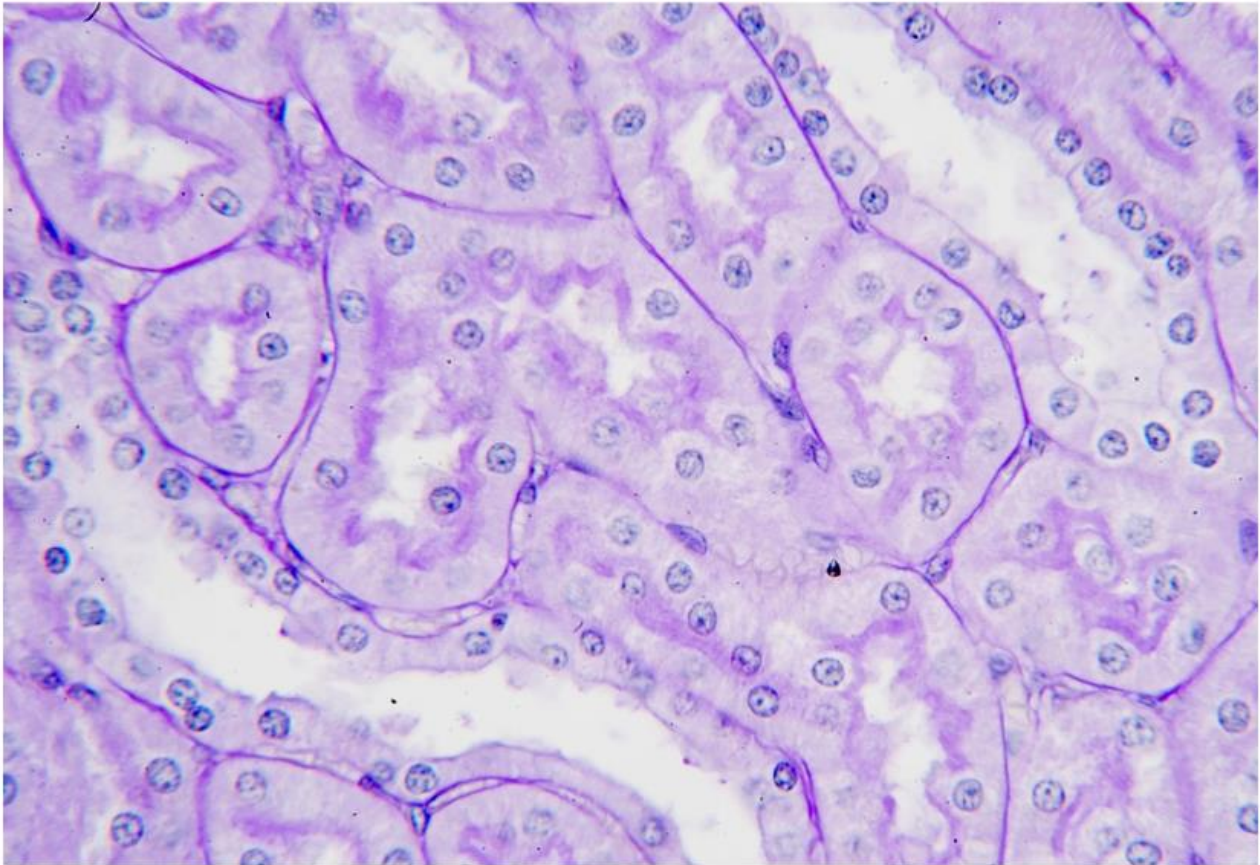


Kit Ng CC-BY-N

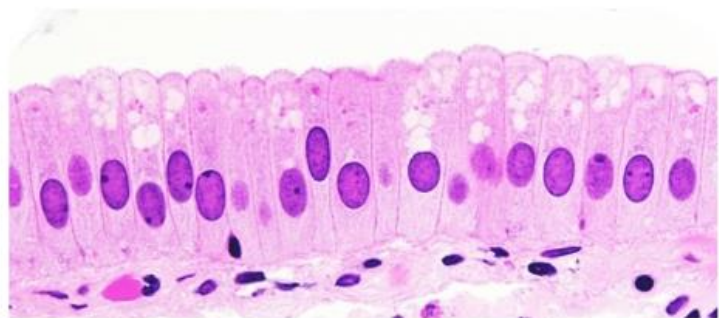
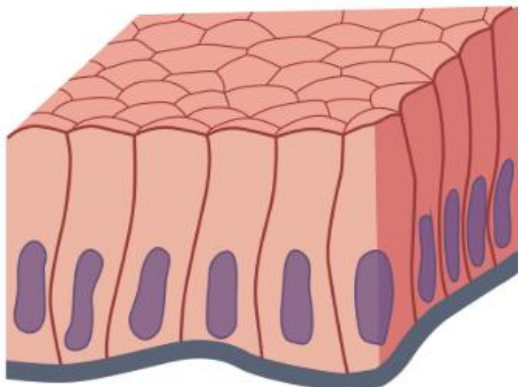
<p><b>Nabłonek jednowarstwowy sześcienny</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- komórki w kształcie sześcianu,</li> <li>- jądra komórkowe umieszczone centralnie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wyściółka przewodów wyprowadzających gruczoły wydzielania zewnętrznego np. ślinianek,</li> <li>- ściany kanalików nerkowych.</li> </ul>
--	---	--

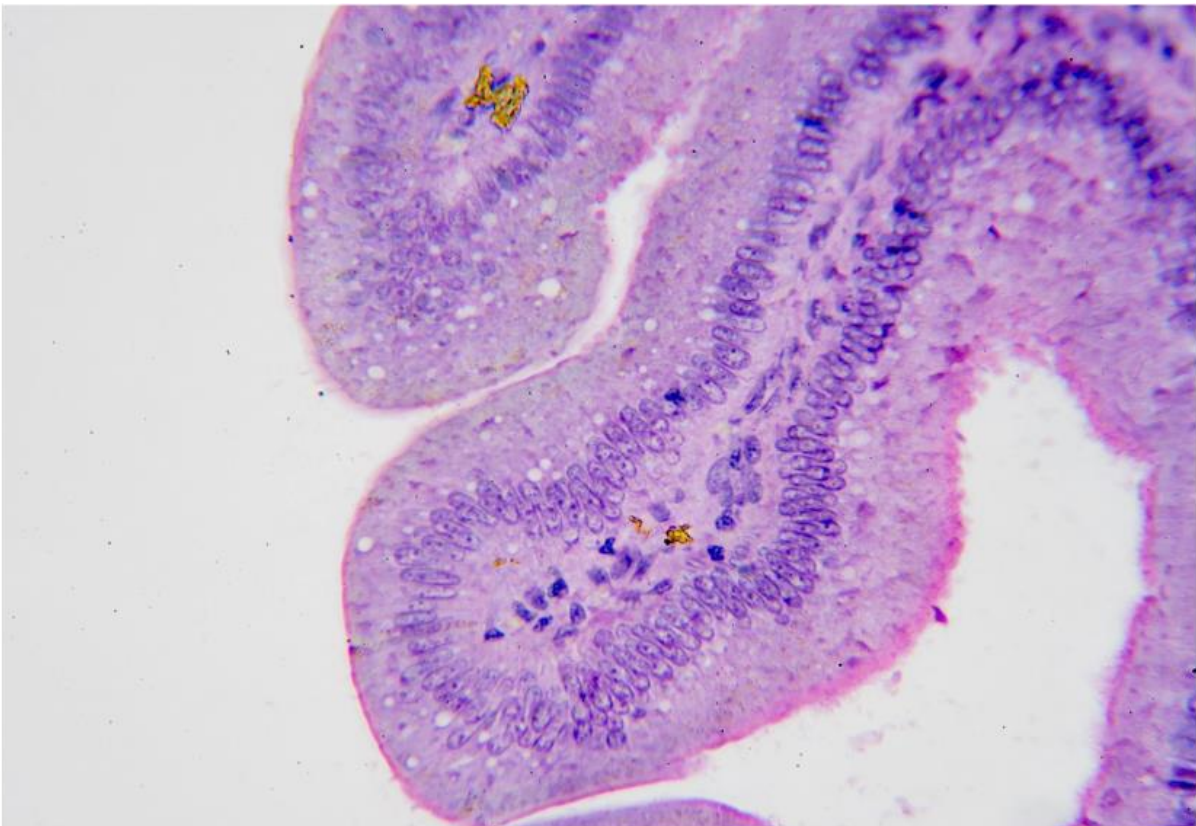


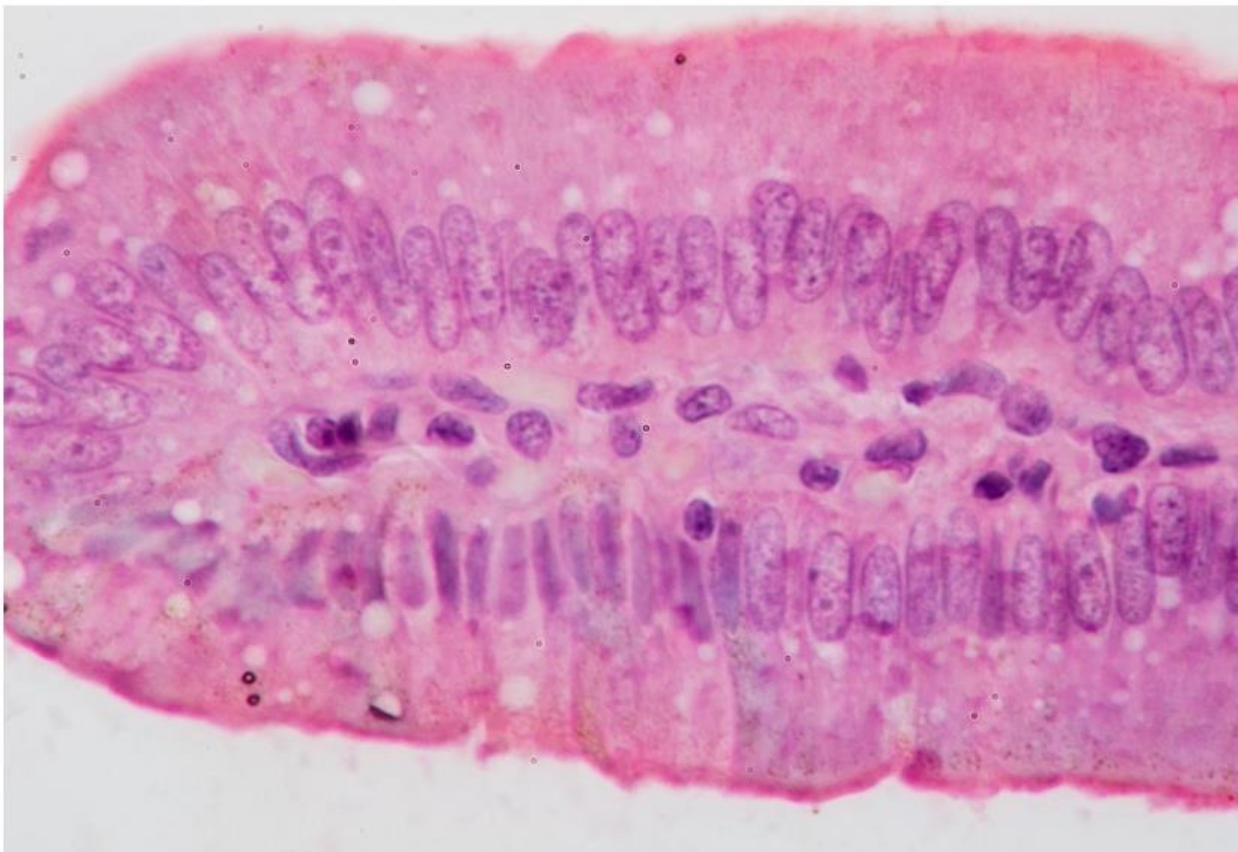
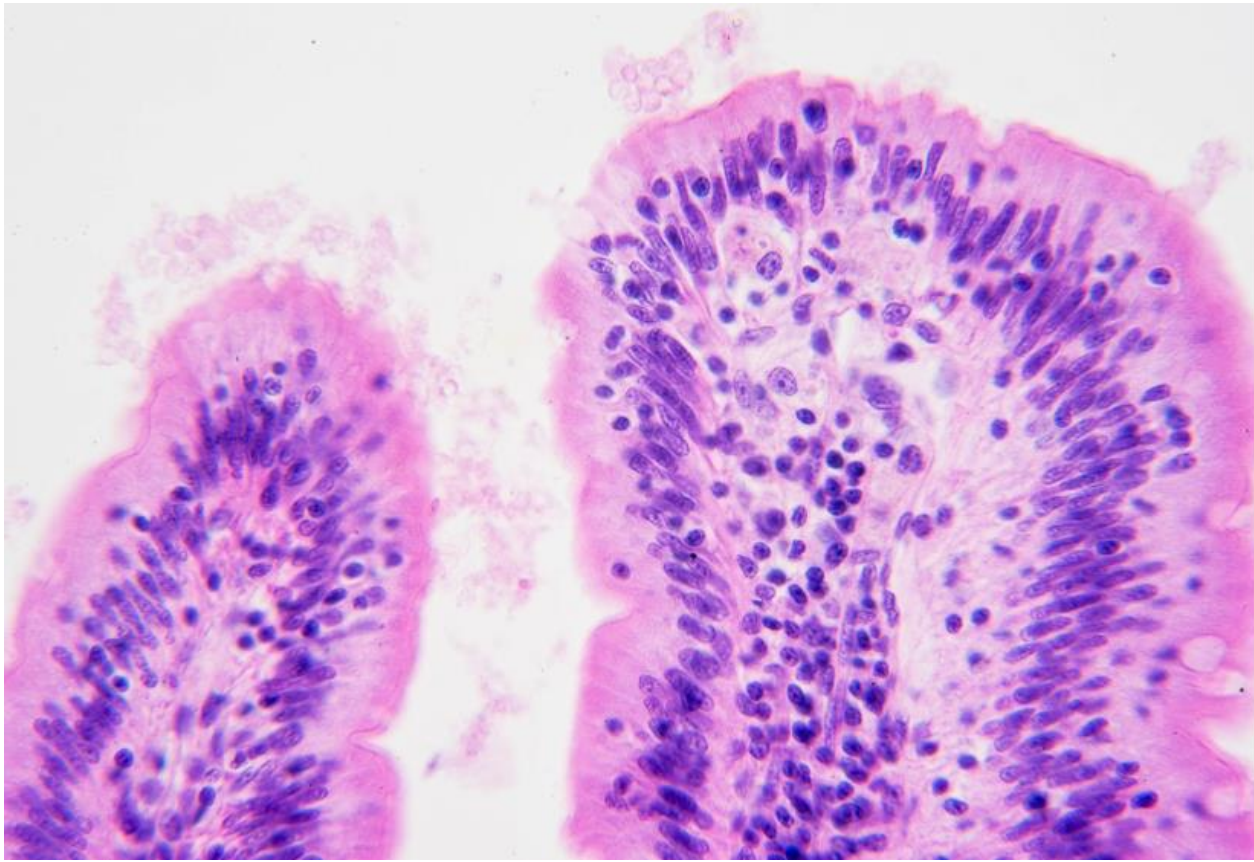




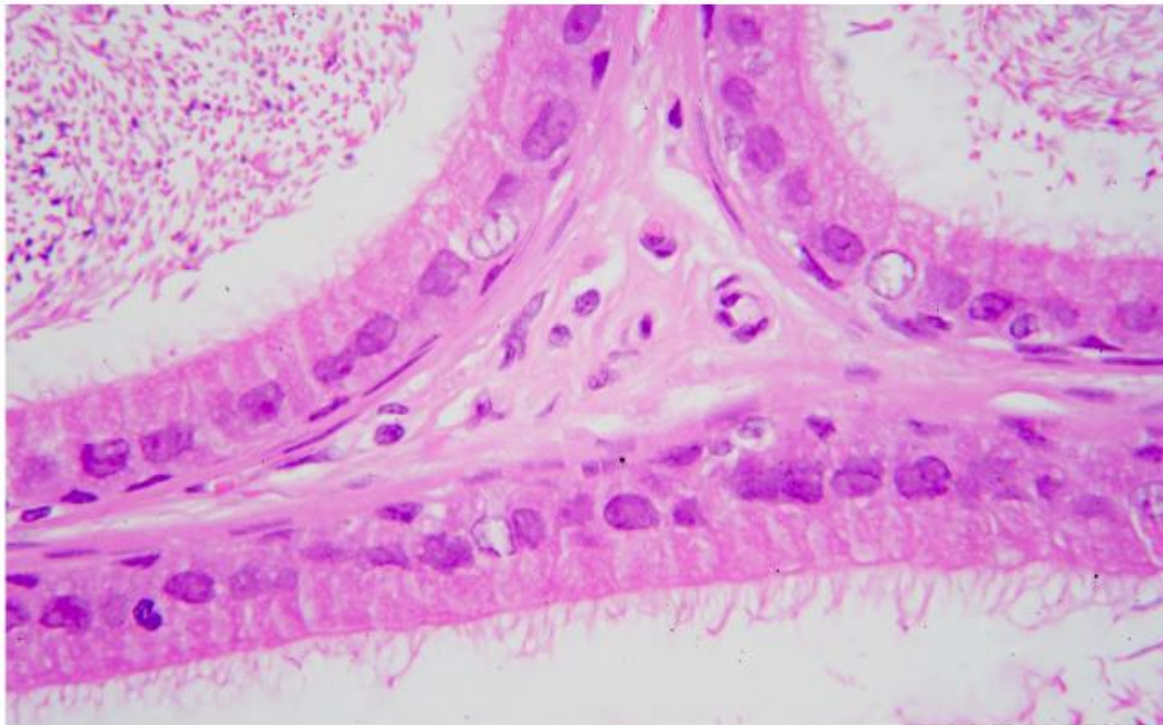
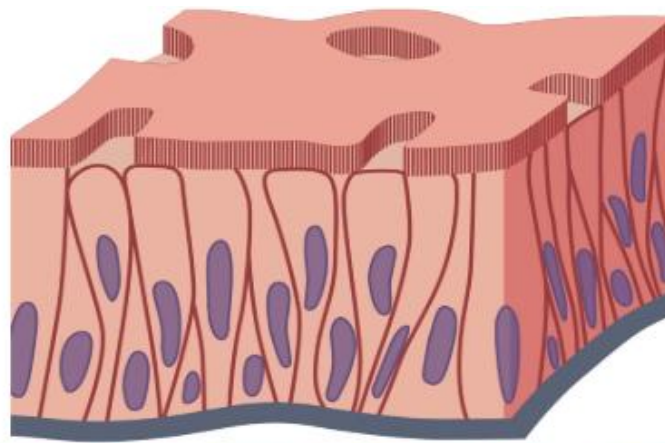
<p><b>Nabłonek jednowarstwowy walcowaty</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wysokie komórki w kształcie walca,</li> <li>- jądra komórkowe znajdujące się blisko błony podstawowej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wyściółka jelit,</li> <li>- wyściółka pęcherzyka żółciowego i przewodów żółciowych.</li> </ul>
---	--	---

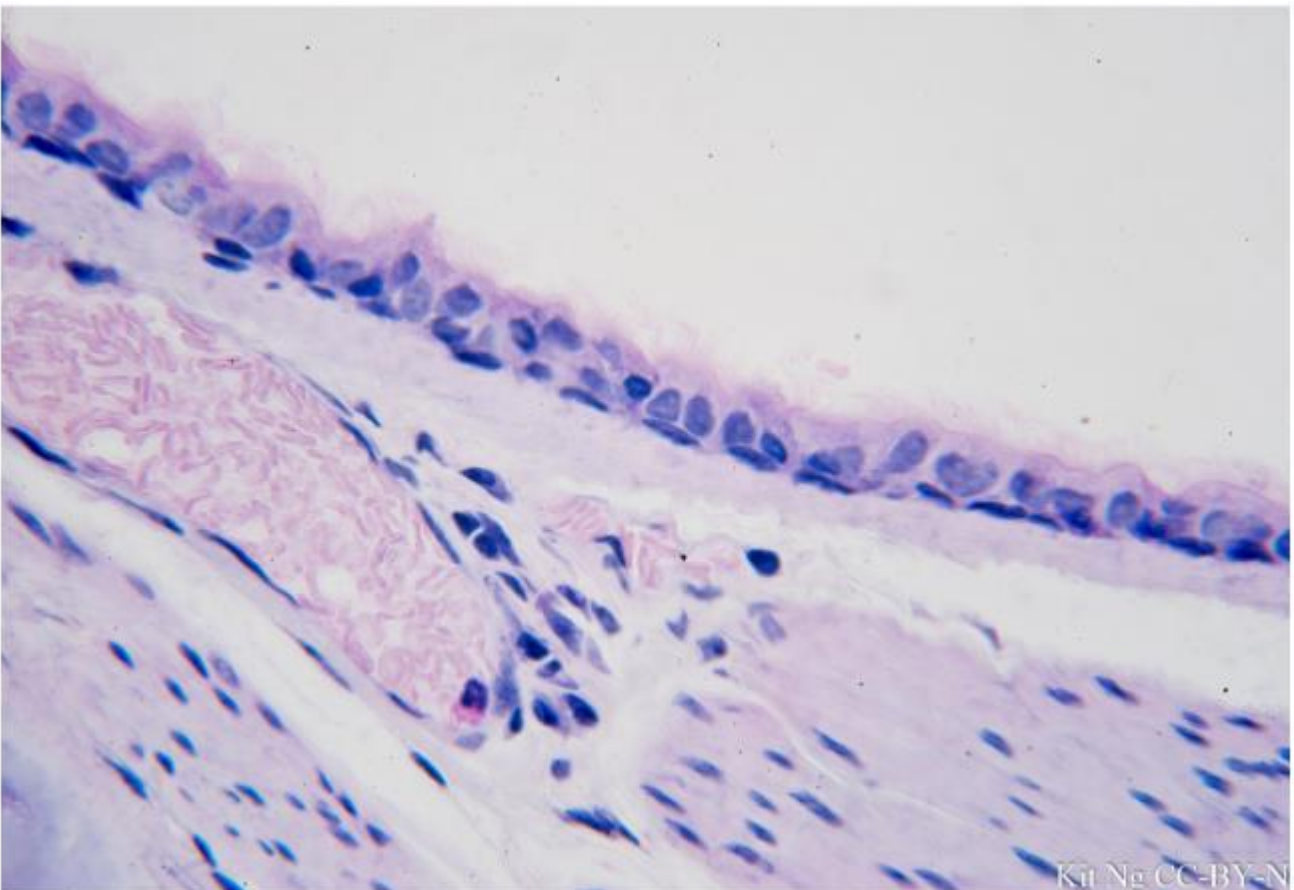
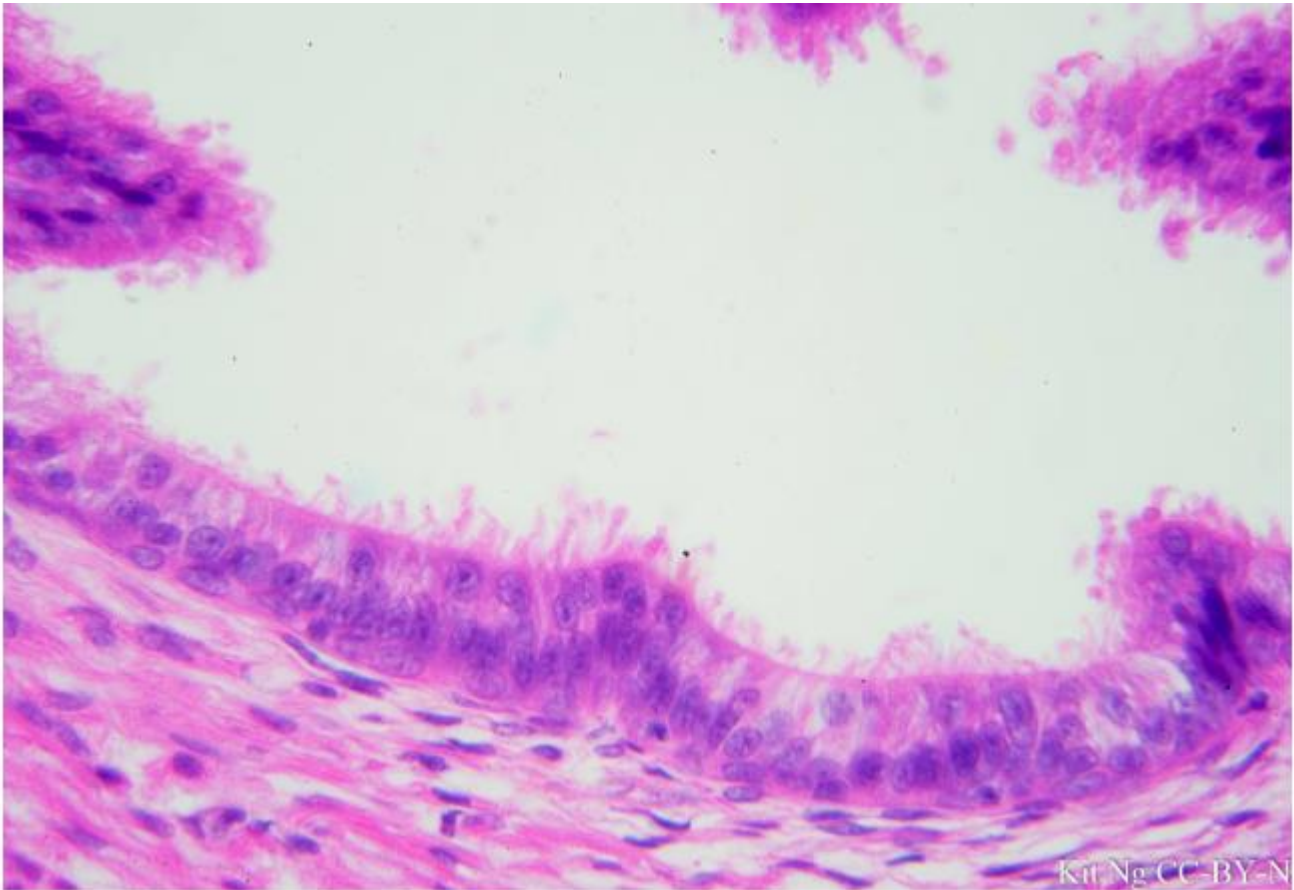


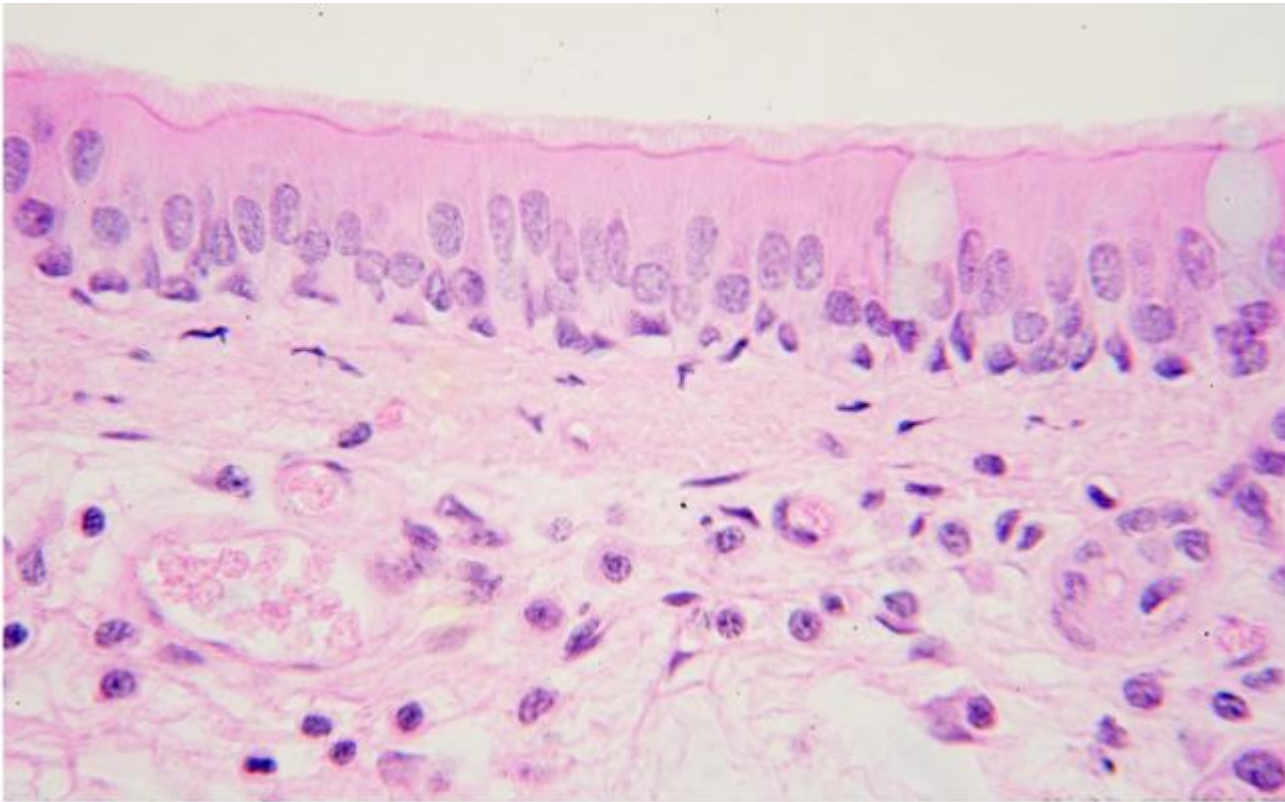




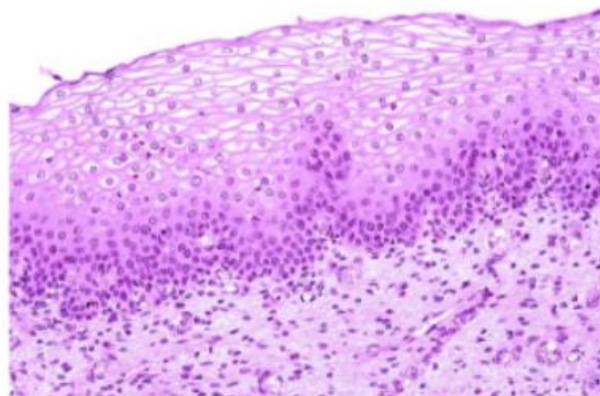
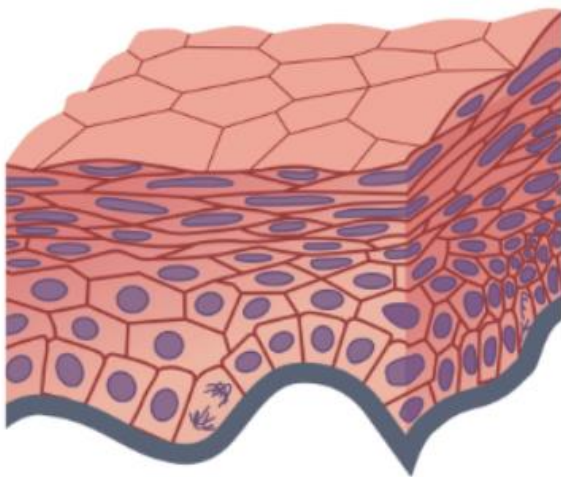
<b>Nabłonek wielorzędowy</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- komórki dwóch rodzajów: wysokie urzęsione w kształcie graniastoslupów oraz niskie kubkowe (klinowate – wydzielają śluz),</li> <li>- jądra komórkowe na różnych wysokościach.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wyściółka dużej części dróg oddechowych kręgowców lądowych,</li> <li>- wyściółka pęcherza moczowego.</li> </ul>
------------------------------	--	--

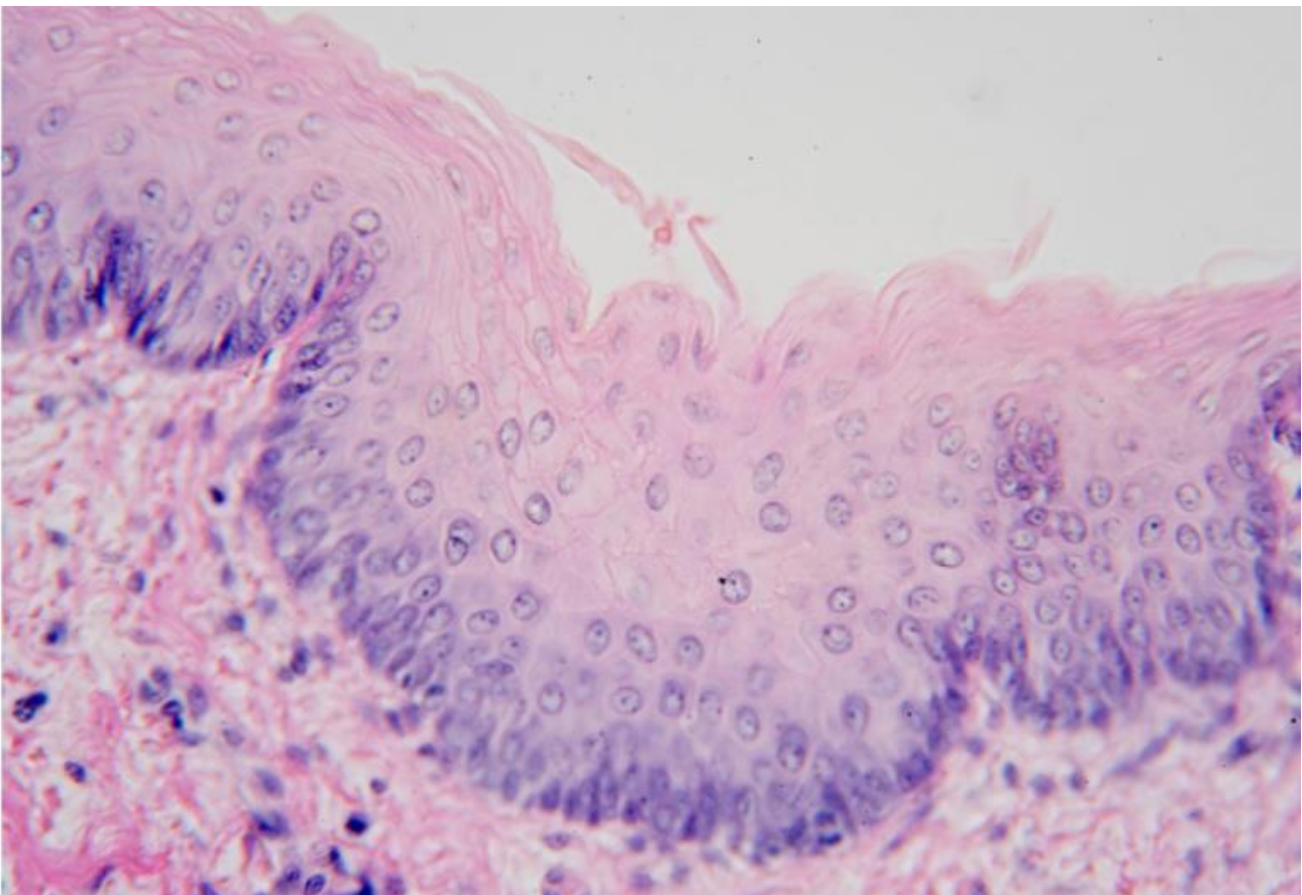
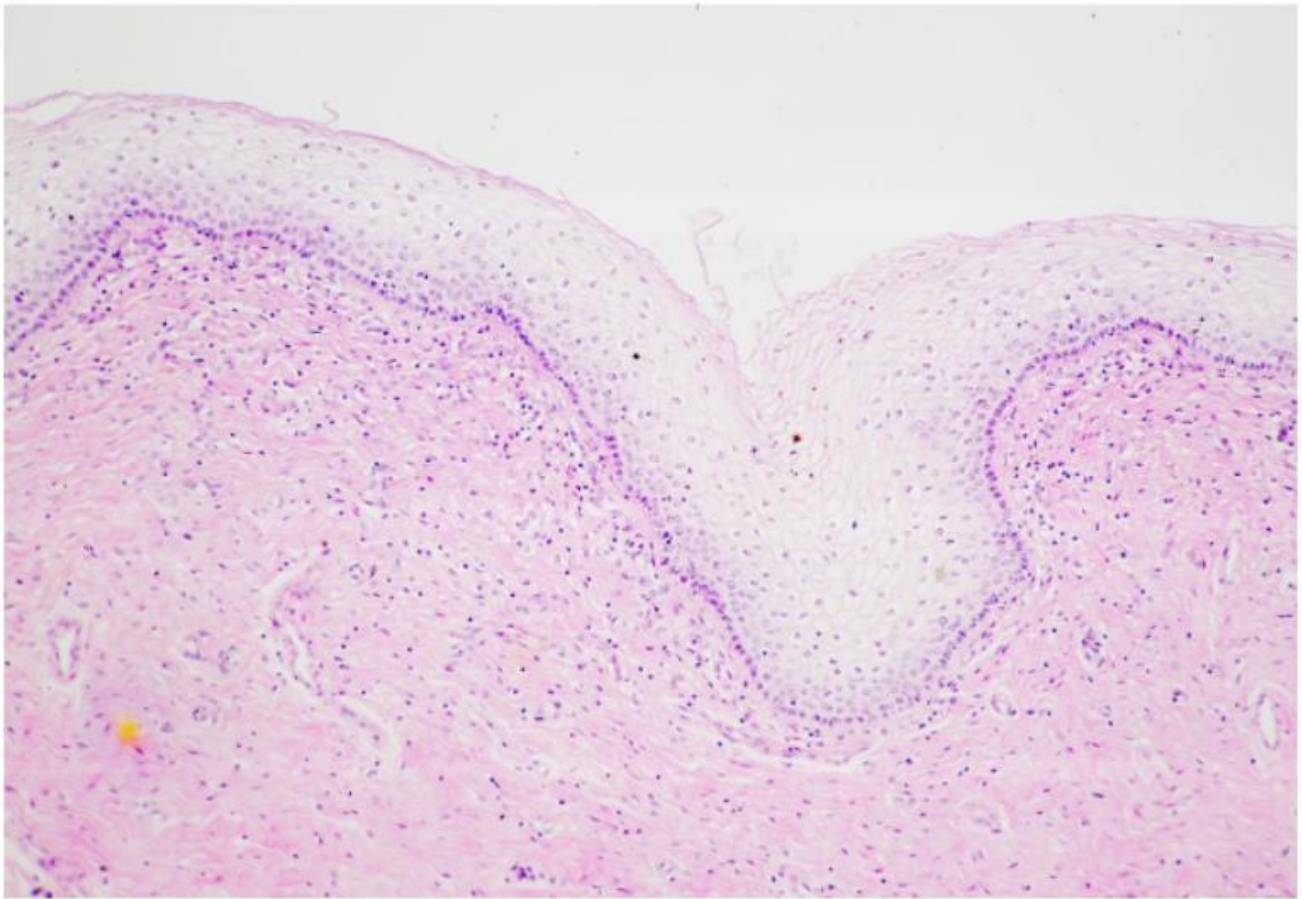


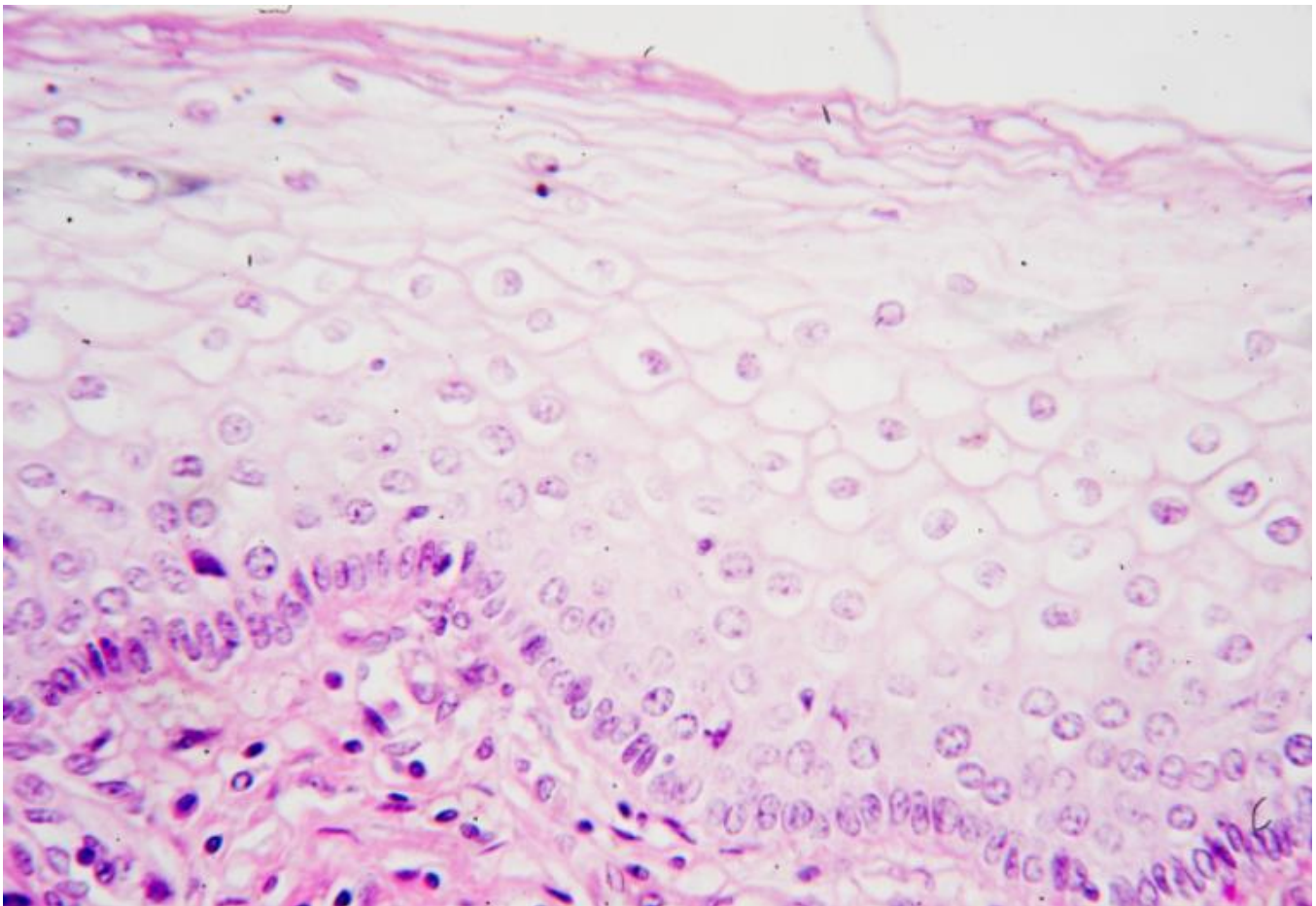
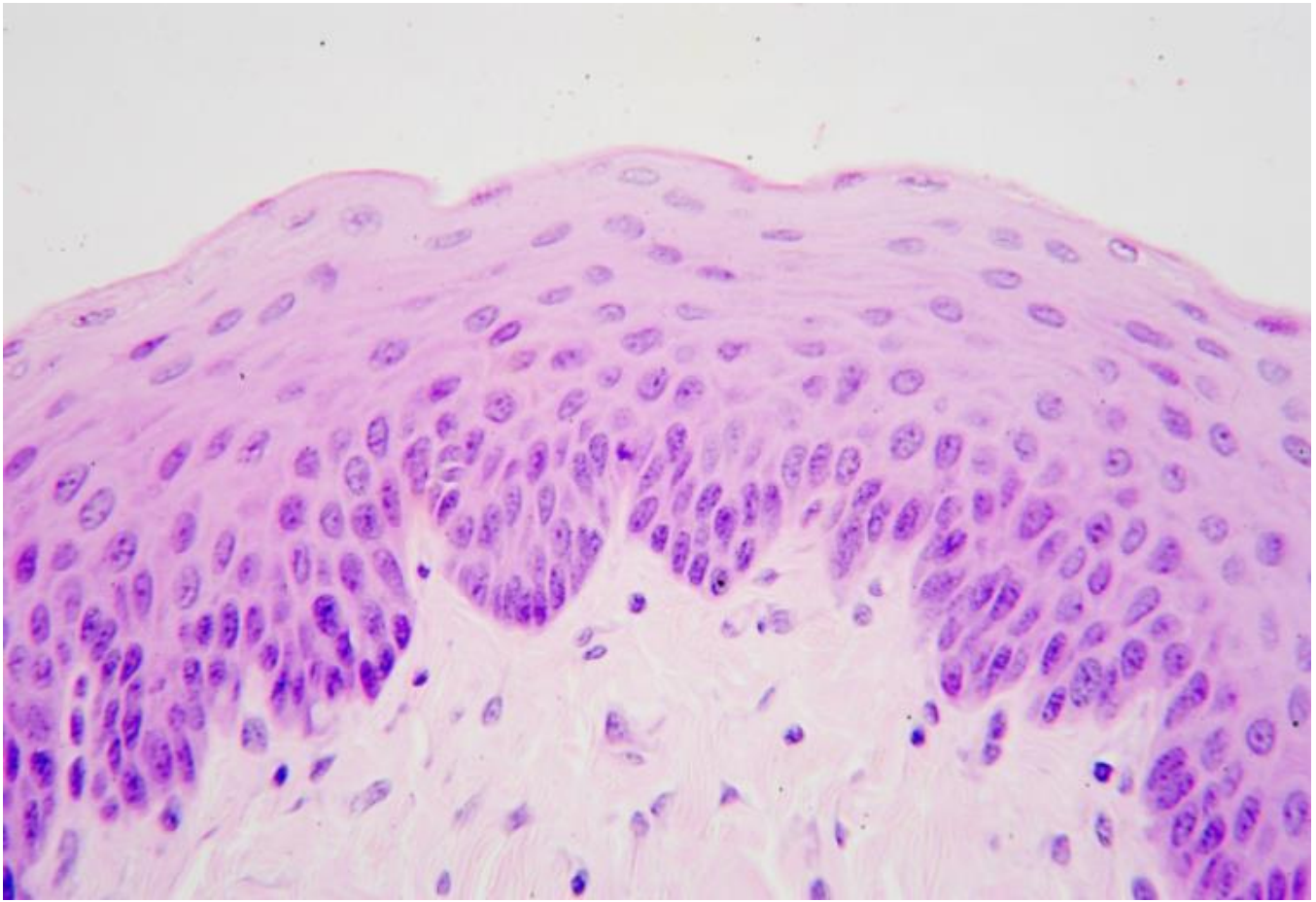




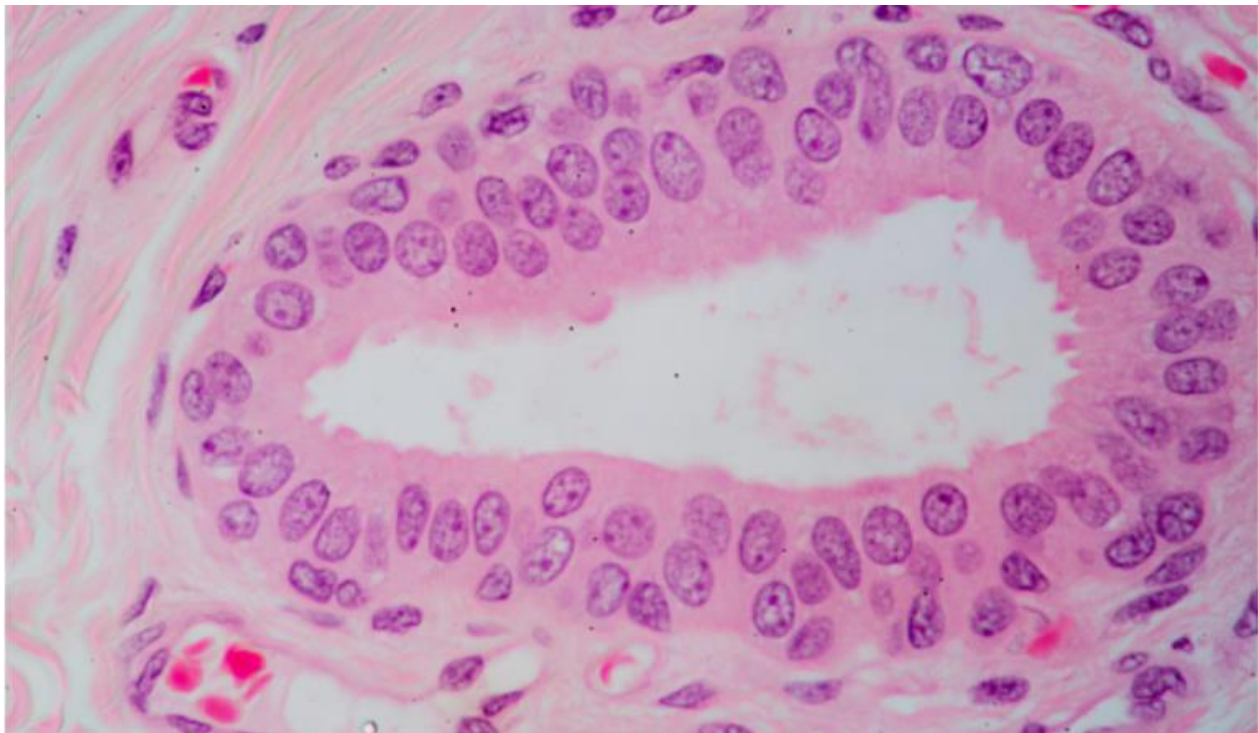
<b>Nabłonek wielowarstwowy płaski</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zawiera zmienną liczbę komórek i warstw.</li> <li>- Jest dobrze przystosowany do ścierania się ze względu na ciągłe zachodzące podziały komórkowej warstwy komórek macierzystych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wyściółka: jamy ustnej, gardła, przełyku, kanału odbytu, szyjki macicy i pochwy,</li> <li>- Naskórek.</li> </ul>
---------------------------------------	---	---



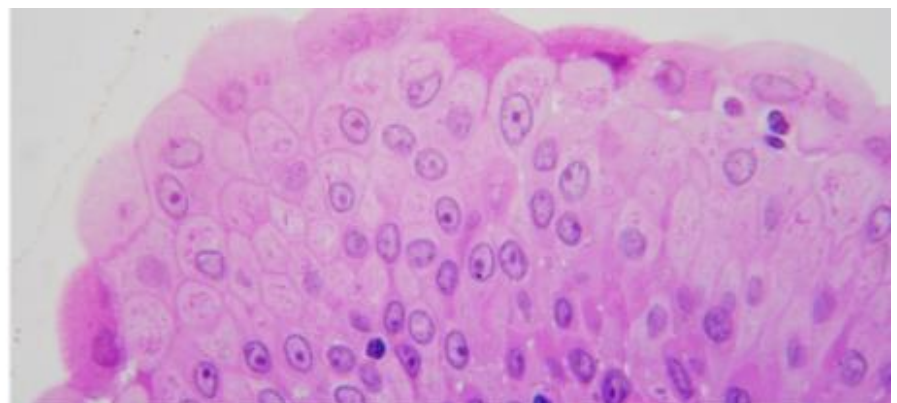
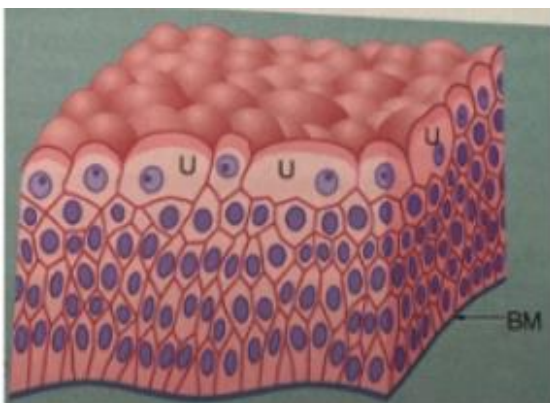


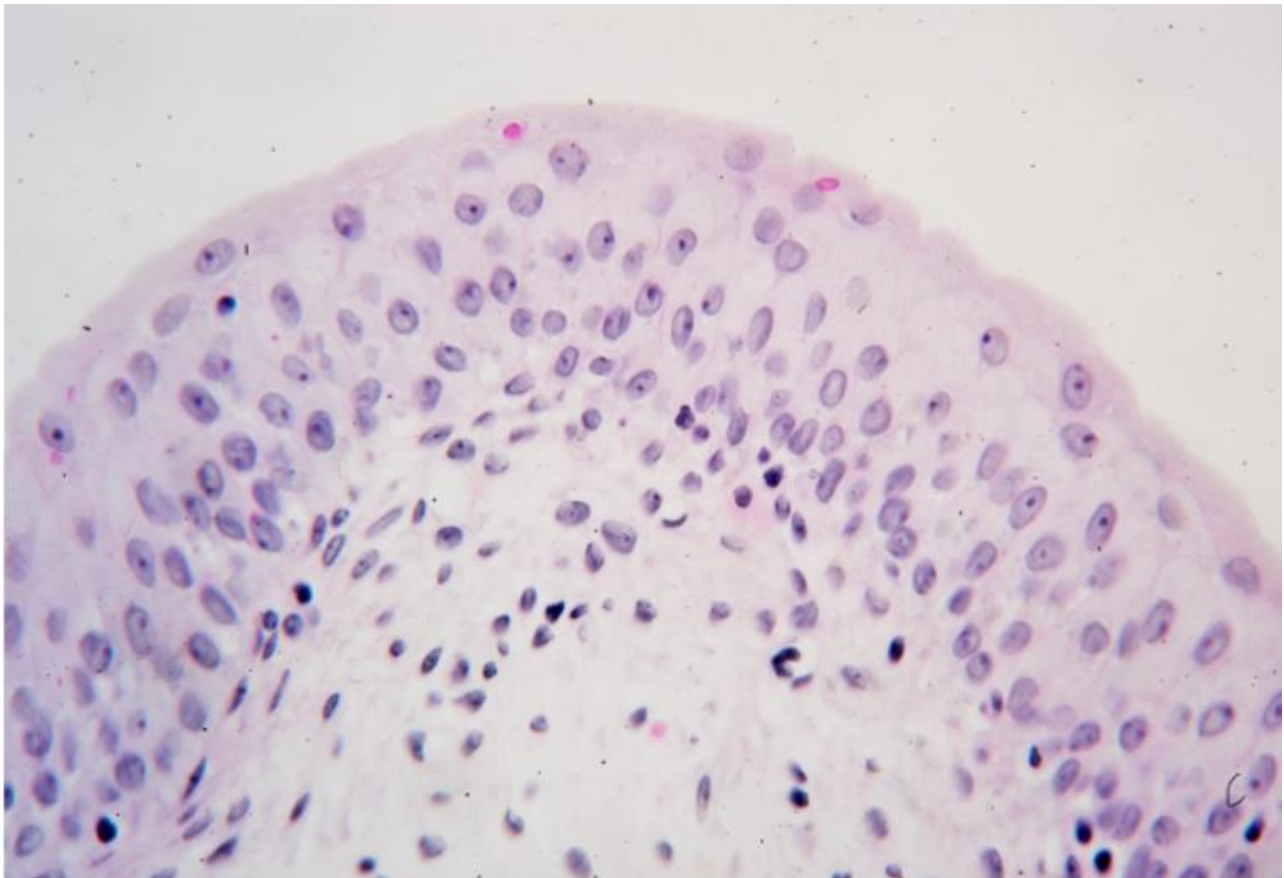
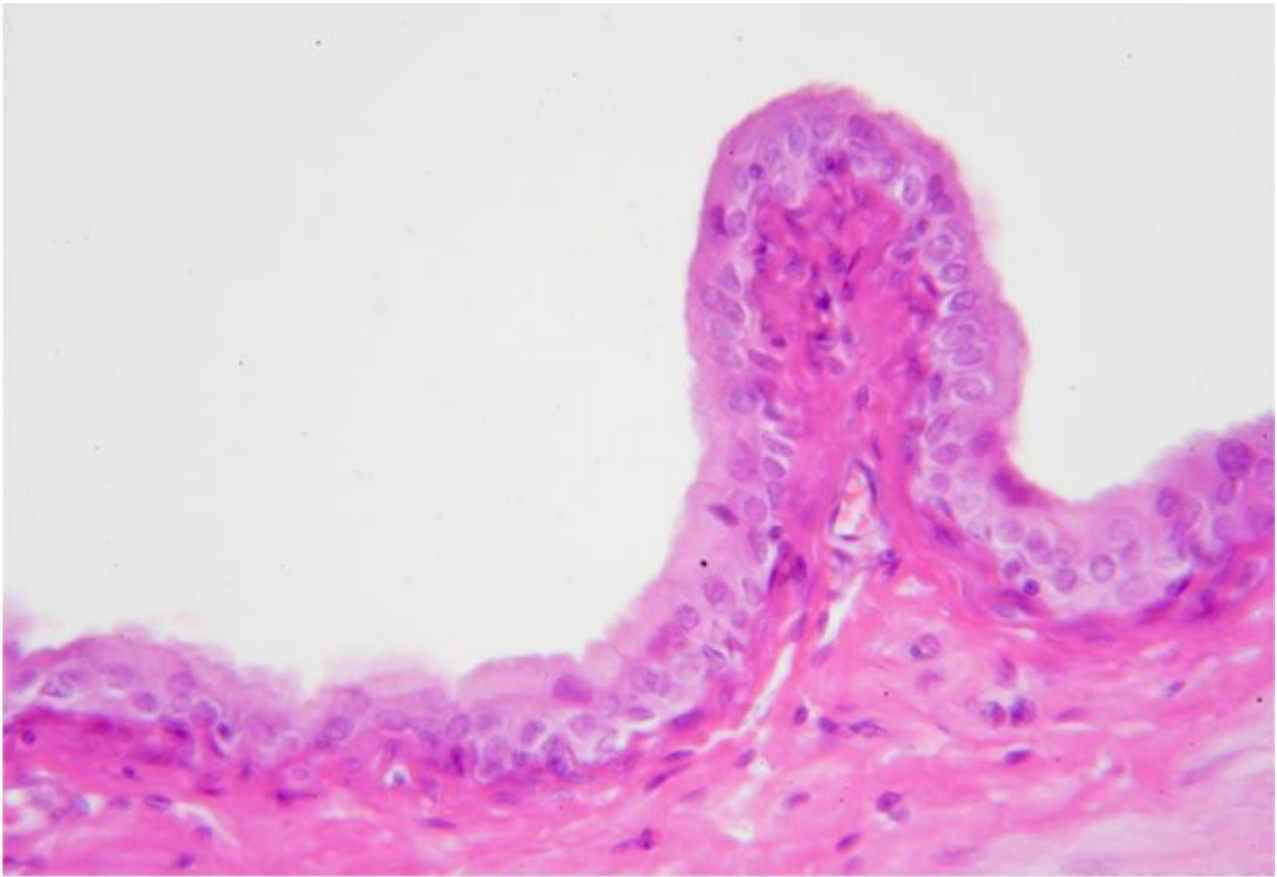


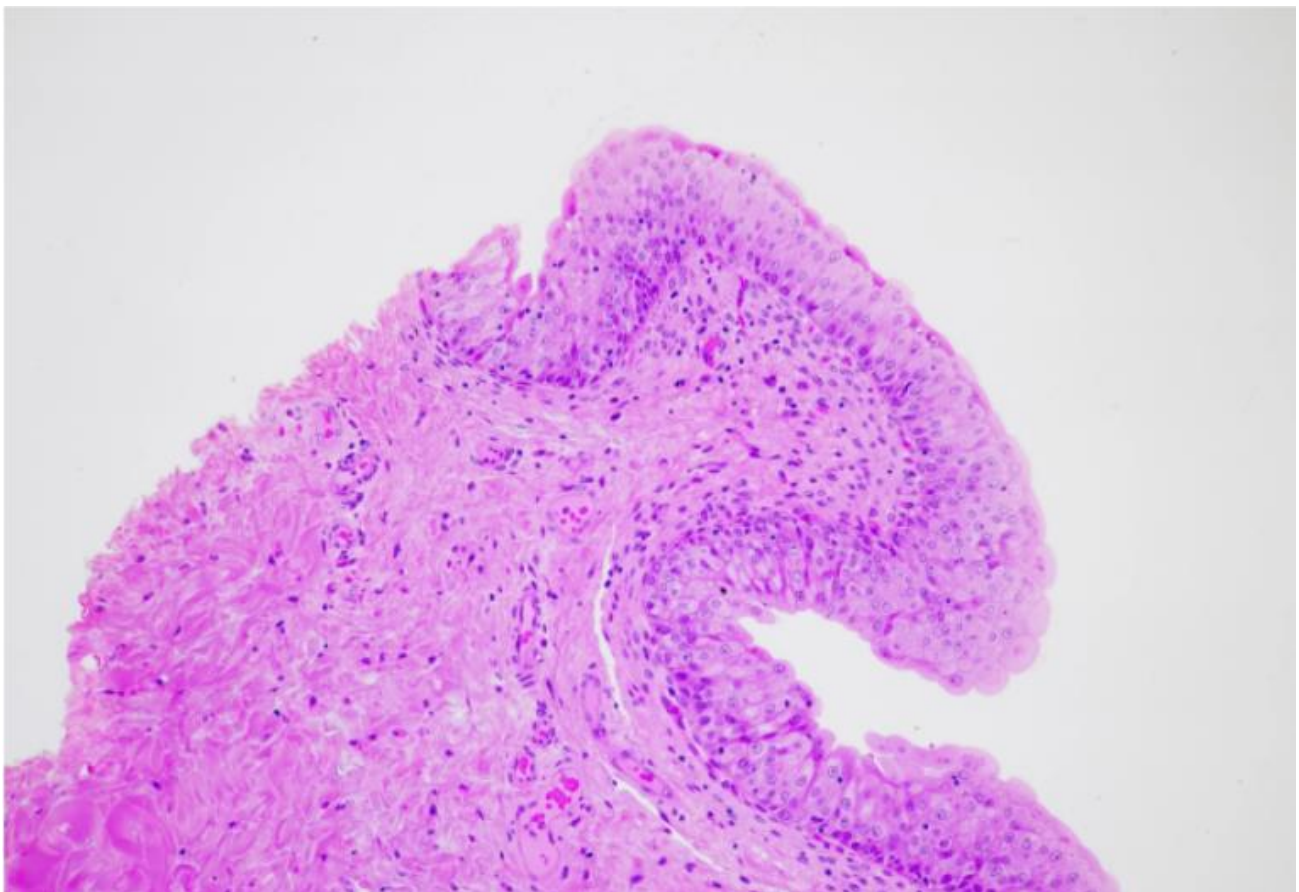
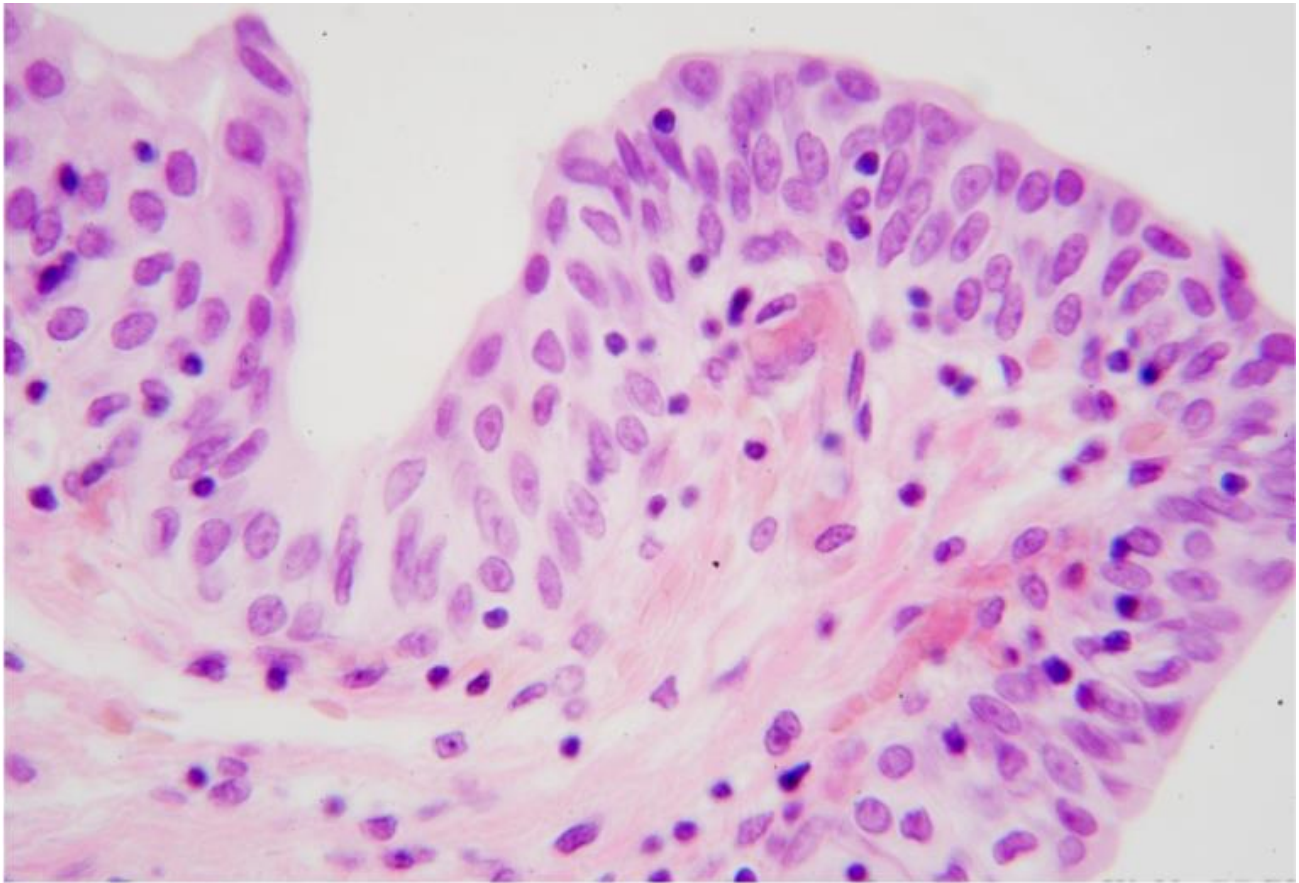
<p><b>Nabłonek wielowarstwowy sześcienny</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Składa się z 2/3 warstw komórek sześciennych.</li> <li>- Tworzy mocniejszą wyściółkę niż nabłonek jednowarstwowy.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Występuje w wyściółce większości przewodów wyprowadzających np. gruczoły ślinowe.</li> </ul>
--	---	---



<p><b>Nabłonek przejściowy</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jest wyspecjalizowany i przystosowany do znacznego rozciągania oraz do opierania się toksycznemu działaniu moczu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Występuje tylko w drogach moczowych ssaków.</li> </ul>
------------------------------------	---	---







## 1.4 FUNKCJE NABŁONKÓW

- **Okrywająca** (okrywająca i wyściełająca) – wyściela jamy ciała i narządów np. przewód pokarmowy, wnętrze nosa,

- **Ochronna** – polega na przesuwaniu za pomocą rzęsek niepotrzebnych drobin, które dostają się do wnętrza organizmu ze środowiska zewnętrznego np. z tchawicy.

- **Wydzielnicza** – współtworzy gruczoły wydzielnicze. Występuje w gruczołach: wydzielniczych, wytwarzających hormony, potowych i łojowych, śluzówce jelita oraz śluzówce jamy gębowej.

- **Adsorbcyjna** (transportująca) – transportuje różne cząsteczki chemiczne przez warstwę nabłonkową np. jelita, kanalików nerkowych, naczyń włosowatych czy pęcherzyków płucnych.

- **Zmysłowa** – ma zdolność do odbierania bodźców. Występuje w narządach zmysłów np. siatkówka oka, kubki smakowe czy ucho wewnętrzne.

### Przykładowe zadanie autorskie

#### Zadanie 1.

Poniżej przedstawiona została mikrofotografia jednej z tkanek występujących w organizmie człowieka



#### Zadanie 1.1 (0-1)

Podaj pełną nazwę tkanki przedstawionej na powyższej mikrofotografii.

.....

.....

### Zadanie 1.2 (0-1)

**Wyjaśnij, jaką funkcję w obrębie kanalika proksymalnego pełni struktura oznaczona cyfrą 1.**

.....

.....

.....

### Zadanie 1.3 (0-1)

**Zaznacz P, jeśli podana informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.**

1.	W obrębie struktury oznaczonej cyfrą 2 obecne są naczynia krwionośne doprowadzające substancje odżywcze do tkanki przedstawionej na fotografii.	P	F
2.	Tkanka przedstawiona na mikrofotografii wyściela np. jajowód.	P	F

#### Schemat oceniania zadania 1

##### 1.1

**1 p.** – za podanie prawidłowej odpowiedzi.

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

##### Odpowiedź:

- Nabłonek jednowarstwowy walcowaty

**Komentarz:** na fotografii przedstawiony został nabłonek jednowarstwowy walcowaty – widoczna jest jedna warstwa wydłużonych komórek, które posiadają jądro komórkowe zlokalizowane przy podstawie.

##### 1.2

**1 p.** – za prawidłowe wyjaśnienie uwzględniające: 1) zwiększenie powierzchni chłonnej wynikające z obecności mikrokosmków 2) zwiększenie wydajności procesu resorpcji zachodzącego w obrębie kanalika bliższego.

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

##### Odpowiedź:

- Mikrokosmki znacznie zwiększają powierzchnię chłonną tkanki, dzięki czemu proces resorpcji w kanaliku bliższym zachodzi znacznie wydajniej.

- Dzięki obecności mikrokosmków znacznie zwiększa się powierzchnia na której zachodzi resorpcja w obrębie kanalika bliższego, w związku z czym proces ten zachodzi wydajniej.

**Komentarz:** cyfrą 1 oznaczono tzw. brzeżek szczoteczkowy, który składa się z licznych mikrokosmków. Mikrokosmki znacznie zwiększają powierzchnię chłonną danej tkanki – zwiększa to wydajność resorpcji w obrębie kanalików nerkowych oraz wchłanianie substancji odżywczych w obrębie przewodu pokarmowego.

##### 1.3

**1 p.** – za wybranie dwóch prawidłowych odpowiedzi

**0 p.** – za wybranie jednej prawidłowej odpowiedzi lub za brak odpowiedzi.

**Odpowiedź:**

FP

**Komentarz:**

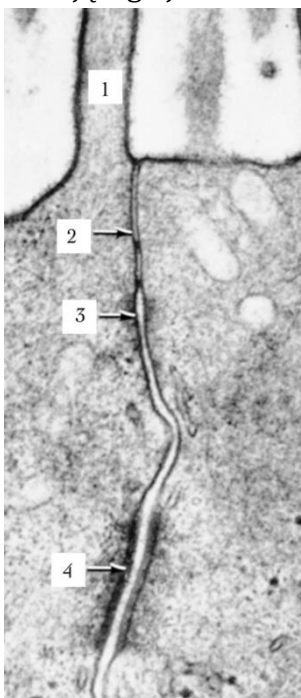
1. Tkanka nabłonkowa nie posiada własnych naczyń krwionośnych, zaś cyfrą 2 oznaczono błonę podstawną.
2. Nabłonek jednowarstwowy walcowaty wyściela jajowody – rzęski znajdujące się na szczycie komórek uczestniczą w transporcie komórki jajowej.

**Przykładowe zadanie autorskie**

**Zadanie 2.**

Liczne badania skupiające się na mechanizmach infekcji komórek przez wirusy wykazały, że wnikają one do ich wnętrza poprzez szczytową (np. wirus grypy) lub podstawno-boczną (np. HSV) błonę komórkową, nowe wiriony opuszczają komórkę również poprzez tę samą część błony. Różne połączenia międzykomórkowe mogą ułatwiać lub utrudniać wirusom zakażanie kolejnych komórek.

Poniżej przedstawiono fotografię wykonaną za pomocą mikroskopu elektronowego, która przedstawia dwie sąsiadujące komórki nabłonka wyścielającego jelito cienkie.



**Zadanie 2.1 (0-1)**

**Wyjaśnij**, w daczego połączenia typu neksus umożliwiają wirusom rozprzestrzenianie się do innych komórek.

.....

.....

.....

.....

### Zadanie 2.2 (0-1)

**Podkreśl w każdym nawiasie właściwe określenie.**

Fotografia z informacji do zadania przedstawia komórki nabłonka jednowarstwowego (płaskiego/sześciennego/walcowatego/wielorzędownego). Cyfrą 1 oznaczona została (komórka/wypustka cytoplazmatyczna). (Wszystkie/nie wszystkie) wirusy RNA wykorzystują w cyklu infekcyjnym odwrotną transkryptazę.

### Zadanie 2.3 (0-1)

**Podaj nazwę połączenia międzykomórkowego oznaczonego cyfrą 4 oraz określ jego funkcję.**

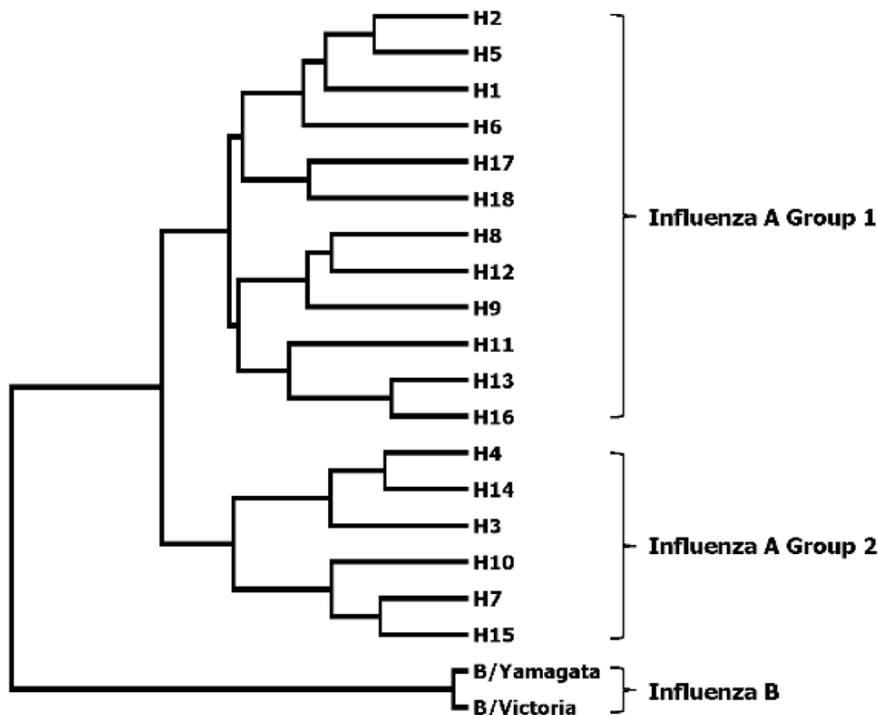
.....

.....

.....

### Zadanie 2.4 (0-1)

Poniżej przedstawiono drzewo filogenetyczne wszystkich podtypów hemaglutyniny (HA) – białka występującego u wirusów grypy.



**Zaznacz P, jeśli podana informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.**

1.	H14 jest bliżej spokrewniona z H3 niż z H14	P	F
2.	H1-H17 tworzą grupę monofiletyczną	P	F

## Schemat oceniania zadania 2.

### 2.1

**1 p.** – za prawidłowe wyjaśnienie uwzględniające: 1) funkcję połączeń typu nekus 2) niewielki rozmiar wirusów 3) możliwość przechodzenia wirusów do sąsiadujących komórek poprzez połączenia typu nekus

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

### Odpowiedź:

- Połączenia typu nekus są kanałami, poprzez które sąsiadujące komórki wymieniają niektóre substancje. Wirusy ze względu na niewielkie rozmiary mogą wykorzystywać wspomniane połączenia międzykomórkowe do przenikania do sąsiadujących komórek.
- Wirusy cechują się bardzo niewielkimi rozmiarami, dzięki czemu mogą one przechodzić przez połączenia typu nekus, które odpowiadają za transport substancji pomiędzy sąsiadującymi komórkami.

**Komentarz:** połączenia typu nekus występują w komórkach zwierzęcych – są to kanały poprzez które sąsiadujące komórki wymieniają niektóre substancje (np. neurony dzięki tym połączeniom tworzą synapsy elektryczne). Wirusy mają bardzo małe rozmiary, co pozwala im na przechodzenie poprzez wspomniane połączenia. Odpowiednikiem połączeń typu nekus w komórkach roślinnych są plazmodesmy.

### 2.2

**1 p.** – za prawidłowe podkreślenie trzech określeń.

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

### Odpowiedź:

Fotografia z informacji do zadania przedstawia komórki nabłonka jednowarstwowego (płaskiego/sześciennego/walcowatego/wielorzędownego). Cyfrą 1 oznaczona została (komórka/wypustka cytoplazmatyczna). (Wszystkie/nie wszystkie) wirusy RNA wykorzystują w cyklu infekcyjnym odwrotną transkryptazę.

**Komentarz:** jelito cienkie wyścielone jest nabłonkiem jednowarstwowym walcowatym. Cyfrą 1 oznaczony został mikrokosmek, który jest wypustką komórki nabłonka. Wirusy RNA korzystające z odwrotnej transkryptazy nazwane są retrowirusami, jednakże nie wszystkie wirusy RNA to retrowirusy.

### 2.3

**1 p.** – za podanie prawidłowej odpowiedzi oraz określenie funkcji nazwanej struktury.

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

### Odpowiedź:

- Desmosom – łączy on ściśle sąsiadujące komórki
- Desmosom – odpowiada za ściśle przyleganie sąsiadujących komórek do siebie.

**Komentarz:** zaznaczona struktura to desmosom (ma on charakterystyczny wygląd rozgałęziających się „wypustek” w obrębie obu komórek). Jest to połączenie międzykomórkowe występujące w komórkach zwierzęcych, które odpowiada za ich ścisłe połączenie (występuje ono szczególnie licznie np. w komórkach nabłonka).

## 2.4

**1 p.** – za wybranie dwóch prawidłowych odpowiedzi

**0 p.** – za wybranie jednej prawidłowej odpowiedzi lub za brak odpowiedzi.

### **Odpowiedź:**

FF

### **Komentarz:**

1. H14 i H3 posiadają bliskiego wspólnego przodka, zatem są bliżej spokrewnione niż H14 i H3.

2. Grupa obejmująca H1-H18 byłaby monofiletyczna, ponieważ obejmowałaby wszystkie HA wywodzące się od wspólnego przodka wszystkich HA u wirusów grypy A.

## 2. TKANKA NABŁONKOWA

Tkanek łączną spośród innych tkanek wyróżnia to, że zawiera **dużo substancji międzykomórkowej**. Czynnościowo *pełni ona, zgodnie z nazwą, rolę łącznika innych tkanek*.

**Zasadnicze składniki tkanki łącznej to: komórki, włókna i substancja podstawowa.**

W zależności od ilości składników, co oczywiście warunkuje ich odmienną funkcję, wyróżniamy następujące rodzaje tkanki łącznej:

I. tkankę łączną właściwą:

- zarodkową,
- siateczkową,
- włóknistą,
  - zbitą,
  - luźną,

- tłuszczową,
  - żółtą,
  - brunatną,

II. tkankę łączną podporową:

- chrzęstną,
  - szklistą,
  - sprężystą,
  - włóknistą,

- kostną,
- zbitą,
- gąbczastą,

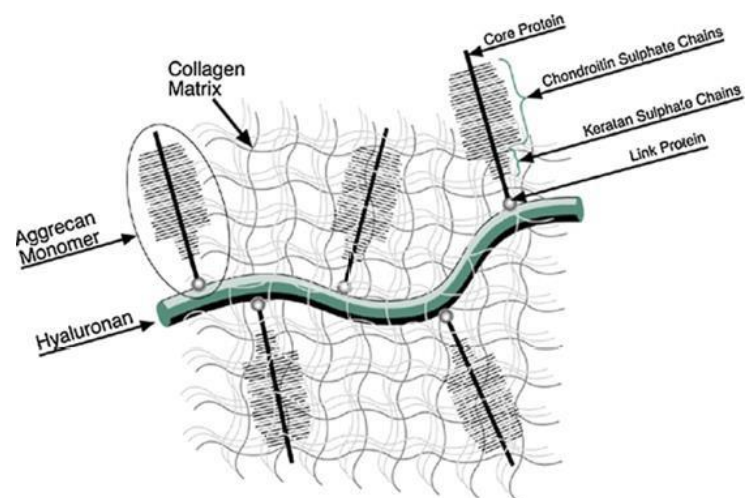
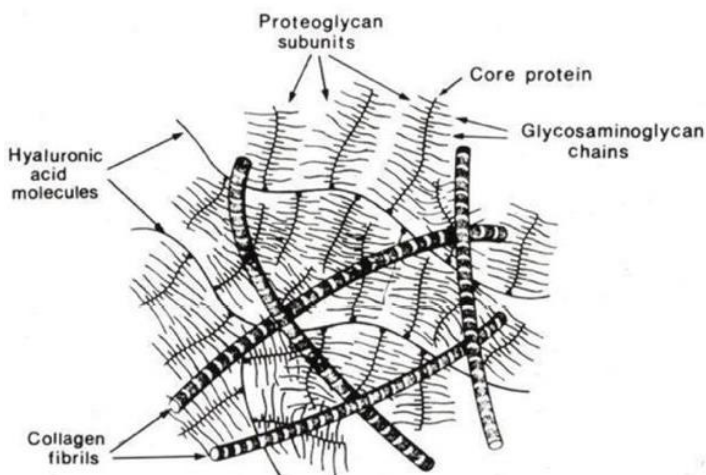
III. tkankę łączną płynną:

- krew,
- limfę,
- hemolimfę.

Wszystkie te rodzaje tkanki łącznej wywodzą się z **mezenchymy**, która z kolei wywodzi się ze **środkowego listka zarodkowego mezodermy**.

## 2.1 SUBSTANCJA PODSTAWOWA TKANKI ŁĄCZNEJ

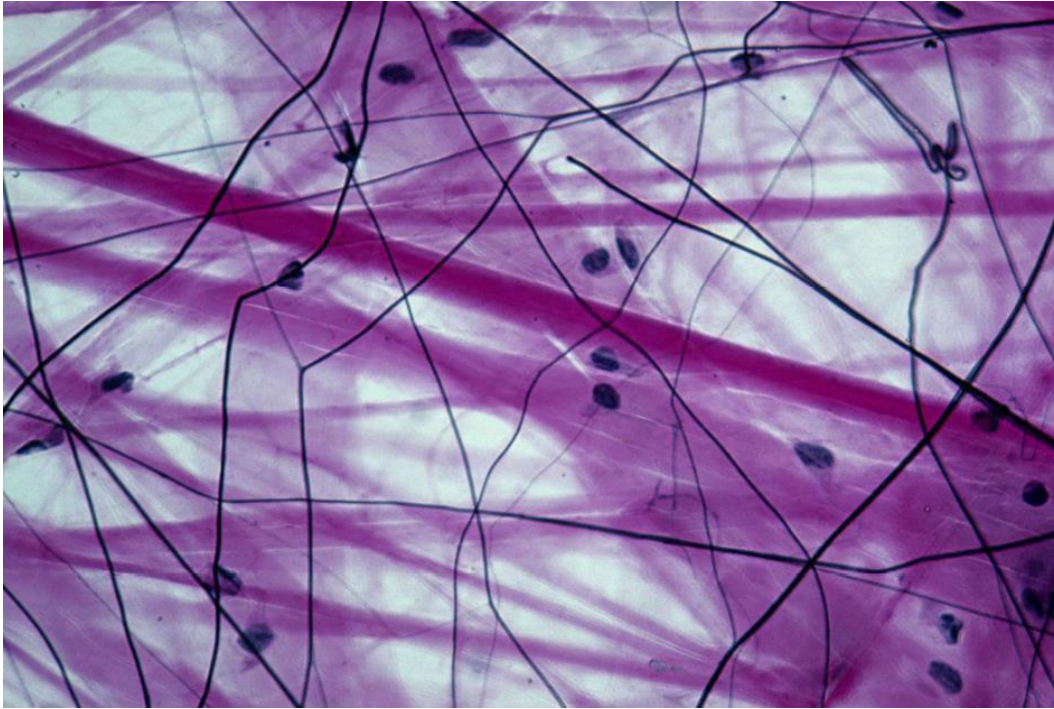
Wszystkie morfotyczne, upostaciowane składniki tkanki łącznej – **komórki i włókna** zawieszane są w **substancji/istocie podstawowej**. Zasadnicze składniki substancji podstawowej to **proteoglikany i glikoproteidy**.



## 2.2 WŁÓKNA TKANKI ŁĄCZNEJ

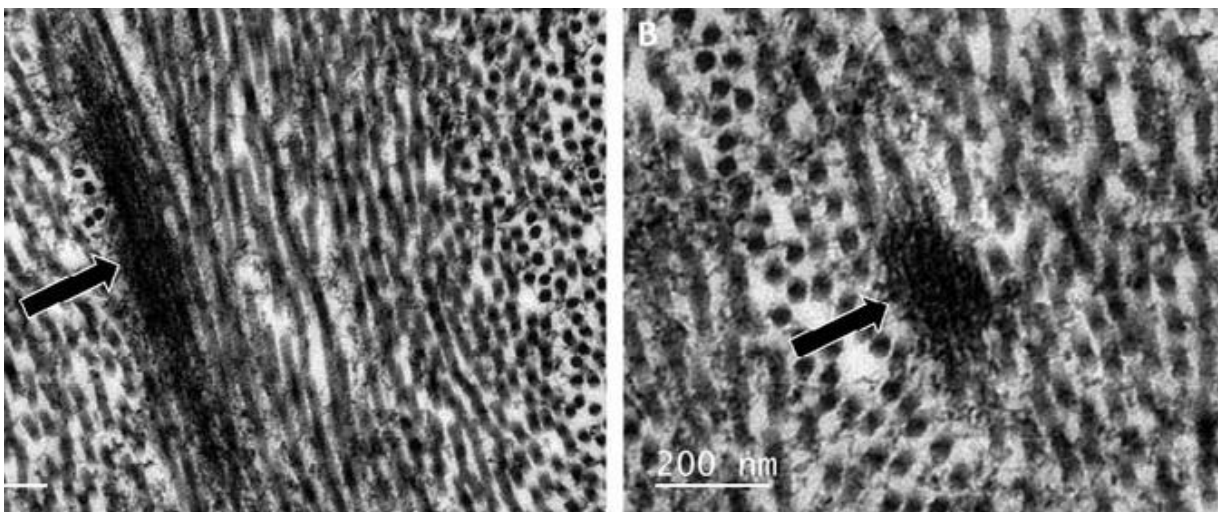
Obok substancji podstawowej składnikiem substancji międzykomórkowej tkanki łącznej są **włókna**. Są to:

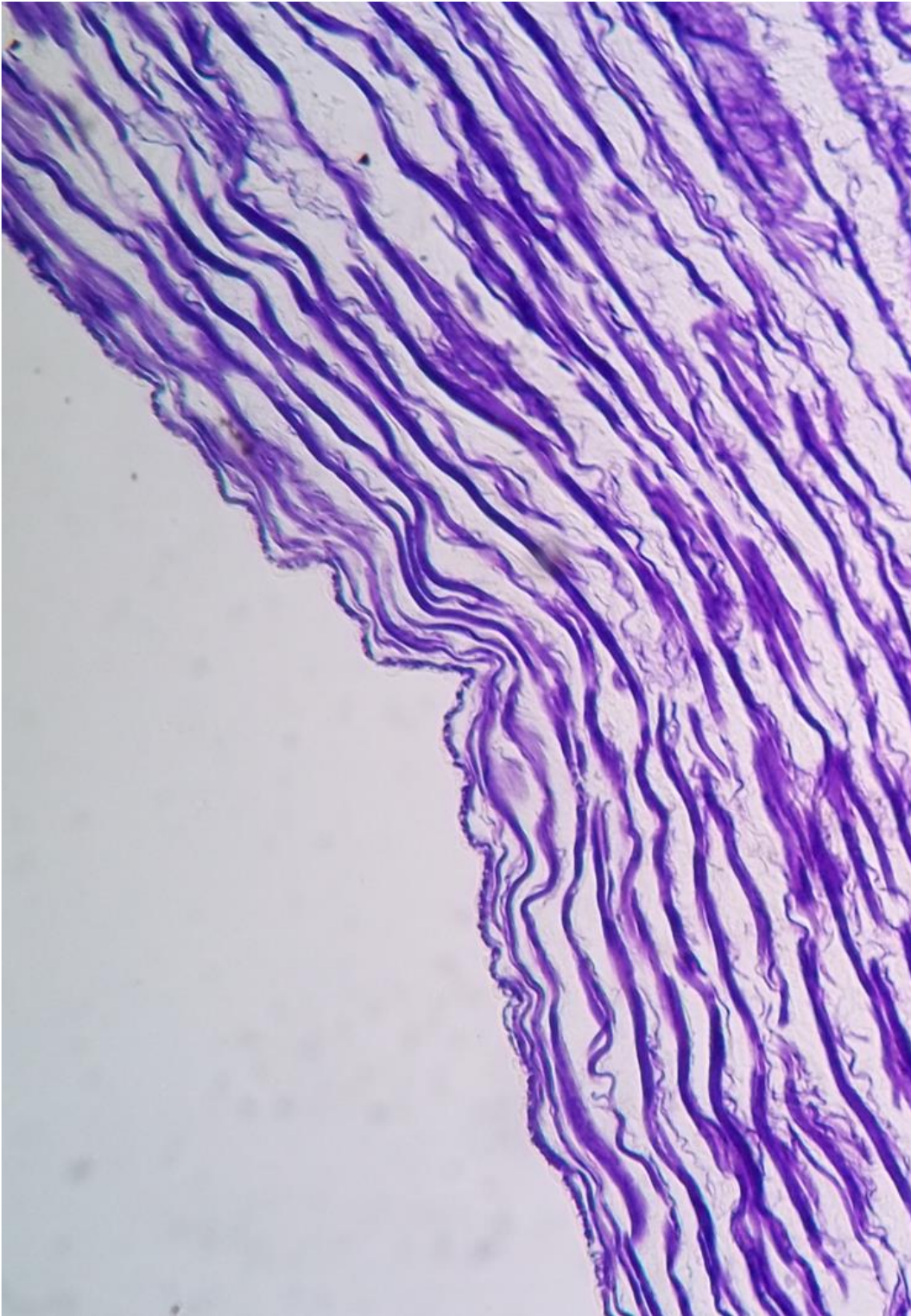
a) **włókna kolagenowe** (klejodajne) i **włókna siateczkowe** (retikulinowe),



b) **włókna sprężyste** (elastyczne).

Zbudowane są z białka nazywanego **elastyną**. Podobnie jak kolagen wykazuje ona **dużą zawartość glicyny i proliny**, ale zawiera niezwykle aminokwasy występujące jedynie w elastynie: **desmozynę i izodesmozynę**. *Duża zawartość hydrofobowych aminokwasów jest przyczyną małej rozpuszczalności elastyny.*

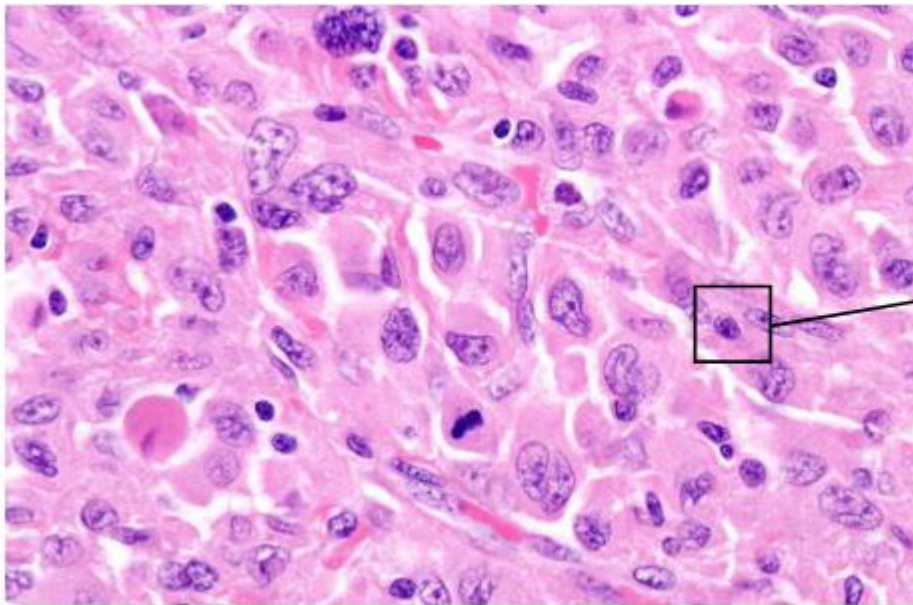
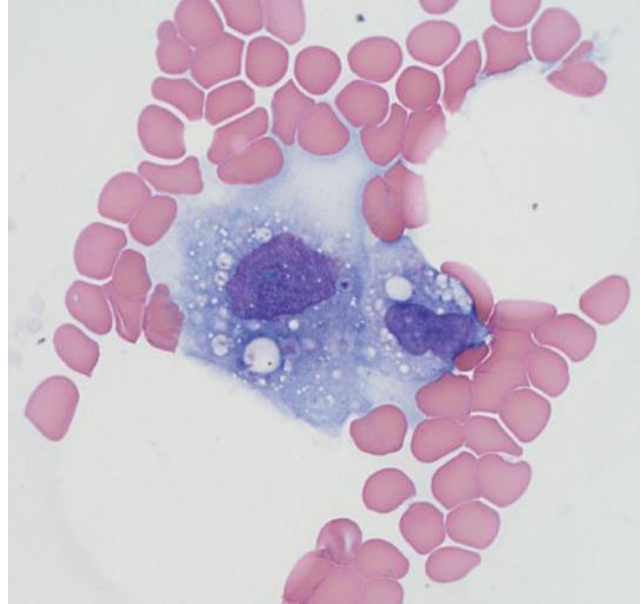
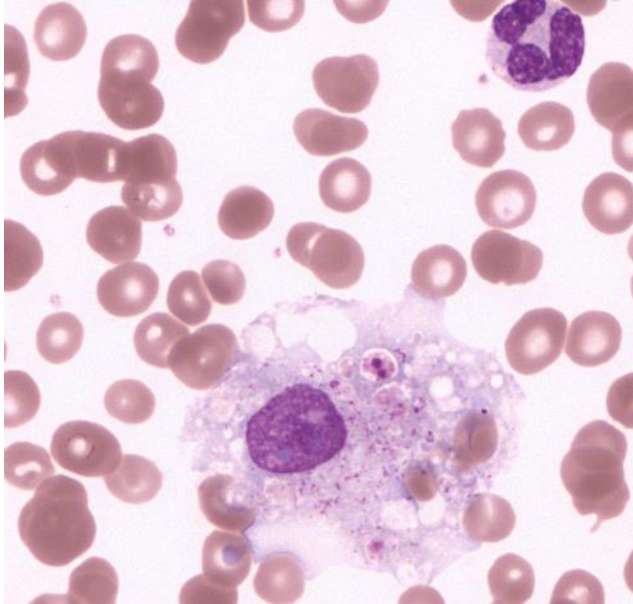




## 2.4 TKANKA ŁĄCZNA WŁĄSCIWA

W tkance łącznej włóknistej luźnej obok fibroblastów występują także: **histiocyty (makrofagi)**, **komórki tłuszczowe**, **komórki plazmatyczne** oraz **pojedyncze komórki tłuszczowe**, oraz napływowe komórki krwi – granuloocyty.

### a) rodzaje komórek - histiocyty,

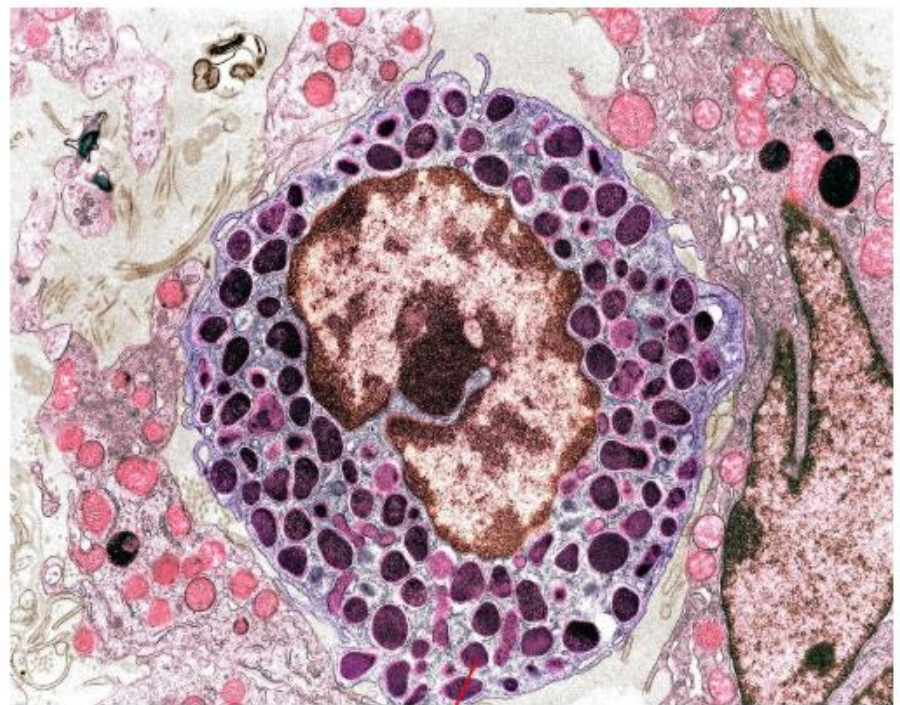


histiocyty

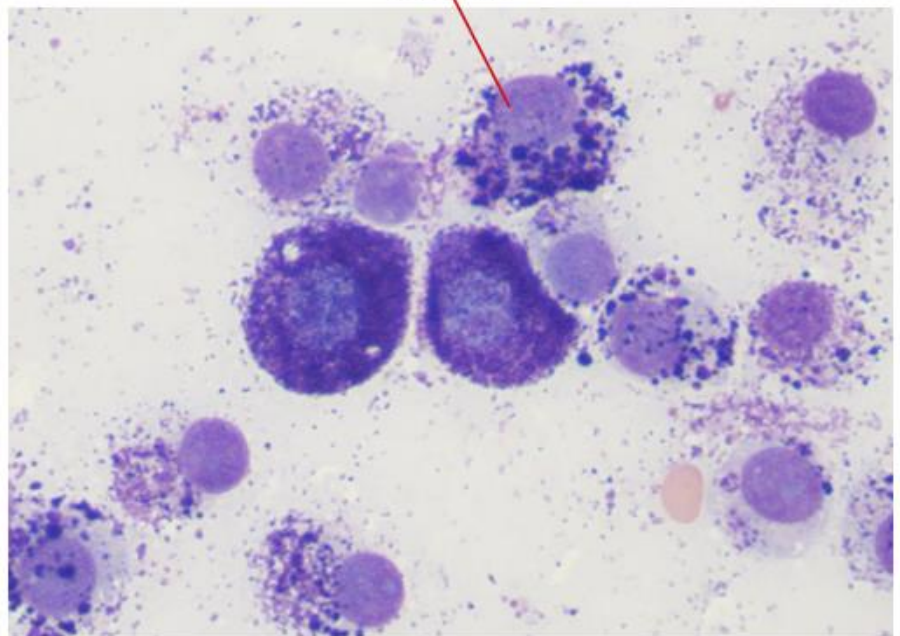
Histiocyty należą do komórek wykazujących zdolność do **fagocytozy** przez co należą do makrofagów i wchodzi do **układu fagocytów jednojądrzastych**. Mają zdolność **przemieszczania się i wydzielania substancji biologicznie czynnych**, oraz **enzymów hydrolitycznych**, w tym *kolagenazy* i *elastazy*. Mogą więc trawić **wewnątrzkomórkowo** (endocytoza) jak i **pozakomórkowo** (przez sekrecję enzymów). Odgrywają ważną rolę w **procesach odpornościowych** w tkance łącznej a przez to i w całym organizmie. Cytologicznie wykazują cechy komórki aktywnej. Powstają w szpiku kostnym z monoblastów. **Histiocytozy** to choroby, których wspólną cechą jest występowanie **nadmiernej liczby histiocyty**.

**- komórki tuczne (mastocyty),**

Owalne komórki zawierające w cytozolu zasadochłonne ziarnistości. Ziarnistości te zawierają **heparynę** (siarczanowy GAG), **histaminę** oraz inne biologicznie czynne substancje. *Heparyna ma właściwości antykoagulacyjne, przeciwdziała krzepnięciu krwi i ma również właściwości lipolityczne.*



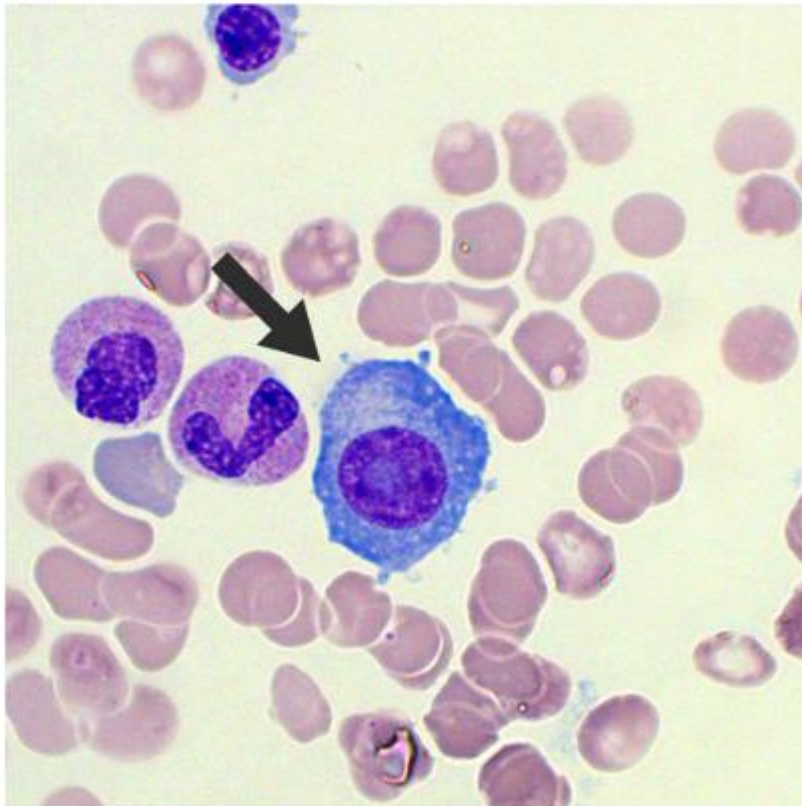
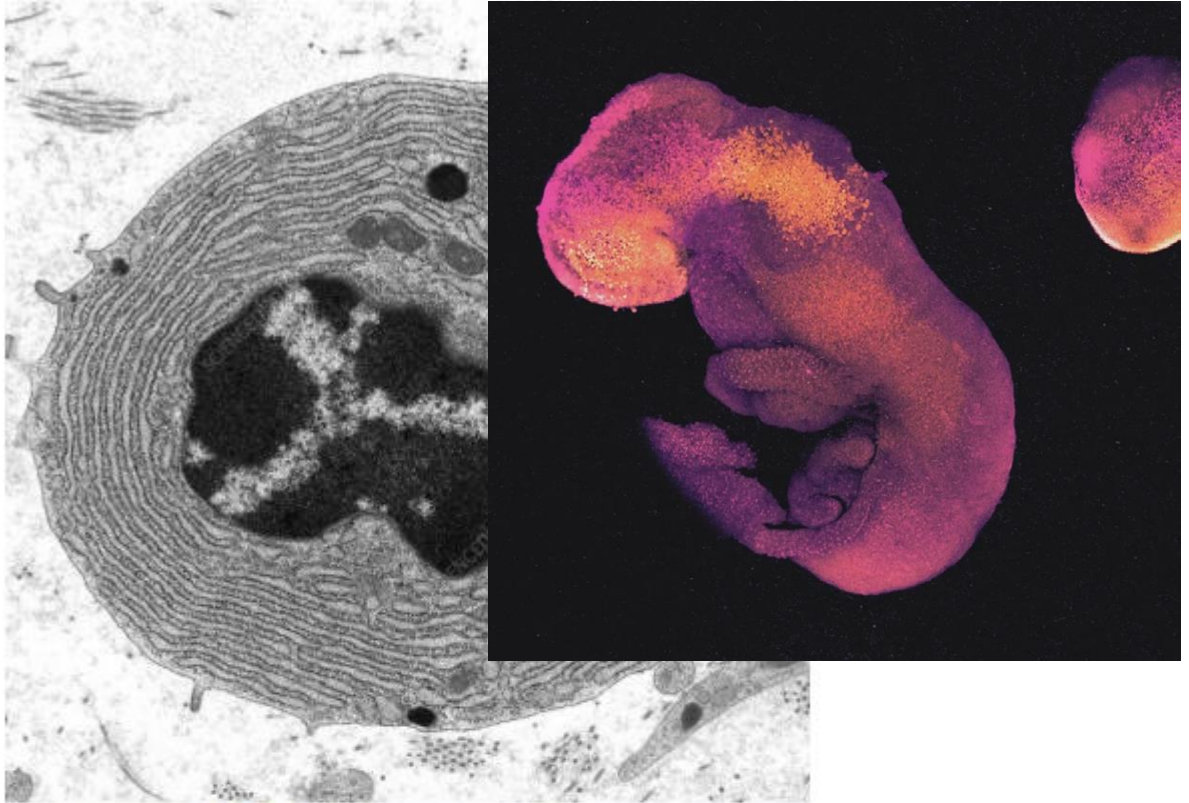
ziarnistości



**- komórki plazmatyczne = plazmocyty,**

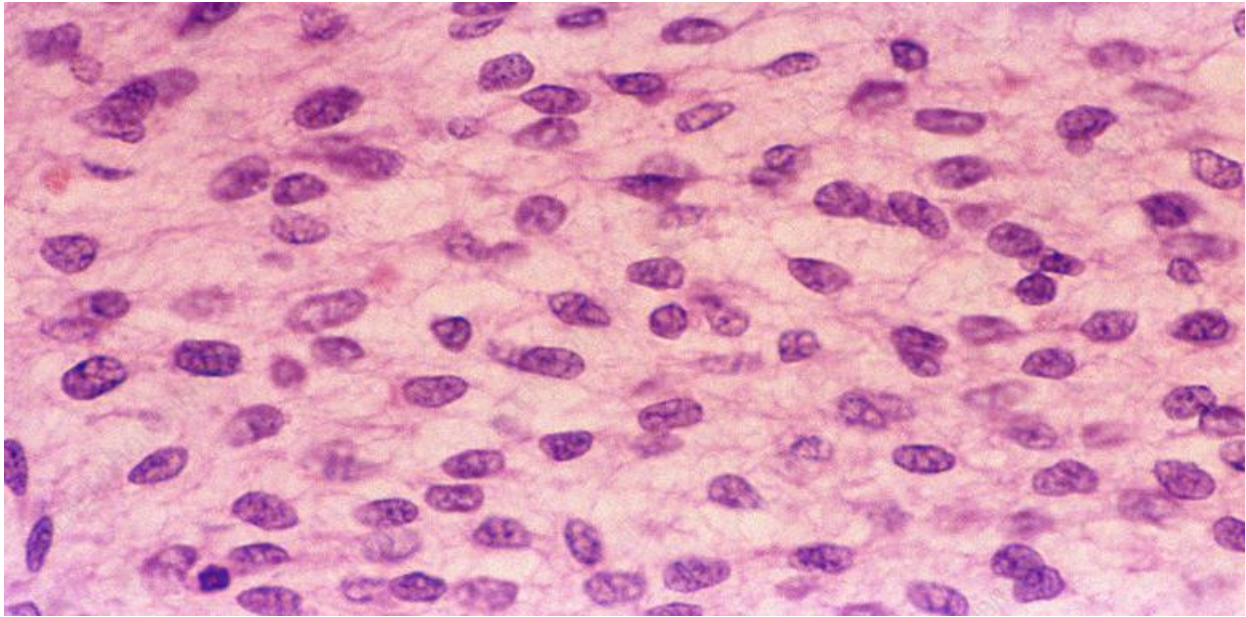
Jest to zwykle komórka owalna, z okrągłym jądrem, o dość zbitej chromatynie, ale znacznie rozbudowanym RER. Powstają drogą **przekształcania się limfocytów B** pod wpływem antygeny. Produkują **przeciwciała**, przy czym zawsze dana komórka produkuje jeden ich rodzaj.

Syntetyzuje glikoproteiny – immunoglobuliny.



**2.4 TKANKA ZARODKOWA (MEZENCHYMA)**

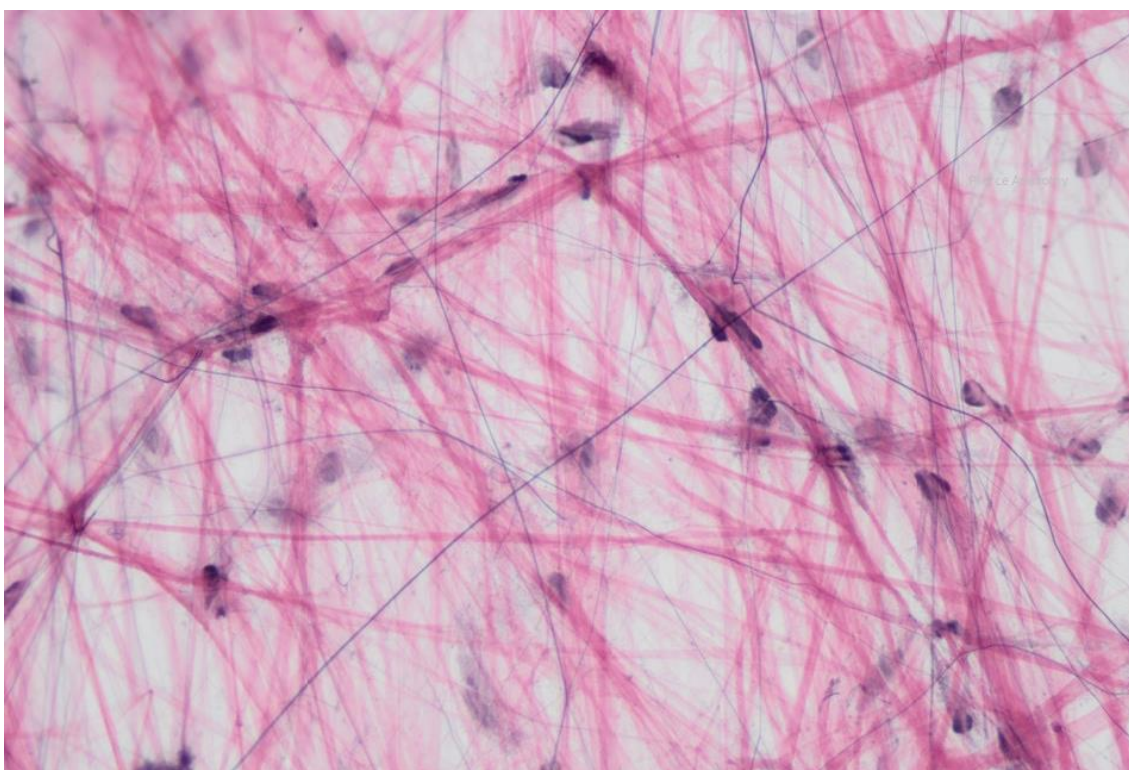
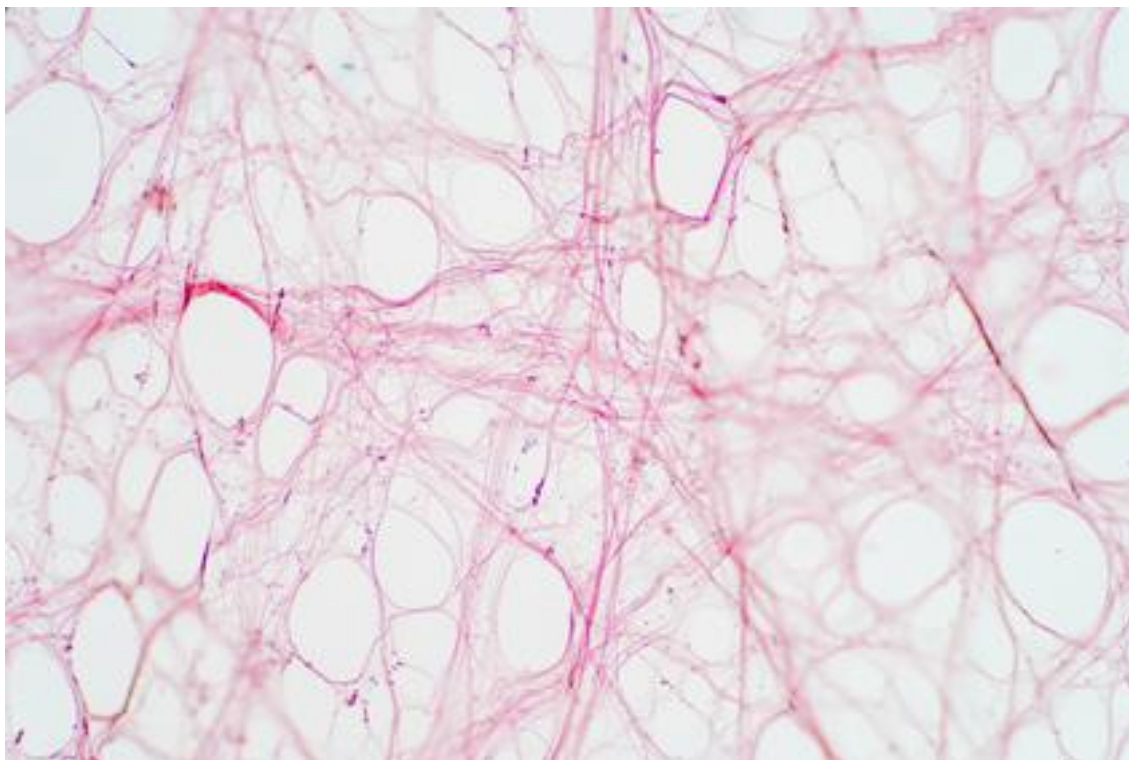
Występuje tylko w **okresie zarodkowym**. Powstają z niej **wszystkie rodzaje tkanek łącznych**. Zawiera gwiaździste komórki mają charakter **totipotencjalny**. Galaretowata substancja podstawowa tkanki łącznej zarodkowej prawie w ogóle nie ma **włókien**.



Mezenchymą nazywana jest też galaretowatą substancja międzykomórkową. **Jej funkcjonalnym odpowiednikiem jest mezoglea pozostałych parzydełkowców i mezohyl gąbek.**

## 2.5 TKANKA ŁĄCZNA WŁAŚCIWA SIATECZKOWATA

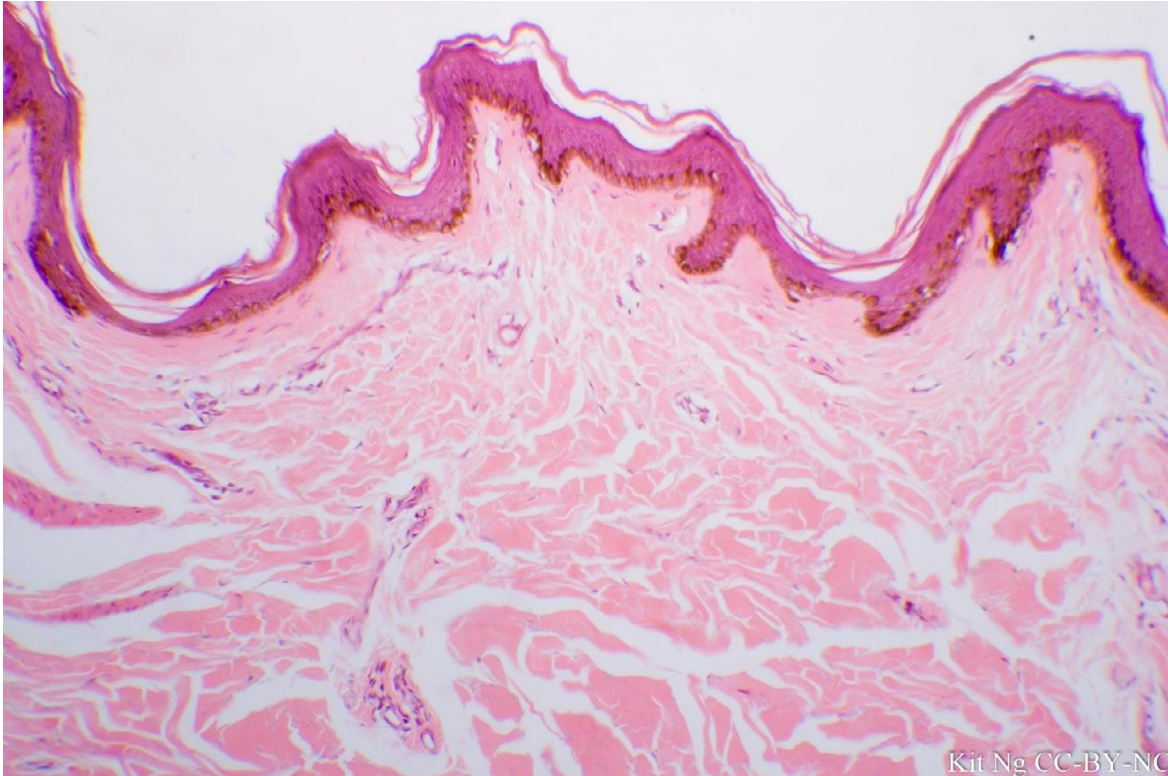
Tworzą ją **komórki rozgałęzione**, łączące się wypustkami, wzmocnione leżącymi na nich **włóknami siateczkowatymi**. Ma więc postać luźnego, gąbczastego układu komórek. Stanowi zrąb tkanki krwiotwórczej, narządów chłonnych, błony śluzowej żołądka i jelit, przy czym jest zróżnicowana zależnie od lokalizacji.



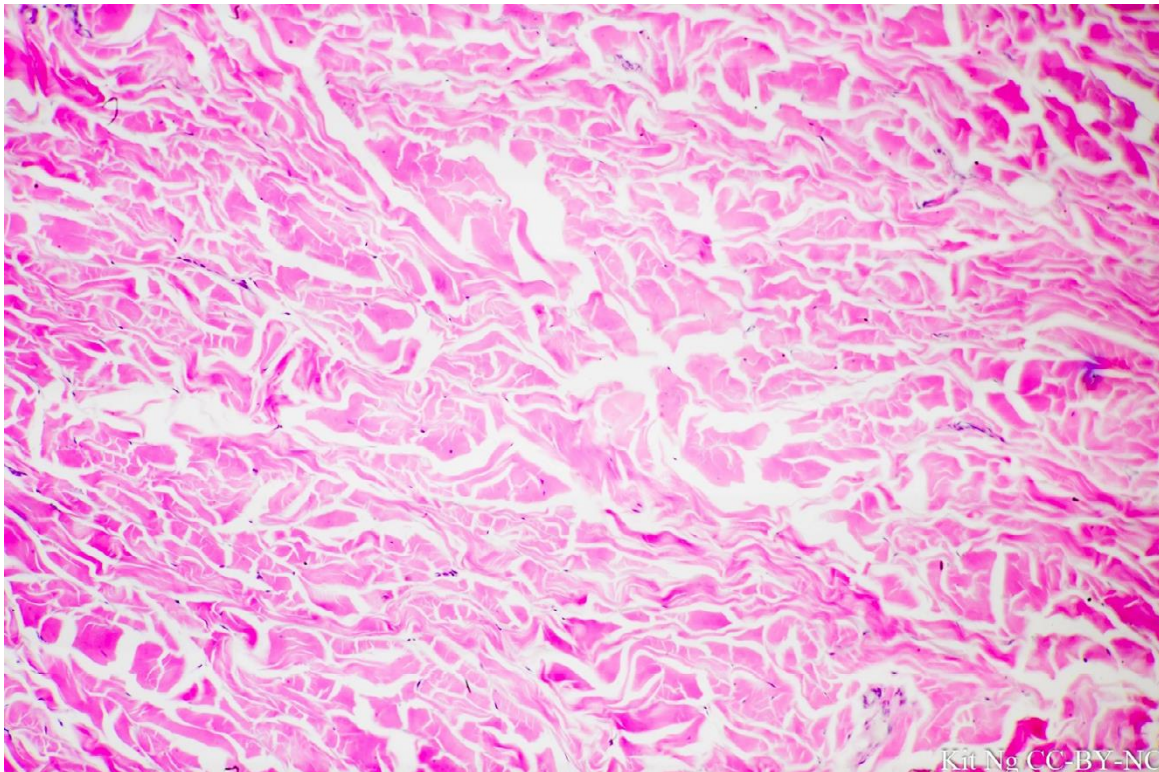
## 2.6 TKANKA ŁĄCZNA WŁAŚCIWA WŁÓKNISTA

Charakteryzuje się znaczną ilością w substancji międzykomórkowej włókien, kolagenowych w **zbitej nieregularnej** oraz kolagenowych lub sprężystych w tkance **zbitej regularnej**.

a) **tkanka zbita nieregularna (luźna)** charakteryzuje się **nieregularnym**, różnokierunkowym układem włókien. Występuje w *skórze i torebkach różnych narządów*.

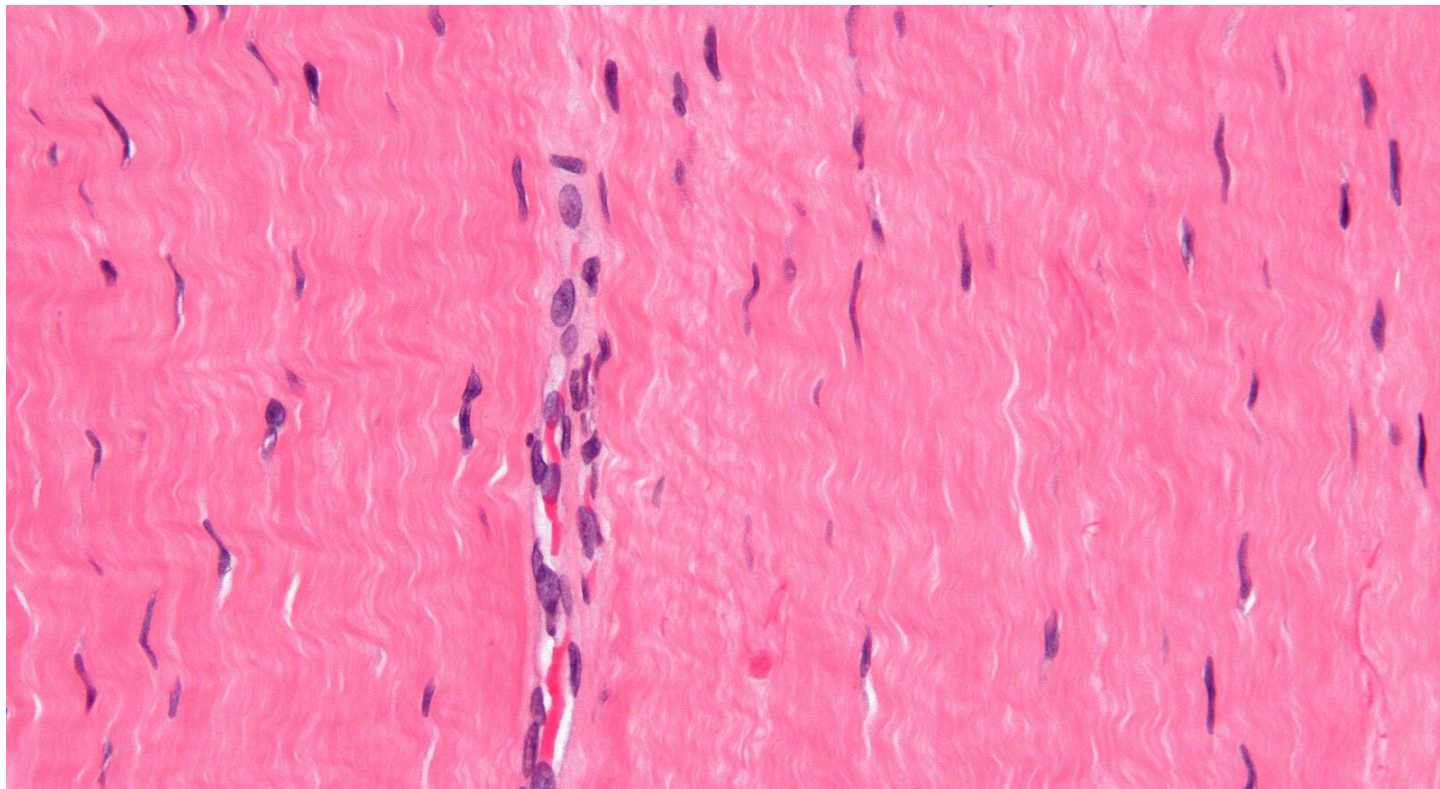


Kit Ng CC-BY-NC



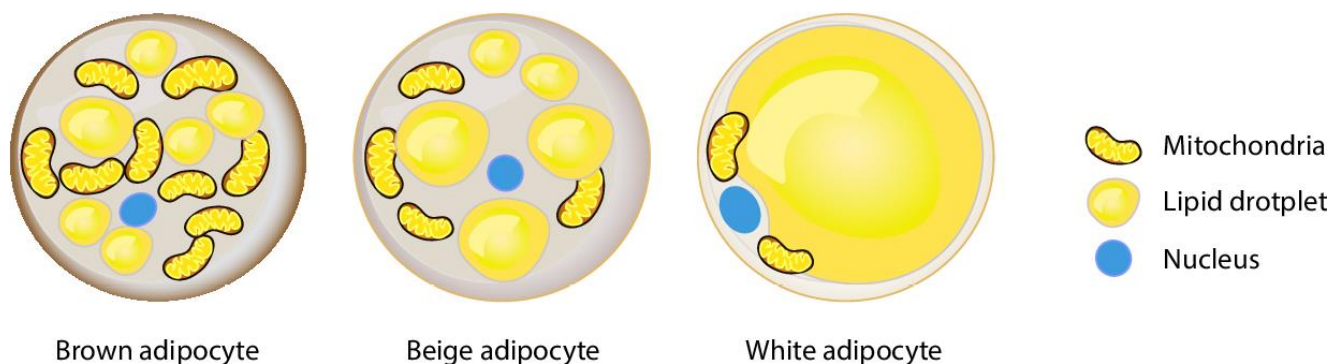
Kit Ng CC-BY-NC

b) **tkanka zbita regularna (zbita)** – to uporządkowany, **regularny** układ włókien kolagenowych np. **ścięgna** oraz sprężystych np. **więzadło karkowe**. Układ włókien uwarunkowany jest kierunkiem (stałym) działania sił, w **ścięgnie na linii między przyczepem kostnym a mięś niowym**.

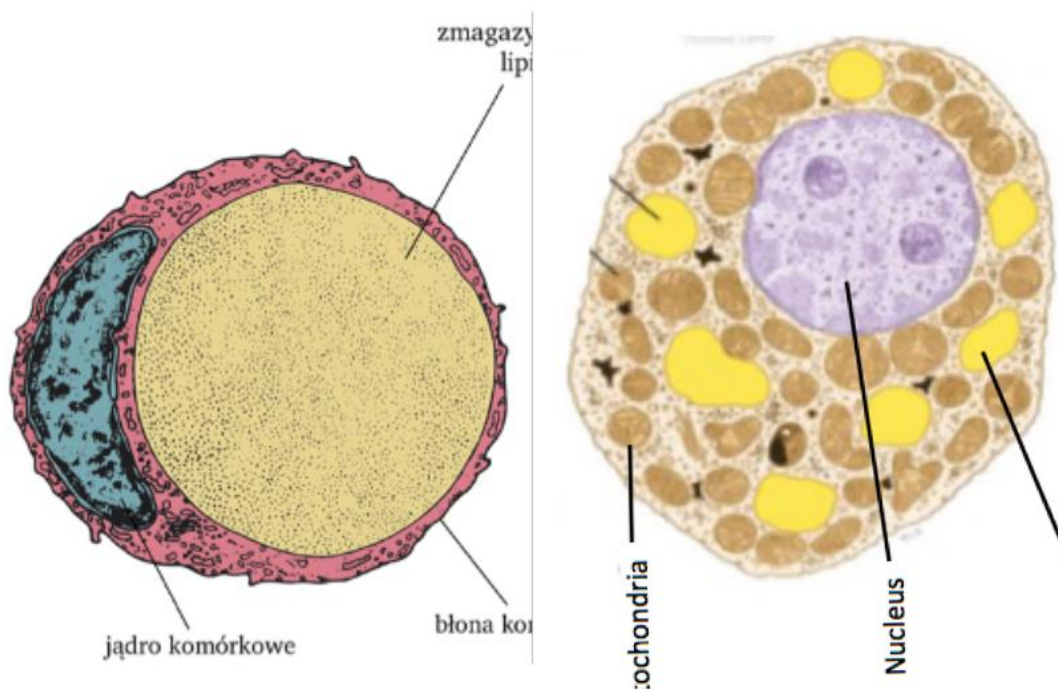


## 2.7 TKANKA ŁĄCZNA WŁAŚCIWA – TŁUSZCZOWA

Komórki tłuszczowe wywodzą się z **mezenchymy** poprzez stadium **lipoblastów**. *Uważa się, że ostateczna liczba komórek tłuszczowych ustala się w okresie poporodowym, ponieważ później komórki tłuszczowe nie dzielą się.*



Wyróżniamy tkankę tłuszczową **żółtą i brunatną**. W organizmie człowieka występuje głównie żółta, brunatna jedynie w okresie noworodkowym.



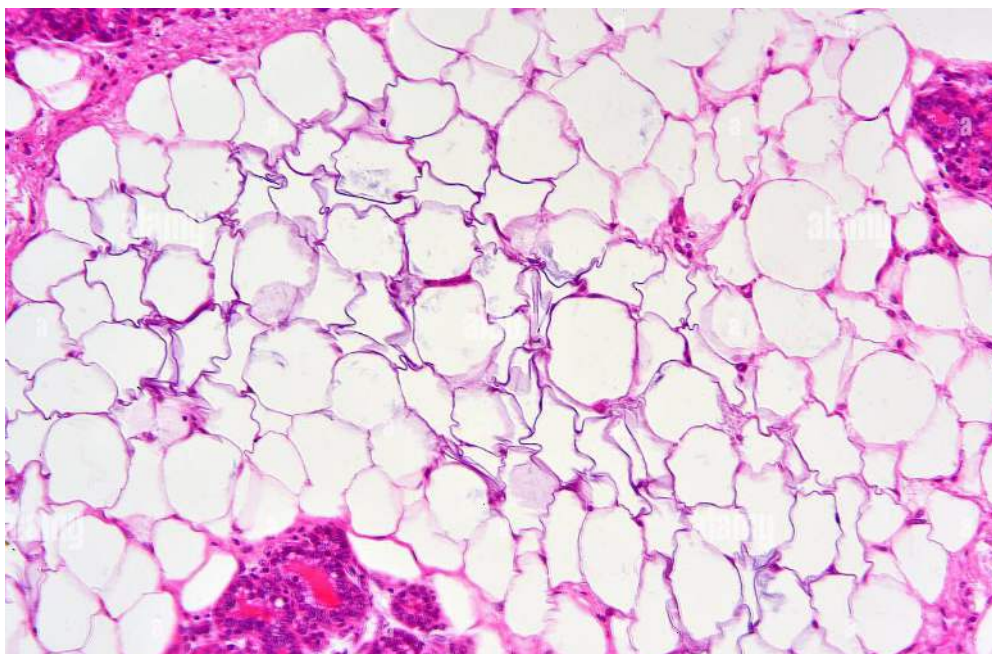
### a) tkanka tłuszczowa żółtej

Jej komórki zawierają lipidy, głównie trójglicerydy, powstającej w procesie **lipogenezy** z substratów jakimi są kwasy tłuszczowe i glicerol. Jądro komórkowe najczęściej znajduje się z boku i jest spłaszczone a cytozol zawiera dość **dużo mitochondriów**.

Komórki ułożone obok siebie otoczone są siateczką głównie włókien siateczkowych. Wnika do niej **dużo naczyń** na których kończą się włókna nerwowe **układu współczulnego**.

### MATURA

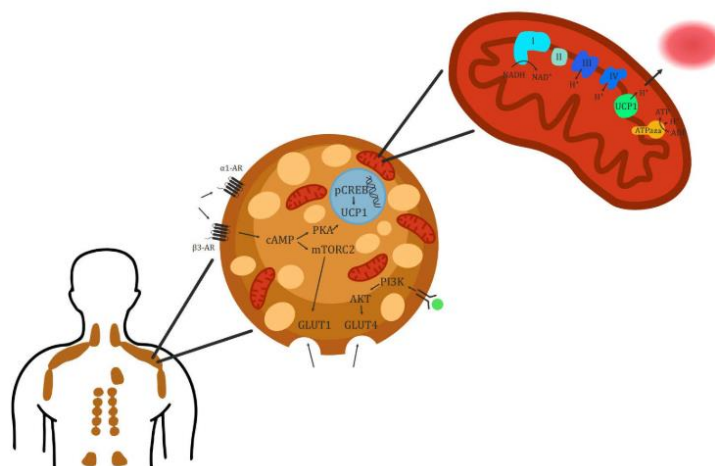
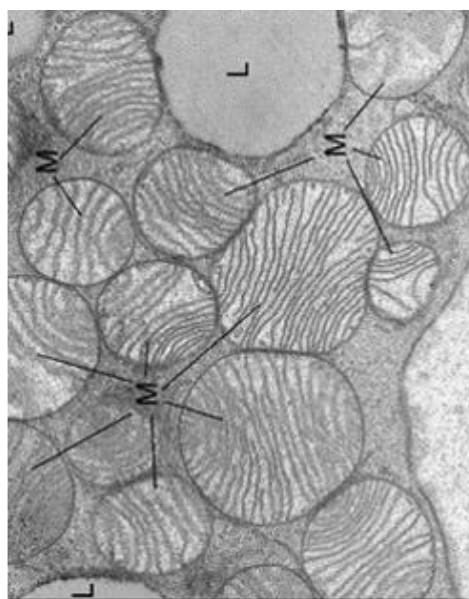
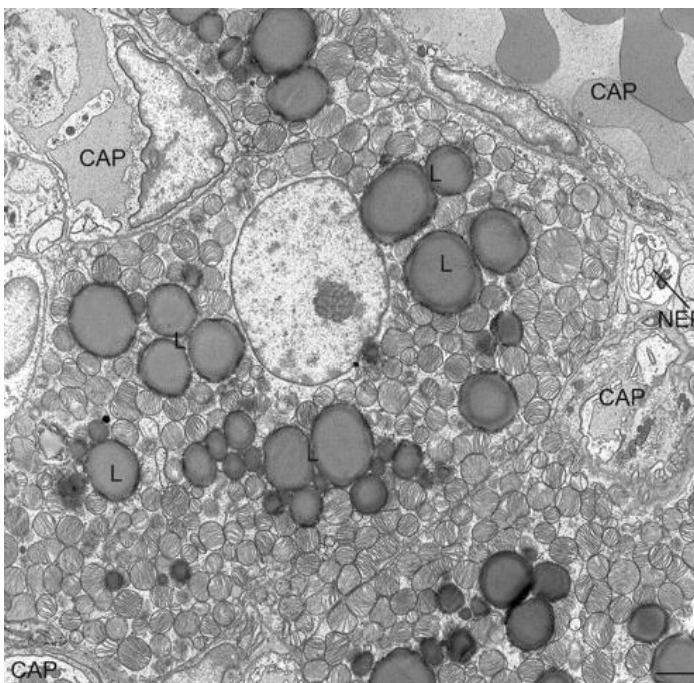
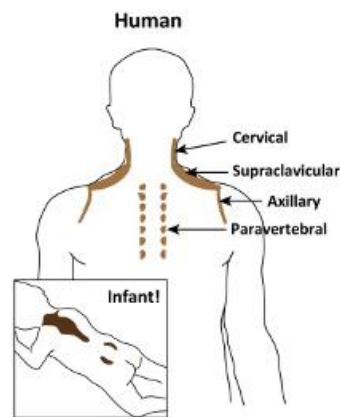
Tkanka tłuszczowa żółta opowiada za **TERMOIZOLACJE**.

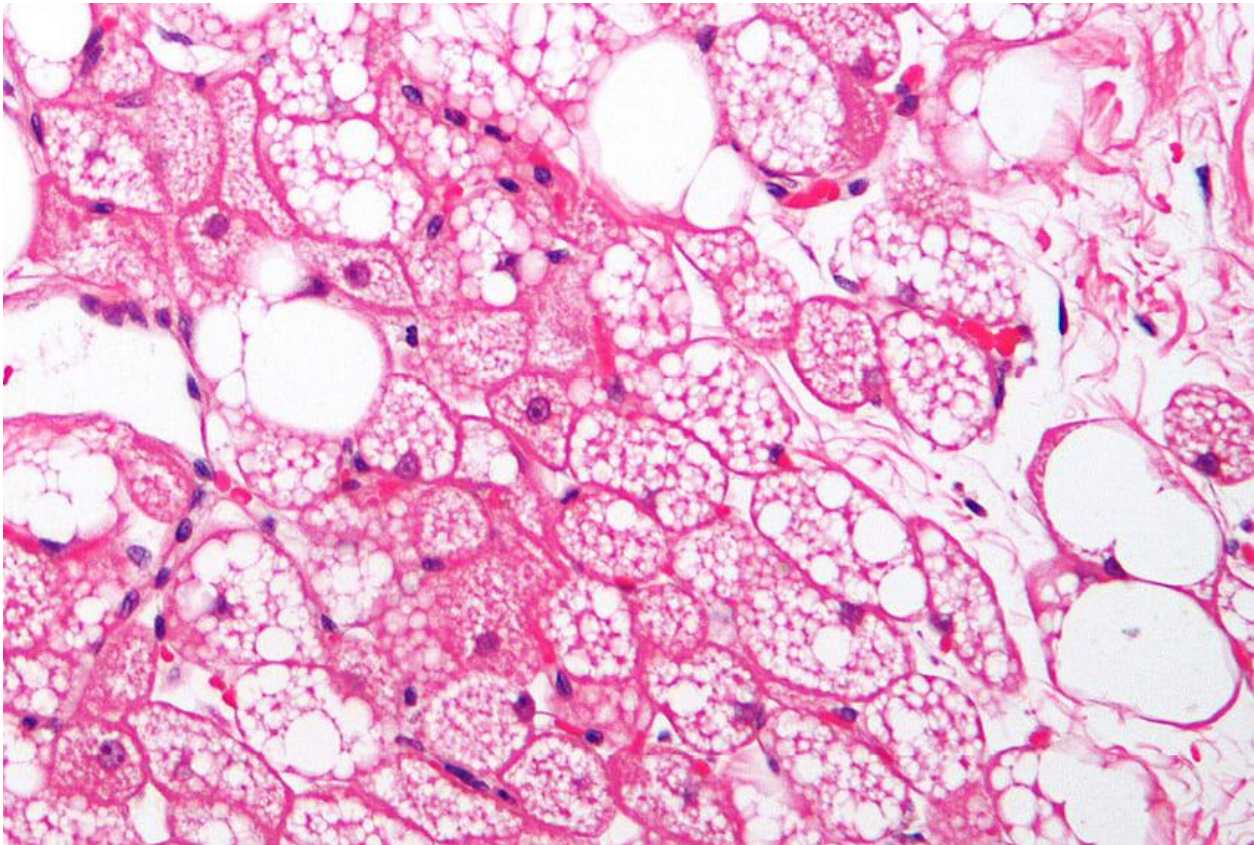
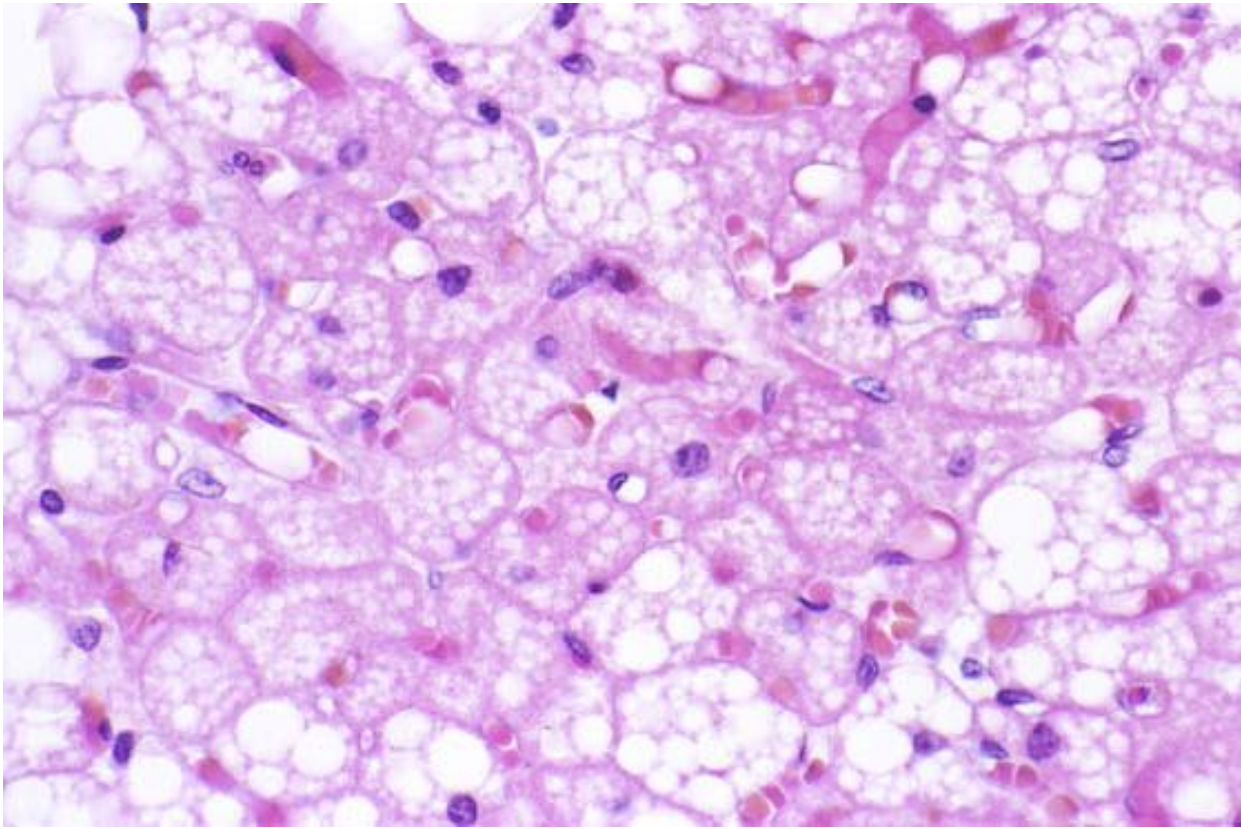


## b) tkanka tłuszczowa brunatna

U człowieka występuje głównie w **okresie poporodowym**, w kilku okolicach ciała – szyja, dolna część jamy brzusznej. Komórki tej tkanki zawierają tłuszcz. **Jądro znajduje się w centrum komórki**, cytozol zawiera **dużo mitochondriów**. Tkanka tłuszczowa brunatna jest silnie unaczyniona oraz unerwiona przez włókna układu współczulnego. **Ma zdolność do ogrzewania przepływającej przez nią krwi, co ma znaczenie w okresie noworodkowym** (rozkojarzenie oksydacyjnej fosforylacji, zamiast ATP – ciepło).

**MATURA**  
Tkanka tłuszczowa żółta opowiada za **TERMOREGULACJE**.





## 2.8 TKANKA ŁĄCZNA WŁĄSCIWA PODPOROWA

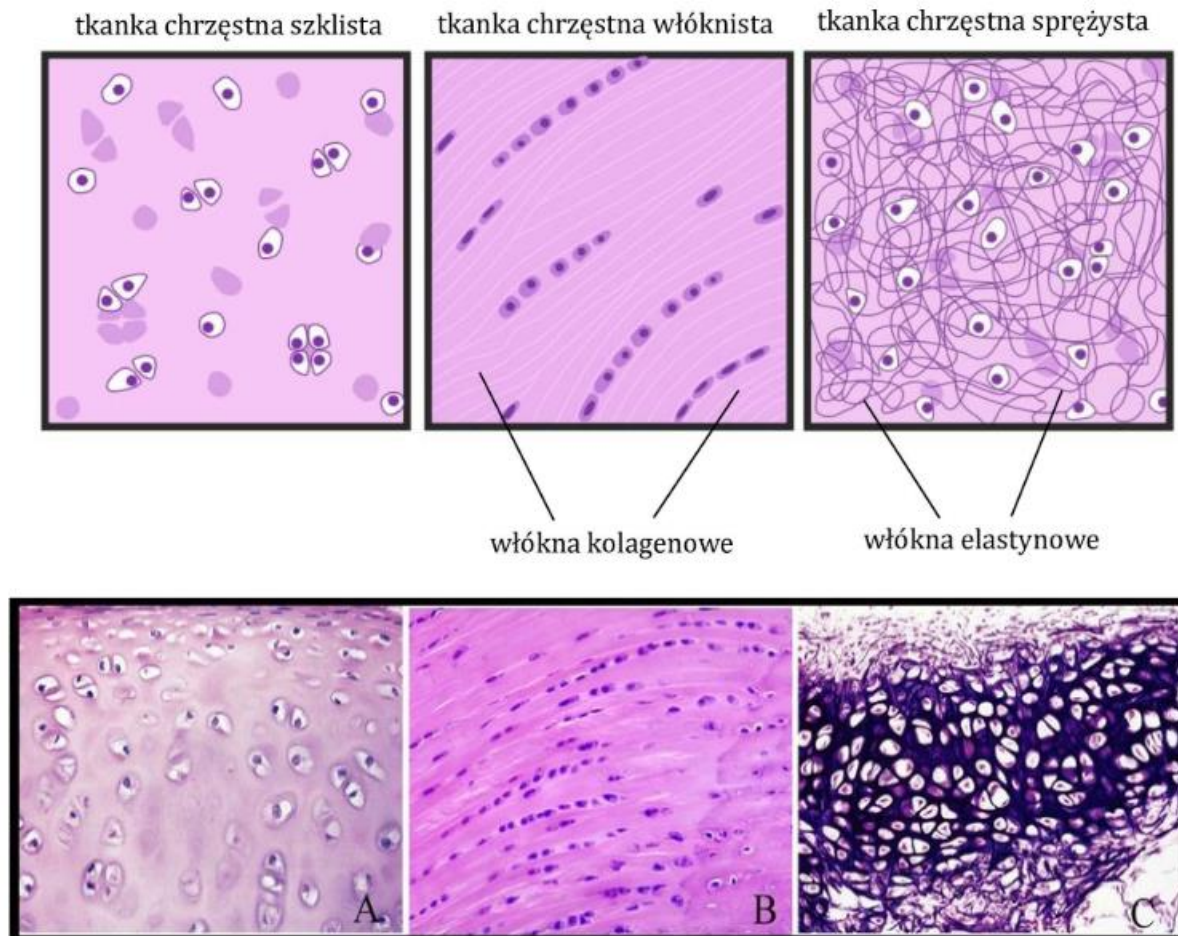
### 2.8.1 TKANKA CHRZĘSTNA

Tkankę tą charakteryzuje twardość przy pewnej, nieraz wyraźnej sprężystości.

Odgrywa istotną rolę w rozwoju kości, a w organizmie dojrzałym **stanowi podporę dla tkanek miękkich, łączy część ci szkieletu, pokrywa powierzchnie stawowe**. Chrzążki z wyjątkiem tych, które pokrywają powierzchnie stawowe oraz chrząstki włóknistej, otoczone są przez **ochrzęstną**. Jest to błona zbudowana z tkanki łącznej zbitej, zawierająca na granicy z chrząstką sieć naczyń oraz komórki, które mogą różnicować się w komórki chrzęstne.

Wyróżniamy trzy rodzaje chrząstek:

- szklistą,
- sprężystą,
- włóknistą.



### a) chrząstka szklista,

Najczęściej występująca tkanka chrzęstna. W okresie płodowym tworzy **modele chrzęstne przyszłych kości**, a w okresie wzrostu organizmu **płytki nasadowe**, warunkujące *wzrost kości na długość*. Substancja międzykomórkowa zawiera włókna kolagenowe.

Znajduje się w:

- **ścianie górnych dróg oddechowych** oraz **oskrzeli**, tworzy chrzęstną część ci **żeber**, pokrywa powierzchnie stawowe.

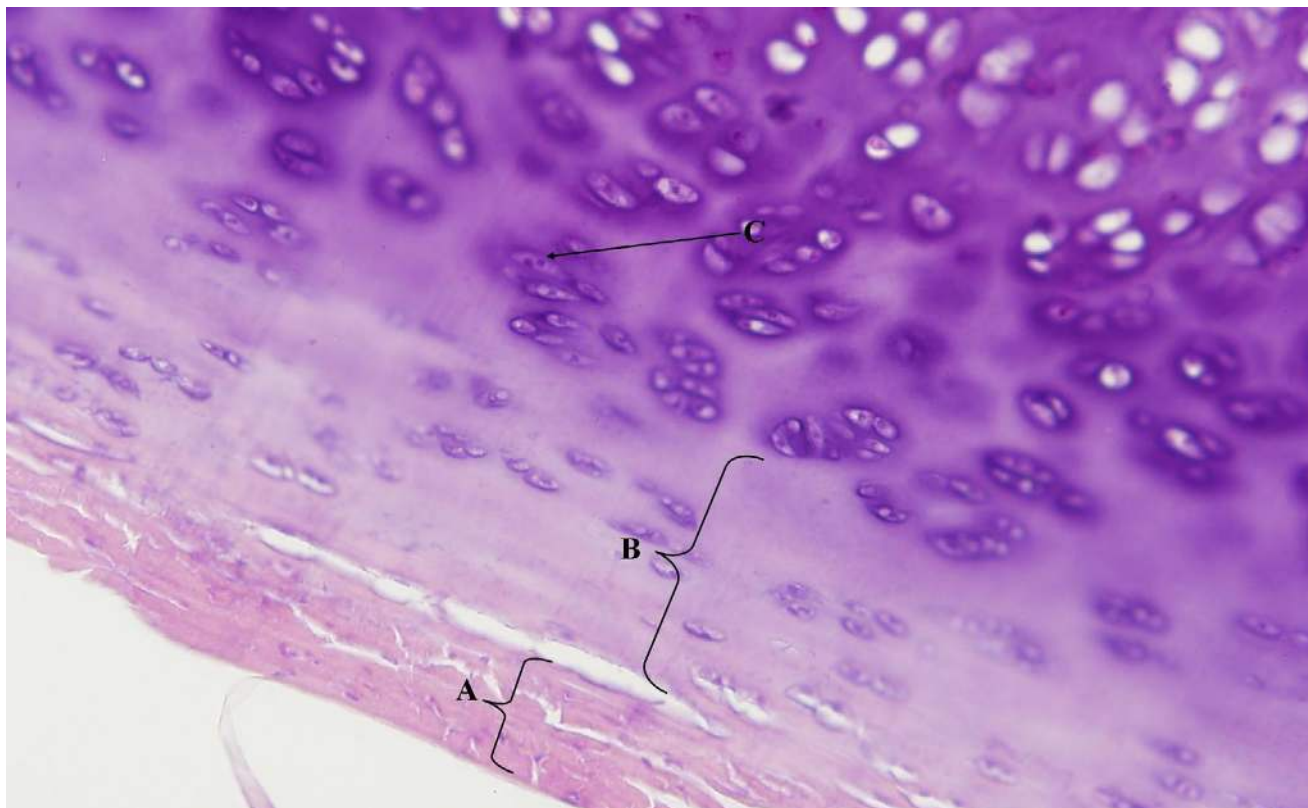
#### MNEMOTECHNIKA

Tkanka chrzęstna szklista jest jak sernik rosa z rodzynkami.

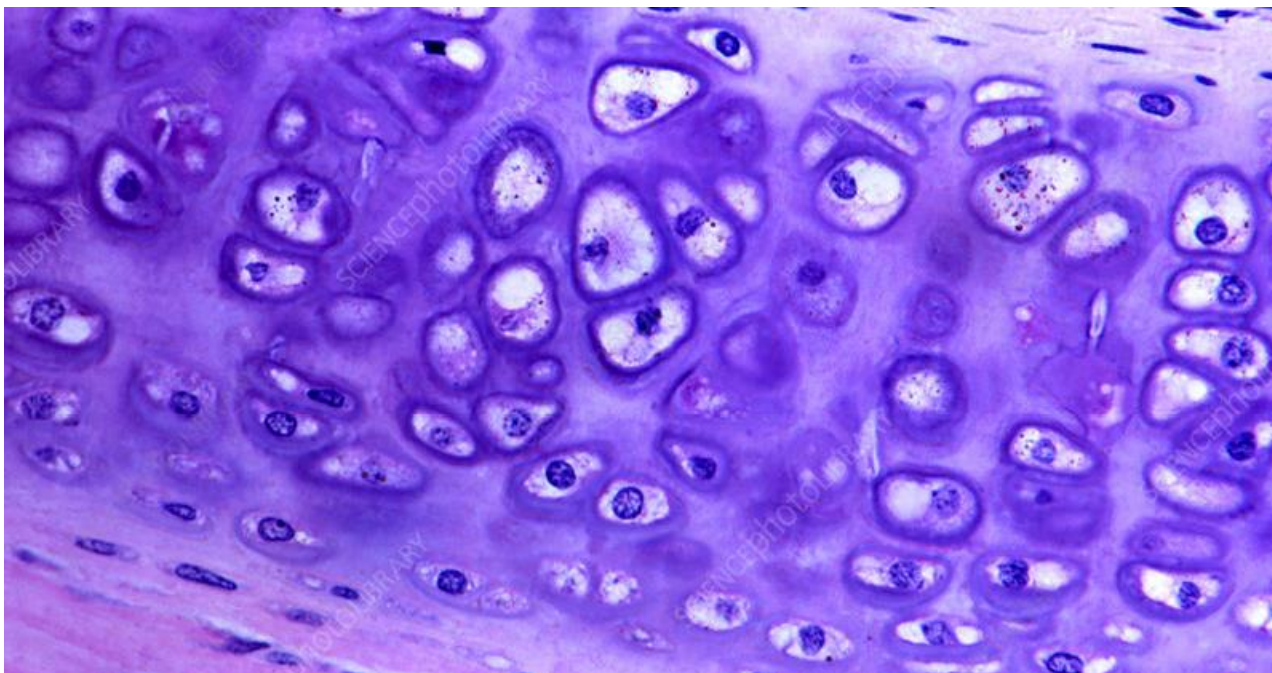
rodzynki = **chondrocyty**

**jamki po rodzynkach** = jamki po chondrocytach -

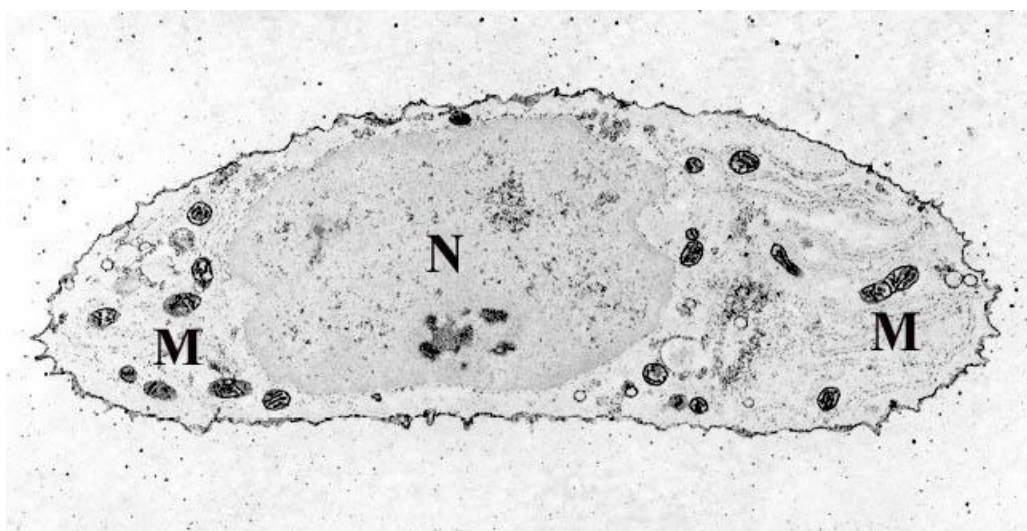
„ROSA” = szklista



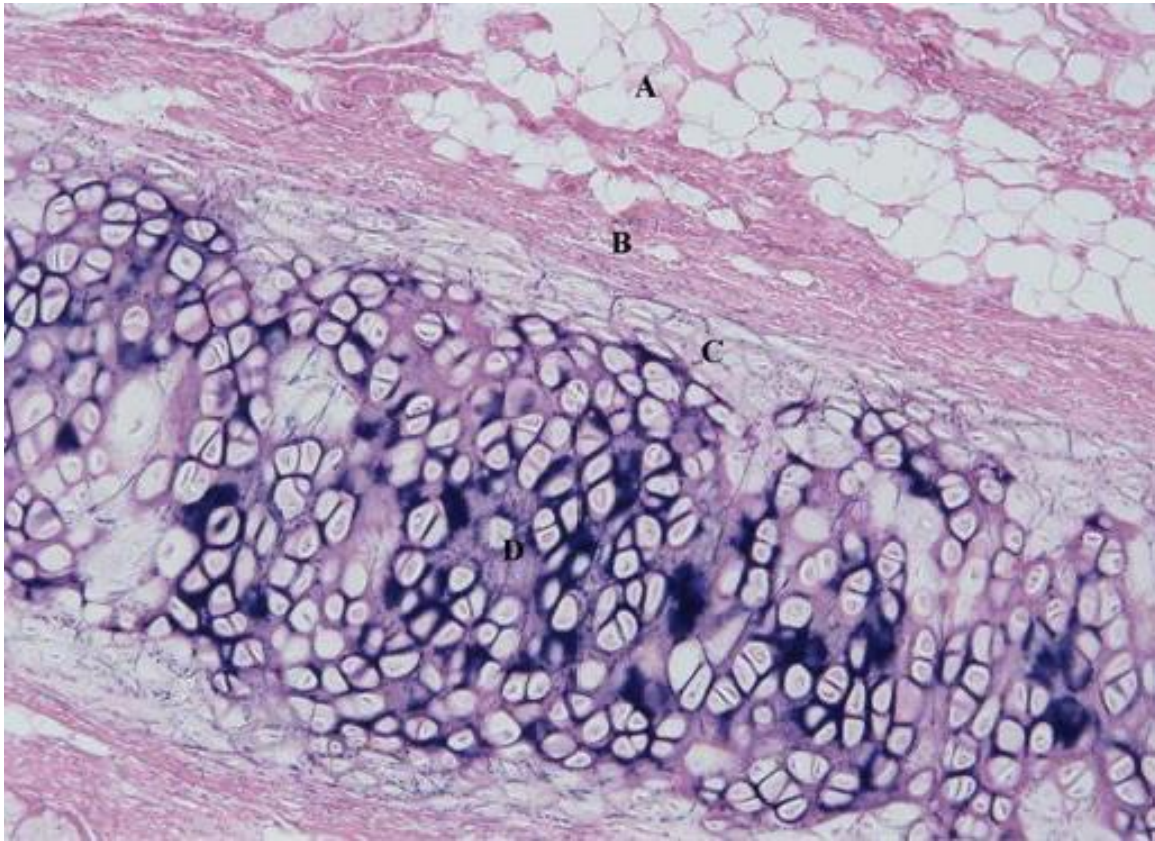
Włókna związane są z agregatami proteoglikanów. W substancji podstawowej występuje również glikoproteid – **chondronektyna**. Wewnątrz chrząstki, otoczone przez substancję międzykomórkową znajdują się, **komórki chrzęstne – chondrocyty**. Występują one pojedynczo lub po 2-3 w **jamkach chrzęstnych**. Ściankę takiej jamki, a więc bezpośrednie otoczenie komórki tworzy tzw. **torebka chrzęstna**, nie zawierająca włókien.



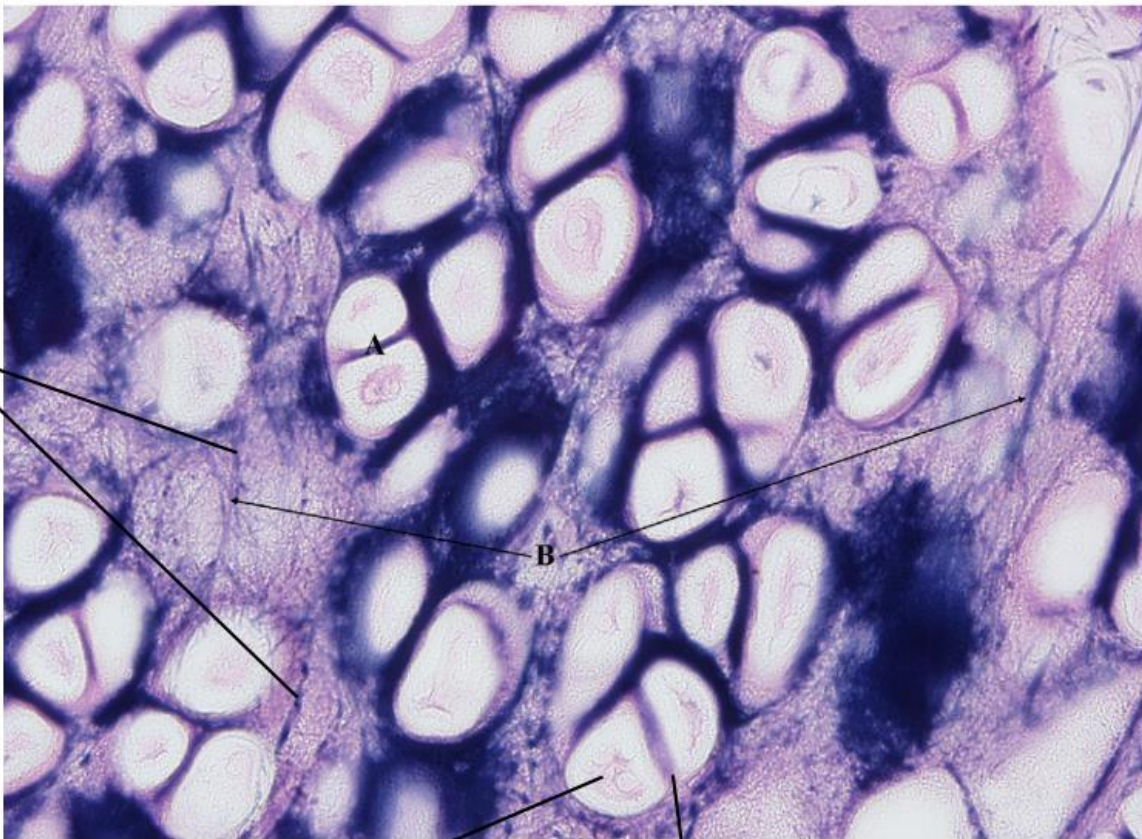
**Komórki chrzęstne (chondrocyty)** – produkują składniki substancji międzykomórkowej. Wykazują cechy komórki wydzielniczej, ponieważ mają rozbudowaną siateczkę śródplazmatyczną szorstką i aparat Golgiego. Komórki chrzęstne mogą się dzielić. Pochodzą one z niezróżnicowanych komórek zawartych w ochrzęstnej, które poprzez stadium **komórki chrzęstnotwórczej (chondroblastu)** przekształcają się w komórki chrzęstne. Wewnątrz chrząstek **nie ma naczyń**, a jedynie w **ochrzęstnej znajduje się sieć naczyń, które umożliwiają odżywianie i wymianę gazową komórkom za pośrednictwem substancji międzykomórkowej**. Chrząstka ma bardzo ograniczone możliwości regeneracji, a procesy degeneracyjne objawiają się uwapnieniem substancji międzykomórkowej.







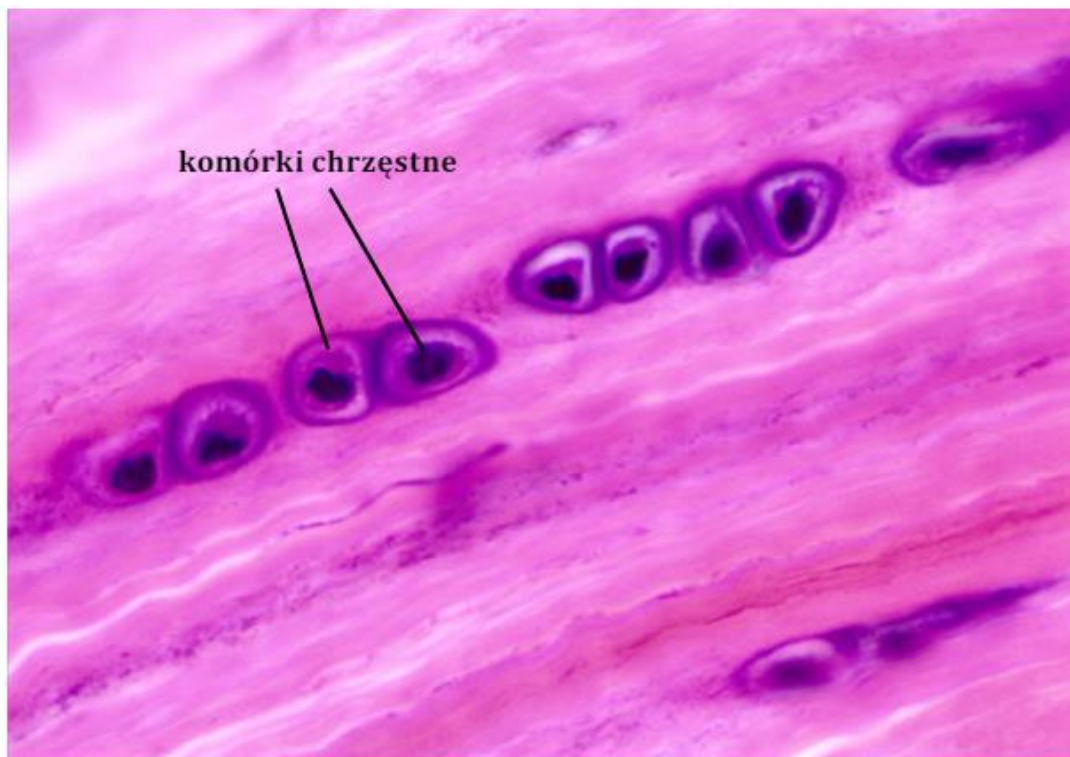
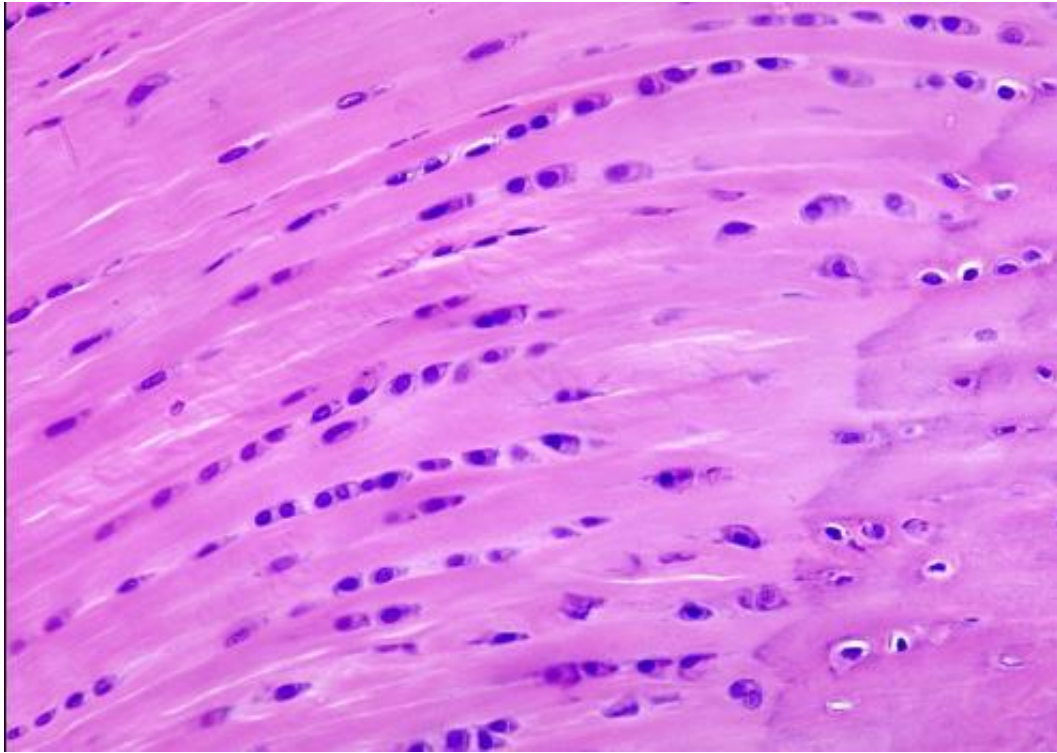
włókna kolagenowe



chondrocyt

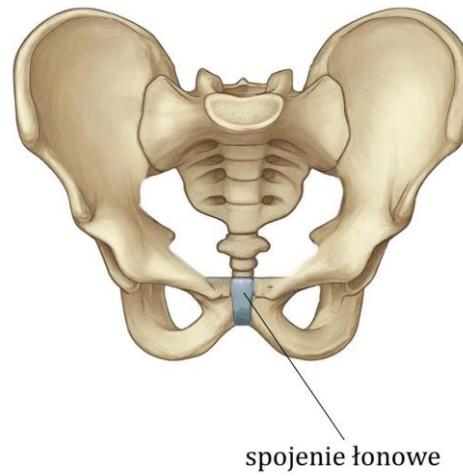
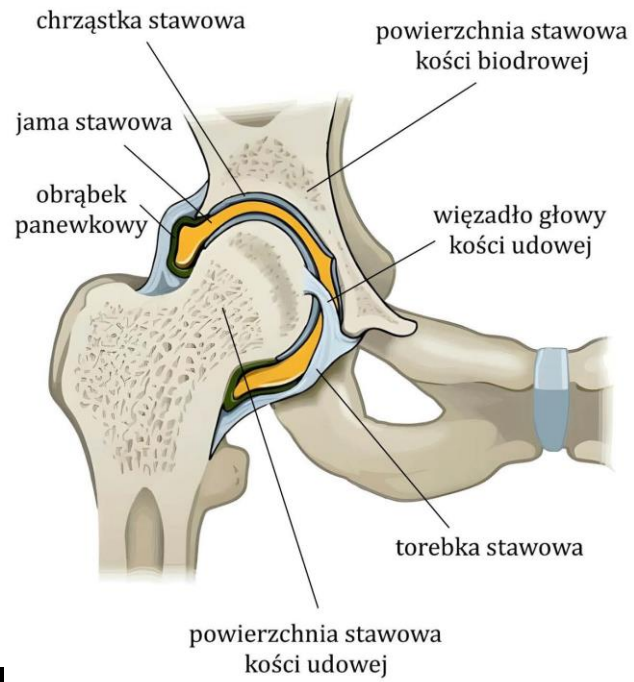
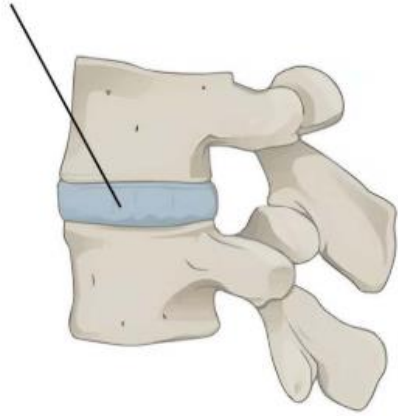
jamka chrzęstna

c) **chrząstka włóknista** – zawiera włókna (grube) kolagenowe zbudowane z kolagenu typu I, przez co jest oporna na rozerwanie. Włókna ułożone są w pasma, a **komórki chrzęstne są stosunkowo nieliczne**.



Tworzy **krażki międzykręgowe**, występuje w **spojeniu łonowym**, w **łękotkach** oraz **miejscu przyczepu więzadła głowy kości udowej**.

krażek międzykręgowy



## 2.8.2 TKANKA KOSTNA

**Kości** wyróżnia spośród innych tkanek łącznych **twardość i wytrzymałość**, co zawdzięczają strukturze substancji międzykomórkowej (ma sole nieorganiczne).

**Kości umożliwiają:**

- **utrzymanie kształtu ciała**,
- **ochraniają narządy** zawarte w jamie czaszki, klatce piersiowej i miednicy,
- stanowią miejsce dla obudowy szpiku,
- przenoszą siłę skurczu mięśni z jednej części ciała na drugą,
- **uczestniczą w regulacji stężenia jonów w płynach tkankowych**, szczególnie wapnia.



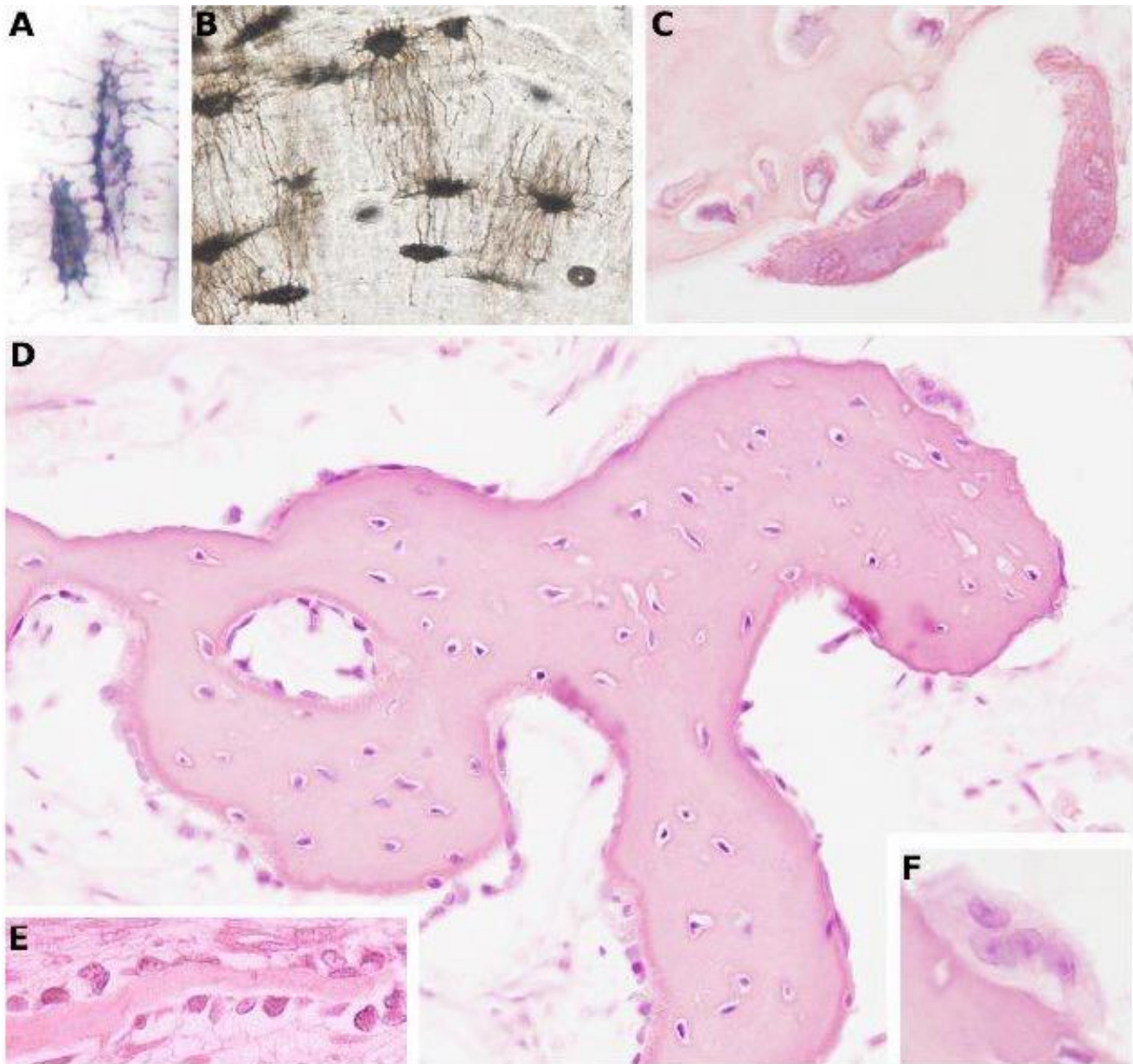
Wyróżniamy dwa rodzaje kości:

a) **zbitą**,

b) **gąbczastą**.

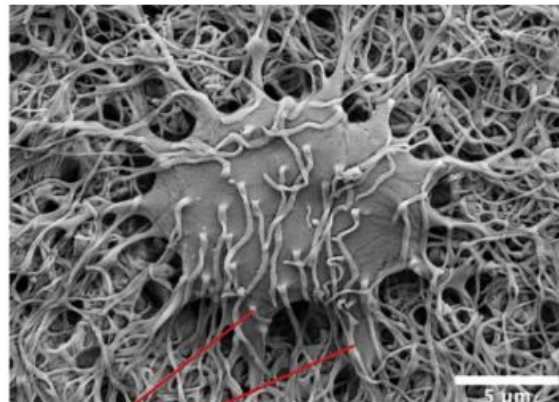
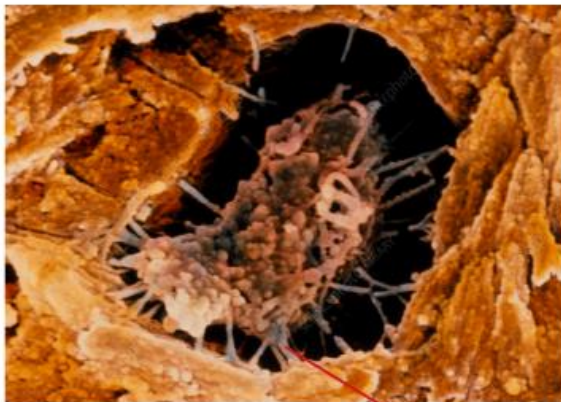
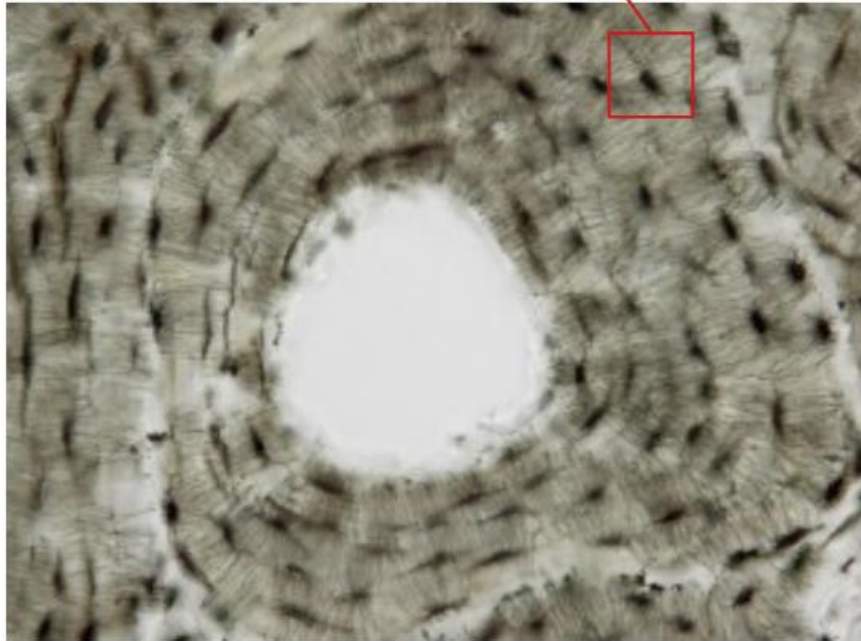
Nazwa oddaje ich strukturalny charakter. Różnią się w związku z tym zawartością tkanek miękkich, w tym szpiku. Zbita zawiera jedynie 10% tkanek miękkich, a gąbczasta 75%. **Główną masę kości stanowi kość zbita (około 80%)**, która tworzy ścianę zewnętrzną kości, a znajdująca się wewnątrz kości, głównie w nasadach kości długich, **kość gąbczasta tylko 20%**. Podstawowym składnikiem strukturalnym kości dojrzałej, zarówno zbitej jak i gąbczastej jest **blaszka kostna**. **Zbudowana jest z równolegle ułożonych włókien kolagenowych** (kolagen typu I) występujących w substancji podstawowej. **Pomiędzy blaszkami**, a nieraz wewnątrz nich znajdują się **jamki kostne**, w których zlokalizowane są komórki kostne – **osteocyty**.



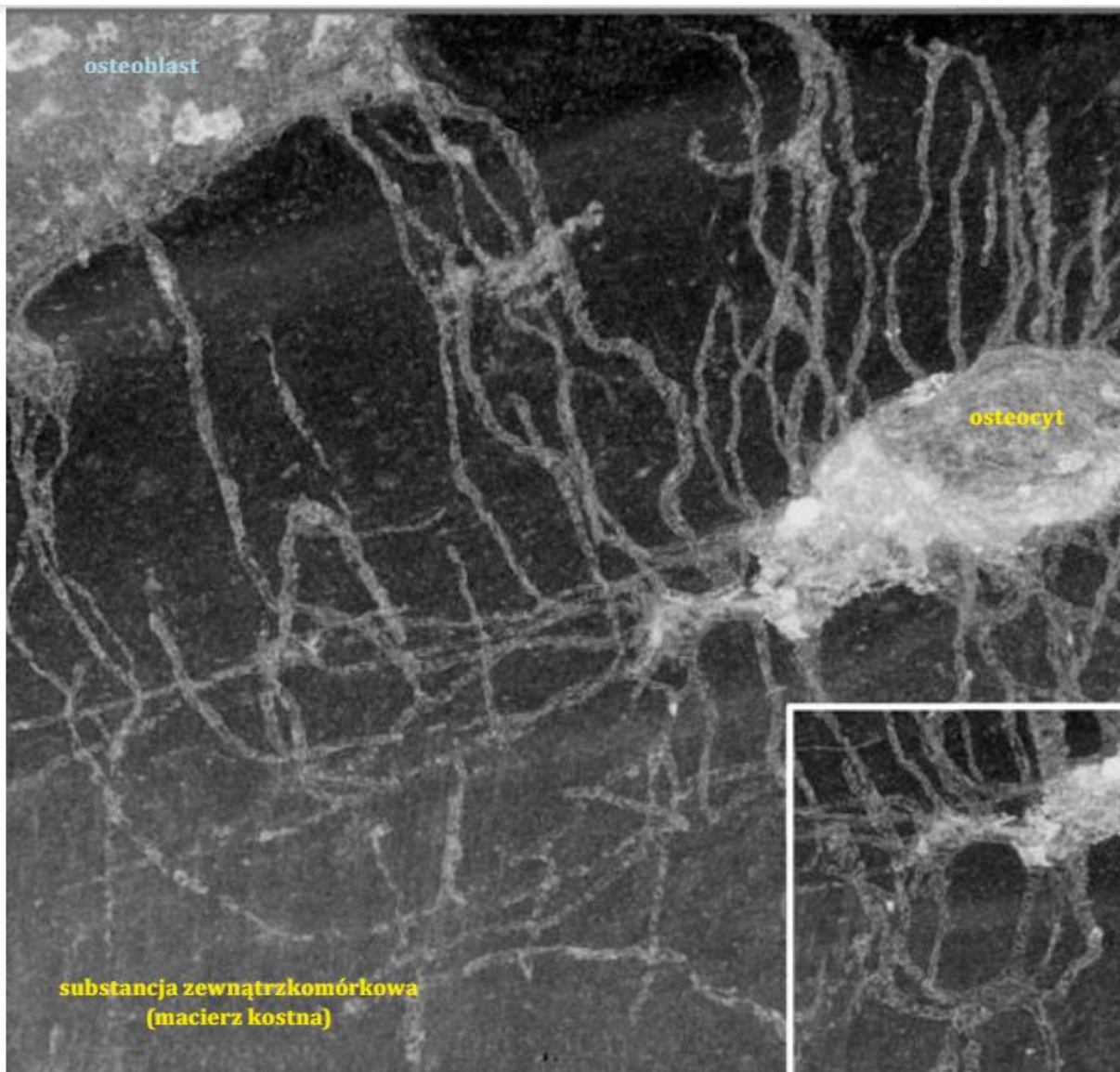
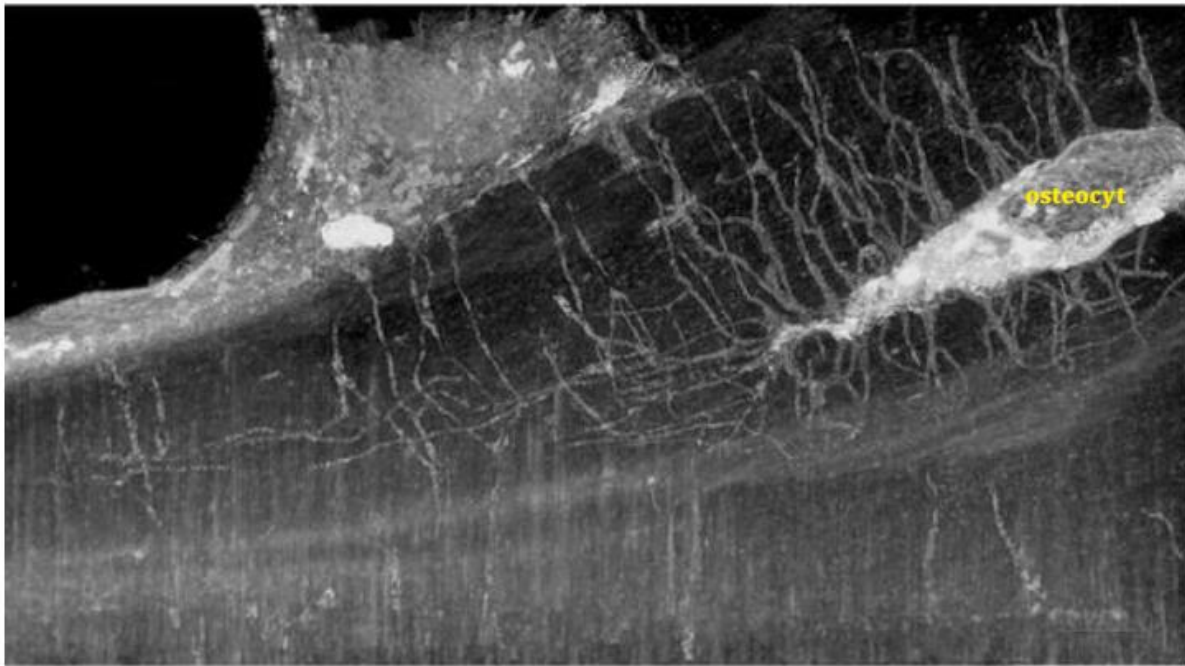


Jamki kostne połączone są cienkimi kanalikami, przebiegającymi blaszkę kostną. W kanalikach tych znajdują się wypustki komórek kostnych, które łączą się z sobą tymi wypustkami, tworząc w miejscu zetknięcia **połączenia szczelinowate (*nexus*)**.

osteocyt

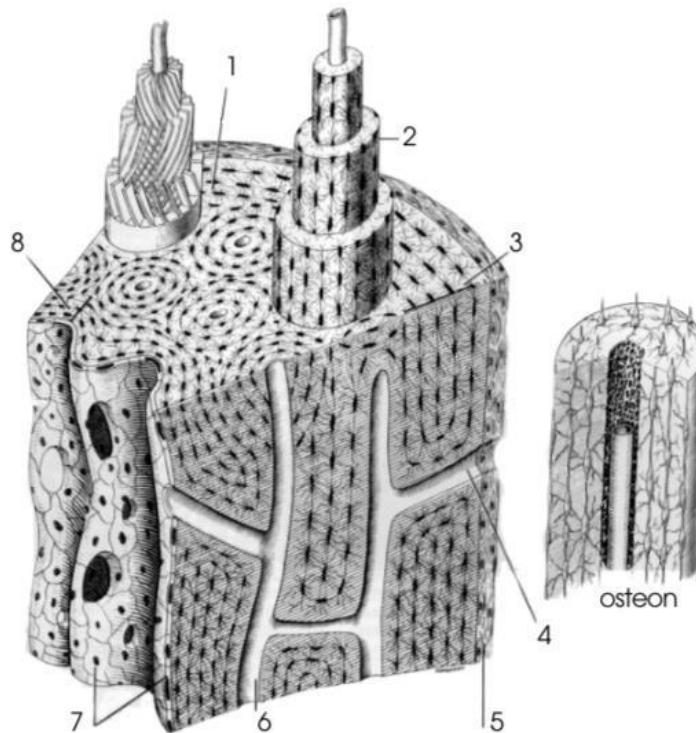


wypustki osteocytów



## a) kość zbita

W kości zbitej blaszki mają kształt cylindryczny i układają się koncentrycznie po kilka (4–20) wokół kanału, tworzą strukturę zwaną **osteonem (systemem Haversa)**.

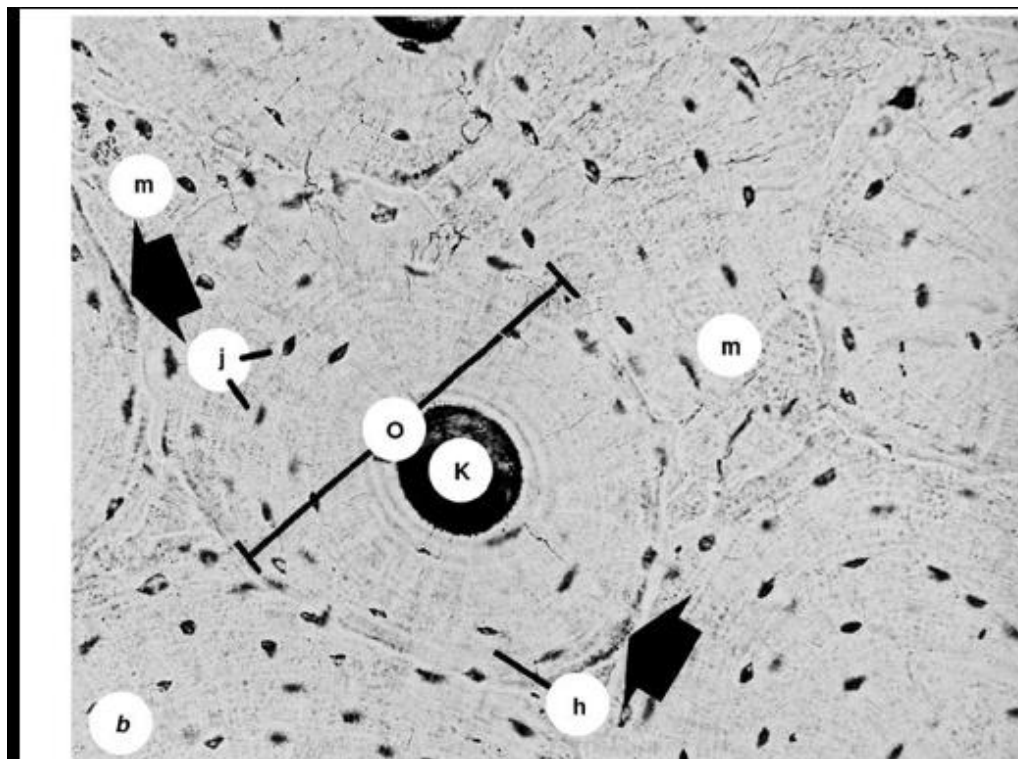
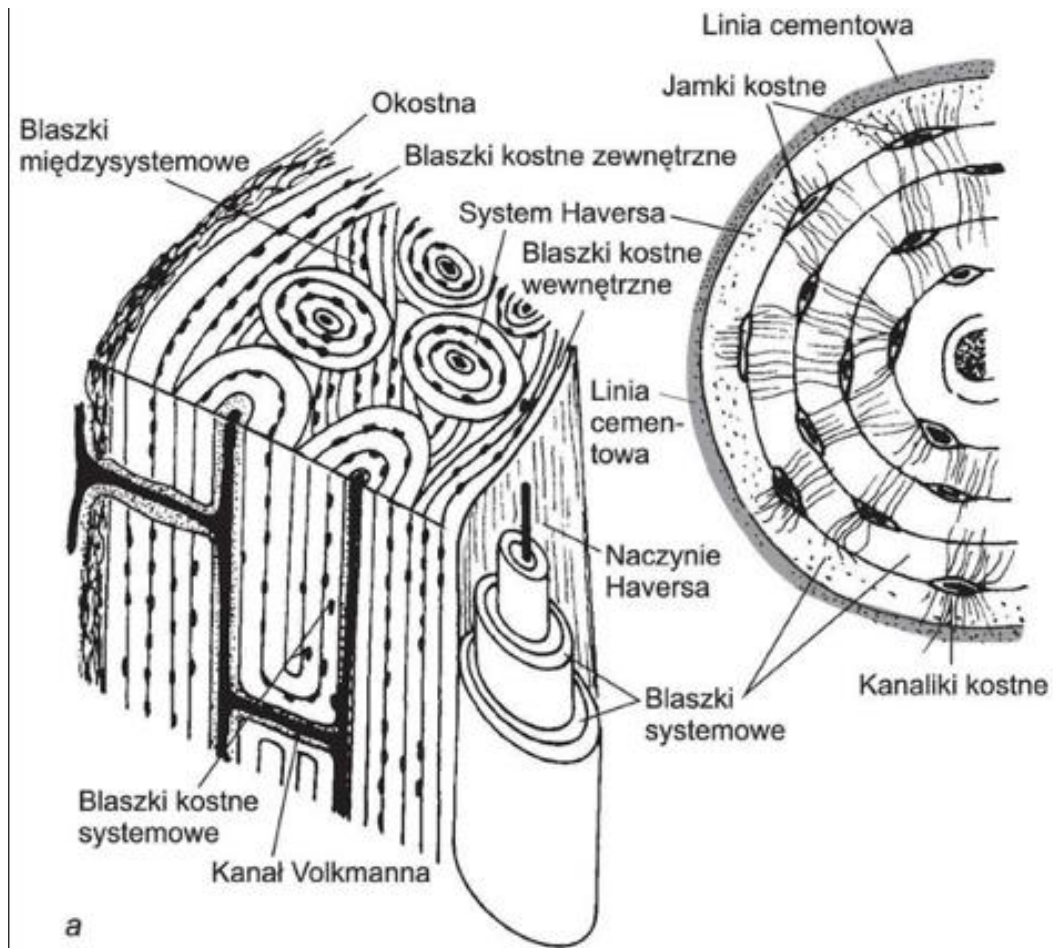


Ryc. 5.5. Budowa kości zbitej.

1 – blaszki międzysystemowe, 2 – osteon, 3 – blaszki podstawowe zewnętrzne, 4 – kanał odżywczy (Volkmanna), 5 – okostna, 6 – kanał osteonu (Haversa), 7 – śródkostna, 8 – blaszki podstawowe wewnętrzne.

Włókna tworzące blaszki osteonu mają przebieg spiralny, przy czym spirale sąsiednich blaszek krzyżują się. Zapewnia to znaczną wytrzymałość na zginanie. Układ osteonów jest zwarty, a pomiędzy nimi zobaczyć można tzw. **blaszki międzysystemowe** – pozostałość po osteonach, które uległy częściowej resorpcji w procesie przebudowy kości. Oprócz blaszek systemowych w osteonie i międzysystemowych istnieją jeszcze **blaszki podstawowe**:

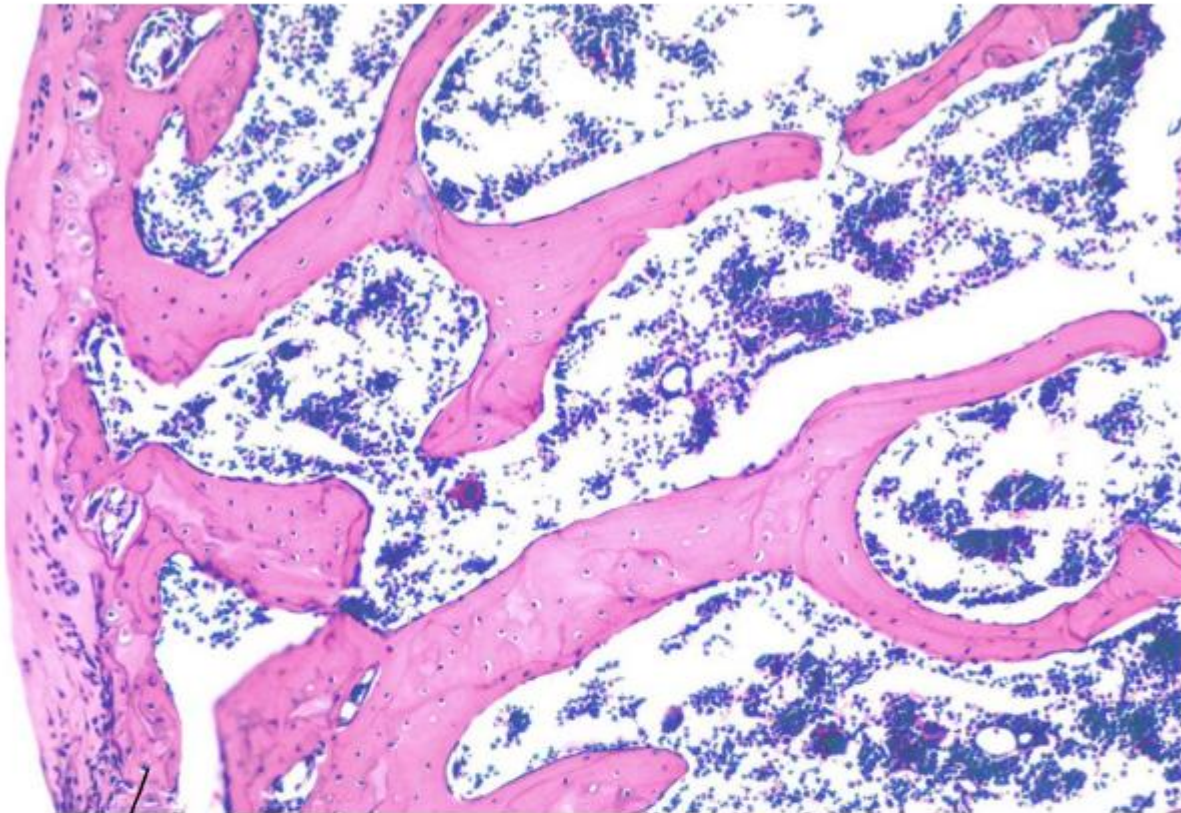
- zewnętrzna,
- wewnętrzna,



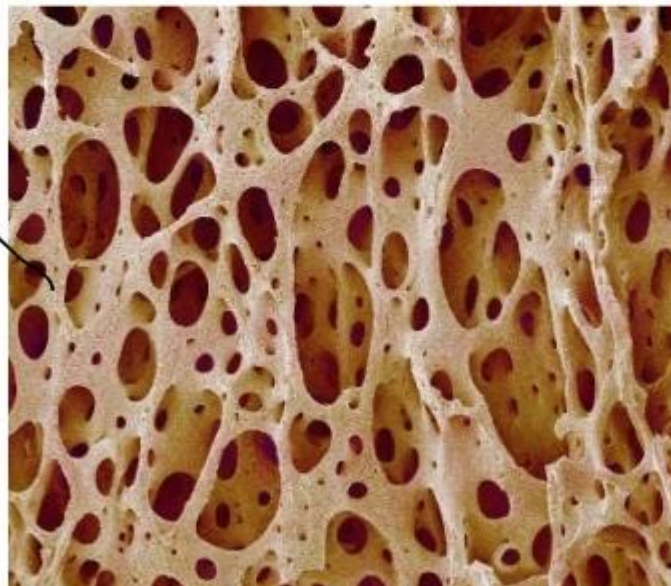
**Ryc. 10.2.** a. Schemat budowy kości zbitęj (z lewej) oraz fragmentu osteonu, czyli systemu Haversa widzianego w przekroju prostopadłym do jego osi długiej (z prawej). b. Mikrofotografia szlifu kości z tej; O – osteon, K – kanał Haversa, j – jamki kostne, h – blaszka systemowa, m – blaszki międzysystemowe. Strzałki pokazują linie cementowe.

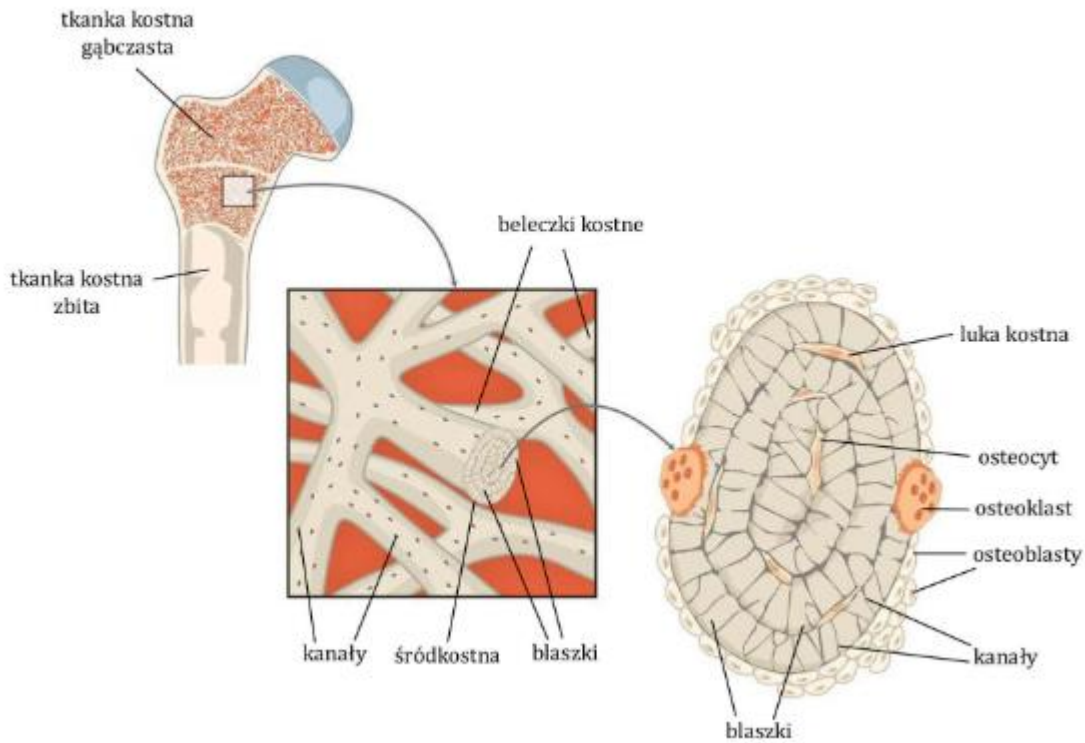
## b) kość gąbczasta

Odżywianie komórek kostnych w kości gąbczastej odbywa się nieco inaczej. Osteocyty znajdują się, podobnie jak w kości zwartej, pomiędzy blaszkami kostnymi, jednak układ tych blaszek jest odmienny niż w kości zwartej. Przebiegają one podłużnie tworząc **beleczki kostne**, łączące się ze sobą w gąbczaste rusztowania. W oczkach tego rusztowania znajduje się bogato unaczyniony szpik kostny – **czerwony** lub **żółty**.

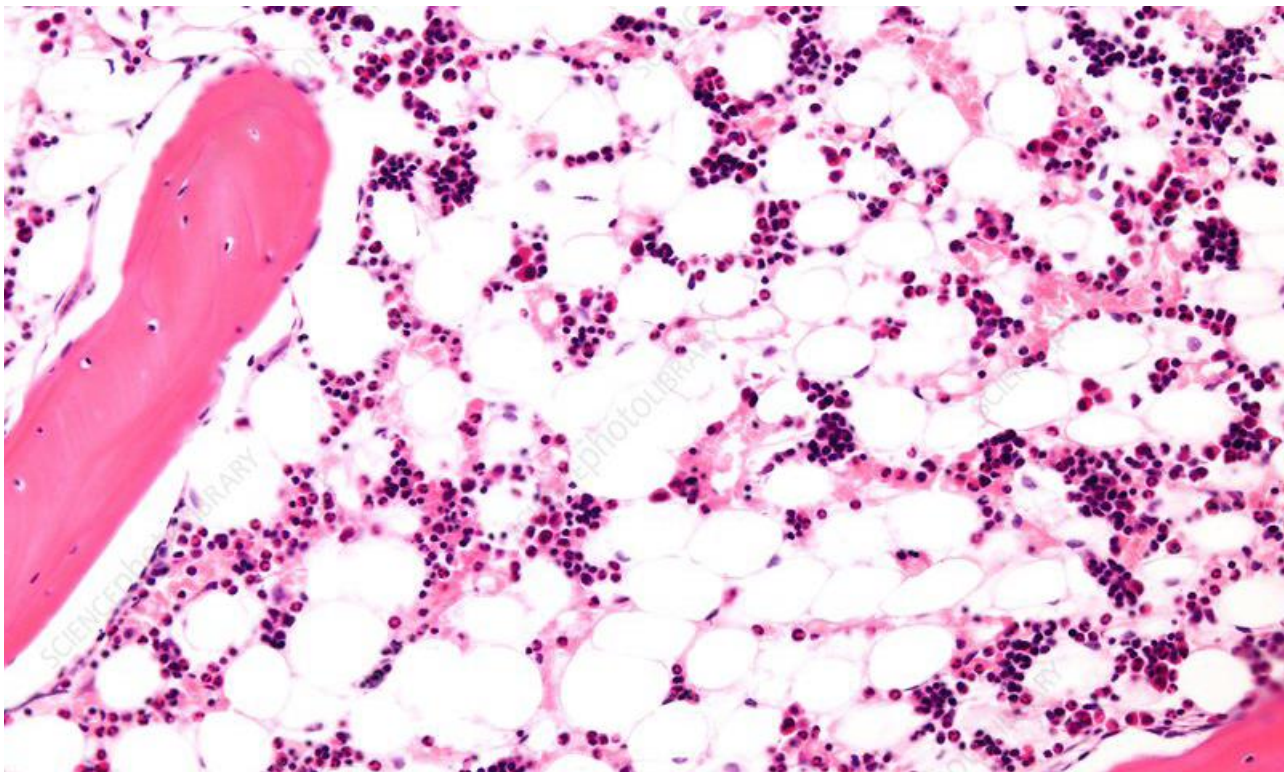


beleczki kostne





Substancje odżywcze z tych naczyń trafiają, poprzez kanaliki kostne, do komórek kostnych. Powierzchnię beleczek, podobnie jak kanałów osteonów i odżywczych oraz jamy szpikowej, wyściela wspomniana już śródkostna. Tworzy ją ciągła warstwa spłaszczonych komórek osteogennych, zwanych komórkami wyściełającymi. Regulują one prawdopodobnie wymianę pomiędzy naczyniami i komórkami wewnątrz kości, oraz mogą przekształcać się w komórki kościotwórcze (osteoblasty).



### c) okostna

O ile **śródkostna pokrywa kość od wewnątrz**, to od zewnątrz otacza ją **okostna** (z wyjątkiem powierzchni stawowych).

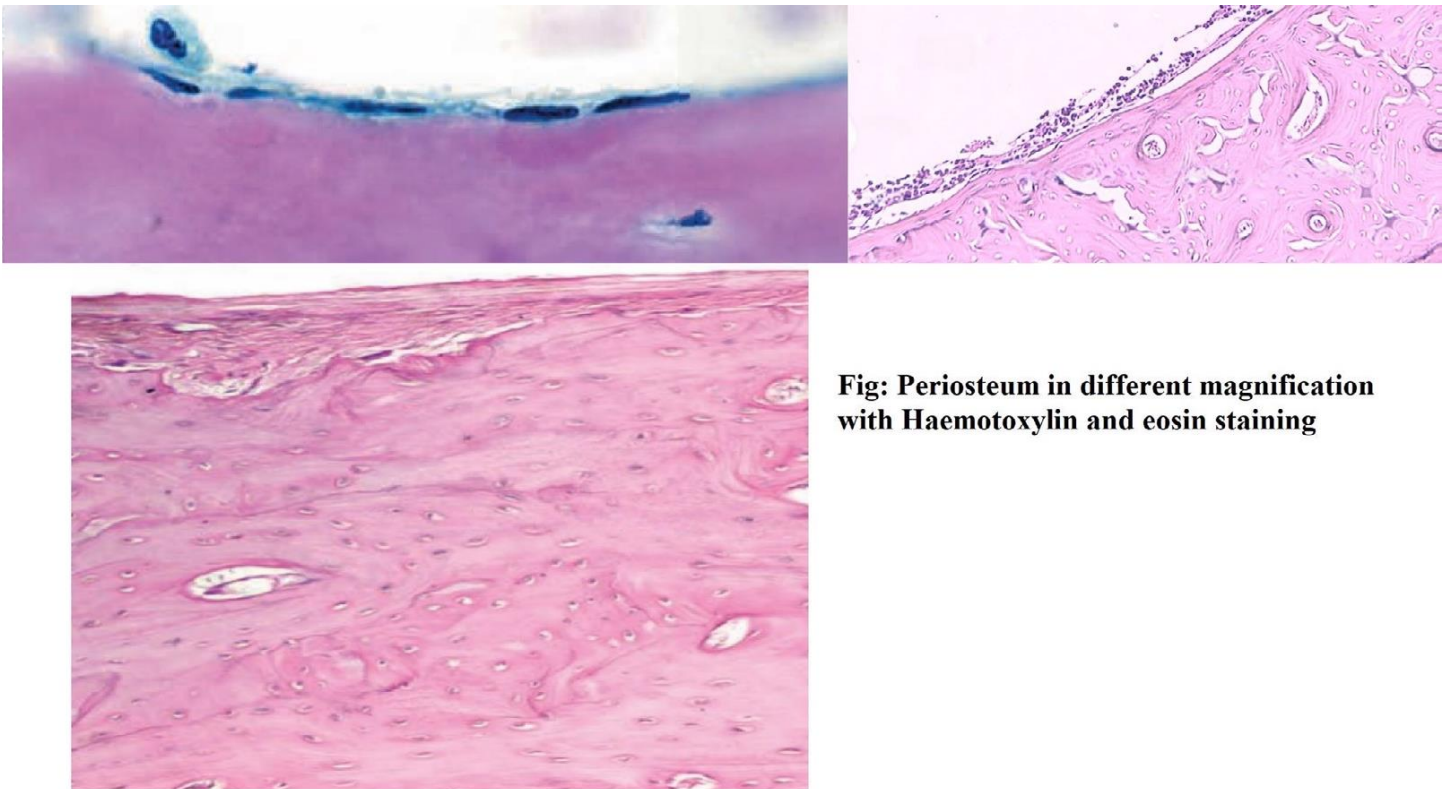
**Okostna** zbudowana jest z dwóch warstw:

- **zewnątrznej warstwy włóknistej**, zbudowanej z tkanki łącznej zbitej,

Warstwa włóknista wiąże się z kością za pomocą prostopadle odchodzących od niej pęczków włókien kolagenowych, zwanych

**włóknami wnikającymi**.

- **wewnętrznej warstwy rozrodczej**, którą tworzą spłaszczone komórki osteogenne mogące przekształcać się w **komórki kościotwórcze** (osteoblasty) a następnie **kostne** (osteocyty).



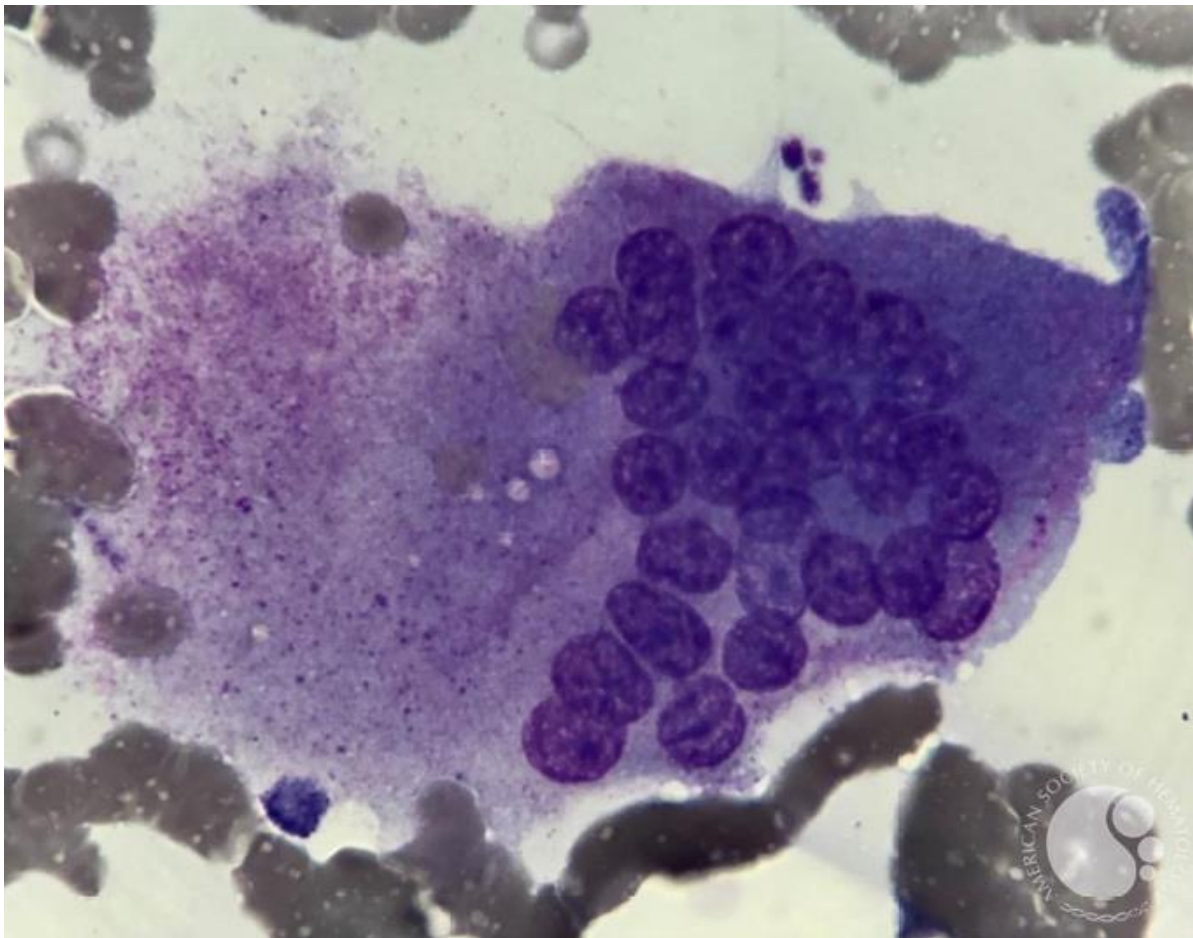
**Fig: Periosteum in different magnification with Haematoxylin and eosin staining**

#### d) komórki występujące w kości

- **komórki kościotwórcze (osteoblasty)** – mają zdolność wytwarzania **składników organicznych substancji międzykomórkowej kości tzn. włókien i substancji podstawowej**, biorą udział w wapnieniu kości. Znajdują się

zwykle **na powierzchni nowo powstającej kości**. Ich ultrastruktura odpowiada komórkom wydzielniczym – silnie rozbudowana siateczka szorstka i aparat Golgiego. Na powierzchni osteoblastów tworzą się **liczne palczaste wypustki**, szczególnie od strony tworzącej kości.

**MATURA**  
osteoblasty, osteoklasty,  
osteocyty



- **komórki kostne (osteocyty)** – znajdują się w jamkach kostnych i poprzez kanaliki łączą się wypustkami z komórkami sąsiednimi. Osteocyty mogą okresowo usuwać lub odkładać substancję międzykomórkową bezpośrednio otaczającą jamkę kostną.

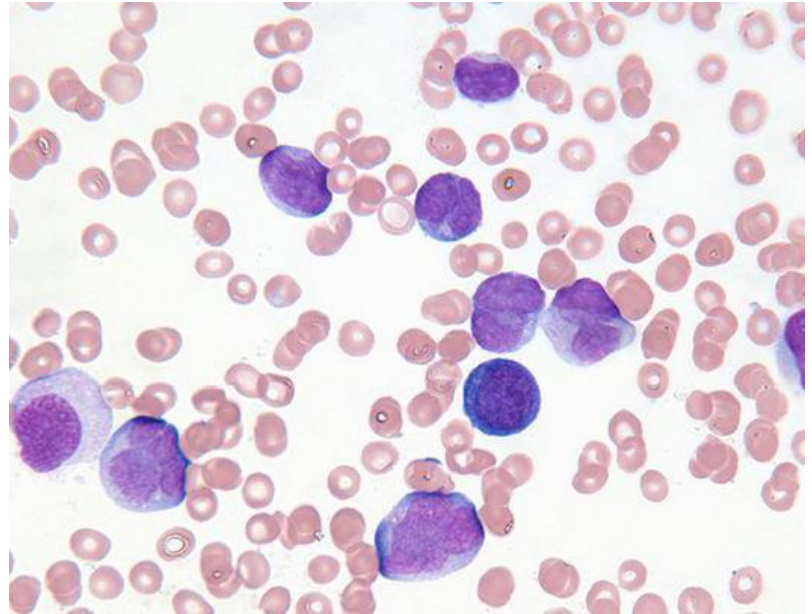
- **komórki kościogubne (osteoklasty)** – są to wielkie, wielojądrzaste komórki, zdolne do resorbowania kości. Leżą w tzw. *zatokach erozyjnych*.



## 2.9 TKANKA ŁĄCZNA PŁYNNA – KREW

Składa się z:

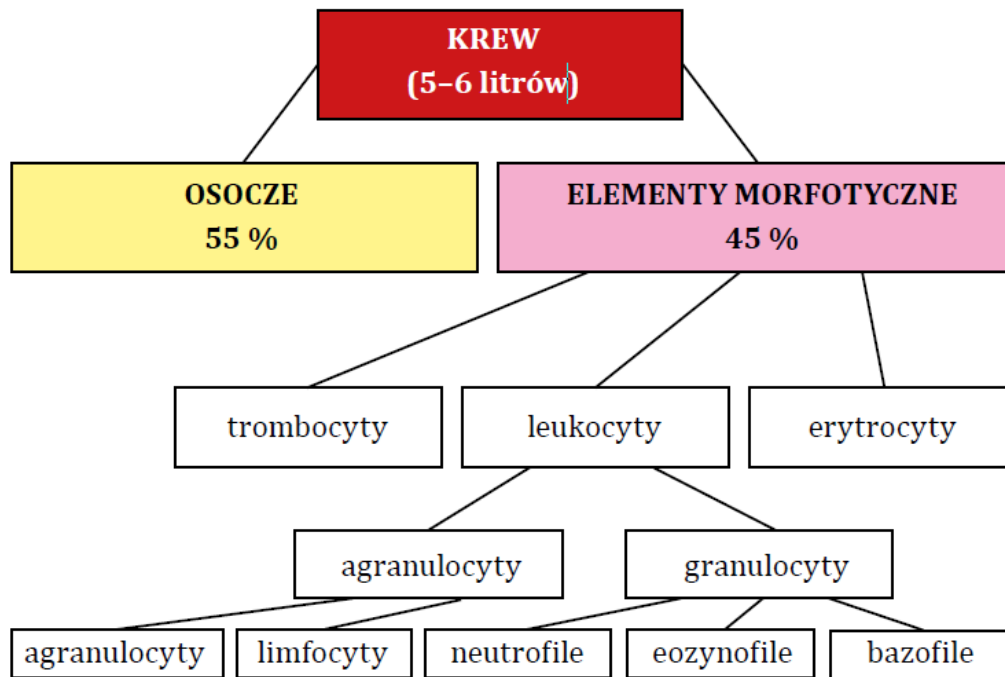
- **płynnej substancji międzykomórkowej (osocza),**
- **elementów morfotycznych** – krwinek (czerwonych i białych) oraz płytek krwi.



- krew jest u ssaków, hemolimfa u owadów – pozbawiona barwników oddechowych (nie transportują gazów oddechowych)
- krew u innych bezkręgowców (np. pierścienie) pełni funkcję przENOŚNIKA tlenu i dwutlenku węgla

### **Funkcje krwi:**

- **oddechowe** – dostarcza **tlen** z układu oddechowego wszystkim komórkom ciała/transportuje tlen z tkanki do płuc i za jej pośrednictwem doprowadzany jest **dwutlenek węgla**.



### 2.9.1 OSOCZE

Zajmuje **55% objętości krwi**. Ma płynne **żółtawe** zabarwienie. W jego skład wchodzi:

- **wodę** (90%) – wpływa na ciśnienie i objętość krwi, transportuje rozpuszczone w niej substancje, bierze udział w termoregulacji,

- **związki nieorganiczne** (jony – 1%, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) utrzymują równowagę osmotyczną i stałe pH krwi, regulują przepuszczalność błon komórkowych, uczestniczą w procesie krzepnięcia krwi,

- **związki organiczne** (9%) to głównie **białka** osocza krwi:

- **albuminy** – utrzymują stałe pH krwi i stałe ciśnienie, transportują jony Ca<sup>2+</sup>, kwasy tłuszczowe i barwniki żółciowe,

- **globuliny** (immunoglobuliny) – biorą udział w reakcjach odpornościowych, wytwarzają przeciwciała,

- **fibrynogen** – bierze udział w krzepnięciu krwi. Osocze bez fibrynogenu to **surowica** nie ma zdolności krzepnięcia.

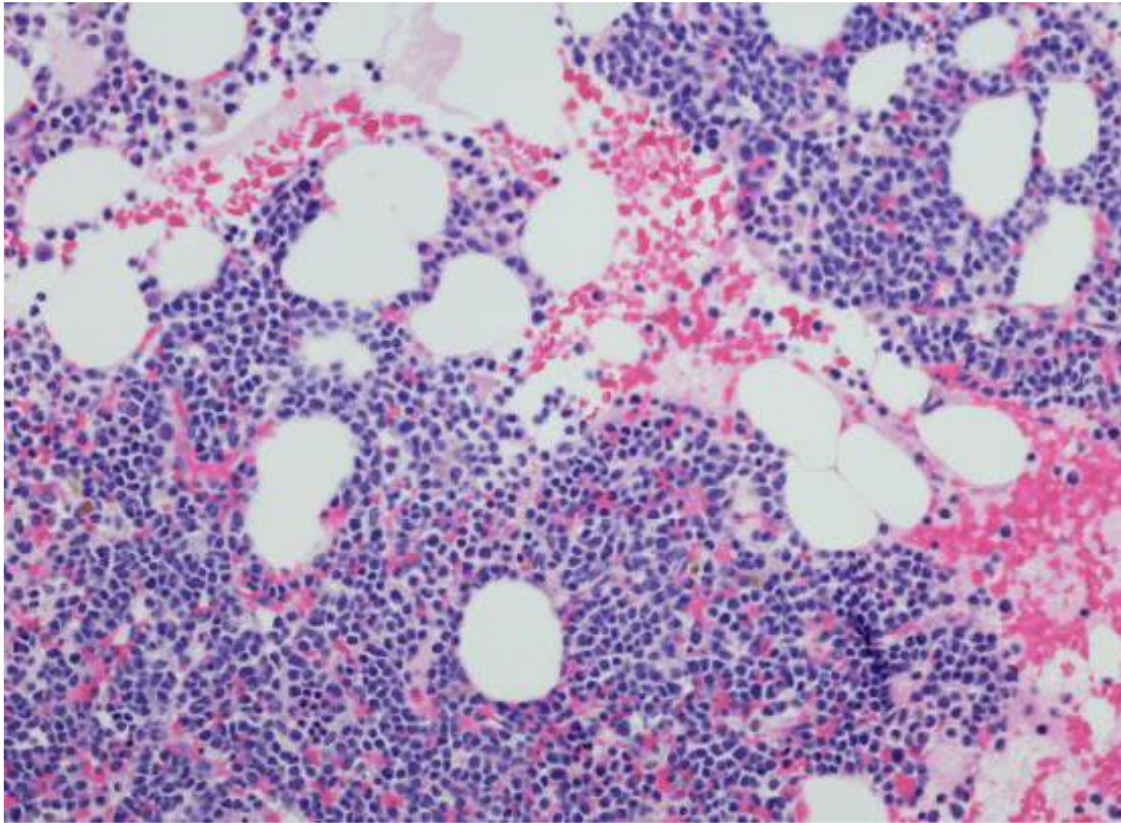
- Oprócz białek osocze zawiera substancje odżywcze dostarczane do komórek: (**glukozę, aminokwasy, witaminy**), zbędne produkty przemiany materii (**mocznik, kwas moczowy i hormony**),

u bezkręgowców barwniki oddechowe obecne są w osoczu, u kręgowców obecne są w erytrocytach.

## 2.9.2 ELEMENTY MORFOTYCZNE KRWI

### a) eryocyty = czerwone krwinki,

Powstają głównie u ludzi w **czerwonym szpiku kostnym**, który wypełnia **jamy szpikowe kości długich i płaskich** oraz **przestrzenie pomiędzy beleczkami kostnymi części nasadowych kości**.

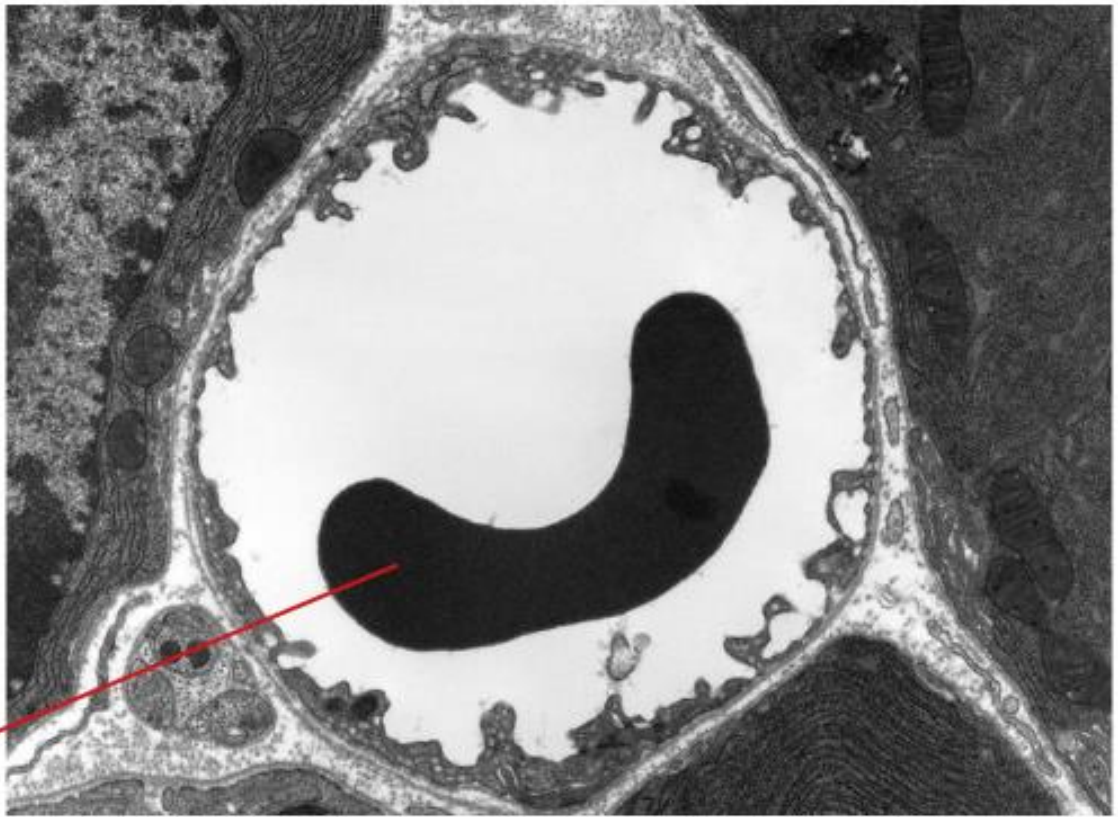


- najliczniejsza grupa krwinek (u kobiet 4,0 – 5,5 mln/ul. , u mężczyzn 4,5 – 6,5 mln /ul. ), u osób mieszkających wysoko w górach liczba erytrocytów może wynosić 8,0 mln/ul, związane jest to ze *zmniejszonym ciśnieniem i mniejszą zawartością tlenu*,

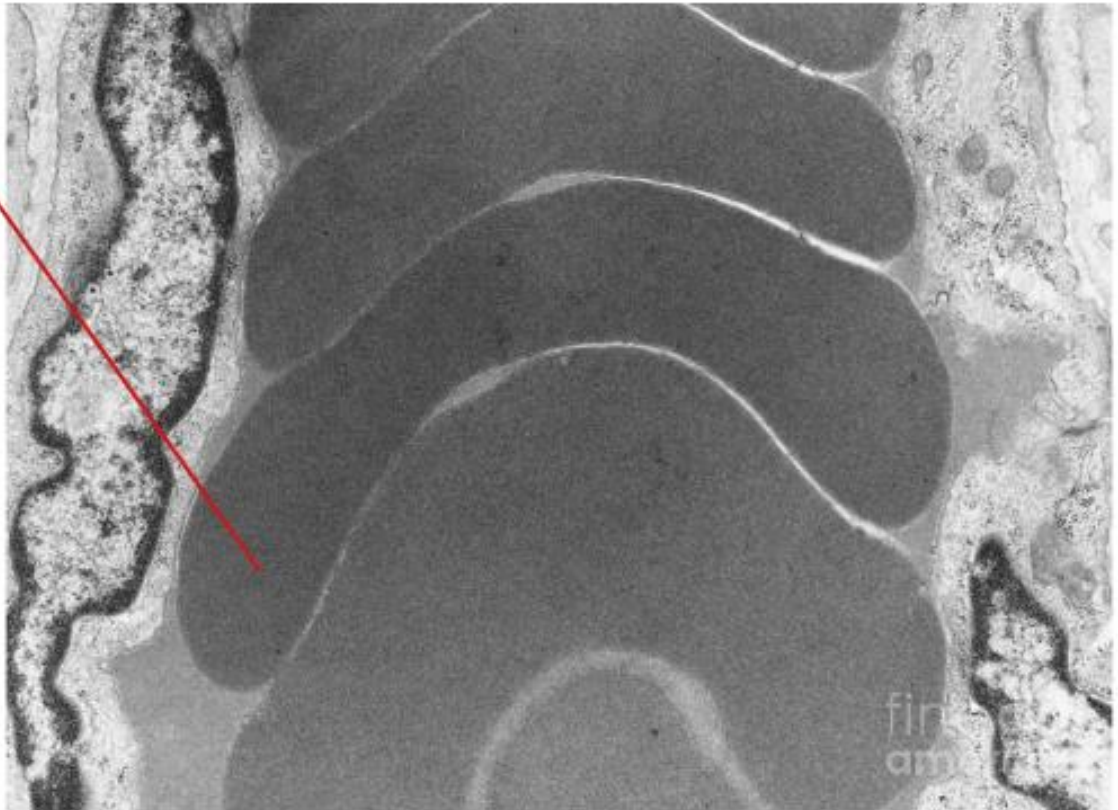
- komórki o **barwie żółtopomarańczowej**,

- średnica 7,5 um, u ssaków **kształt dwuwklęsłych** krążków (umożliwia to bliższe umiejscowienie hemoglobiny bliżej błony komórkowej – usprawnia to proces wiązania gazów),

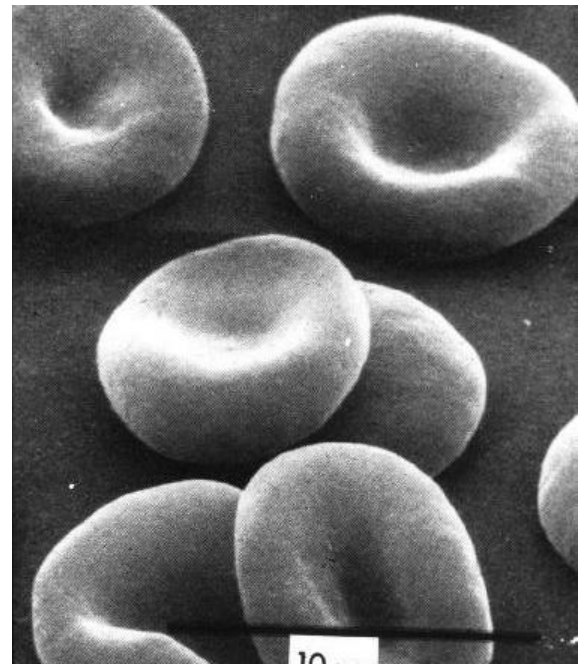
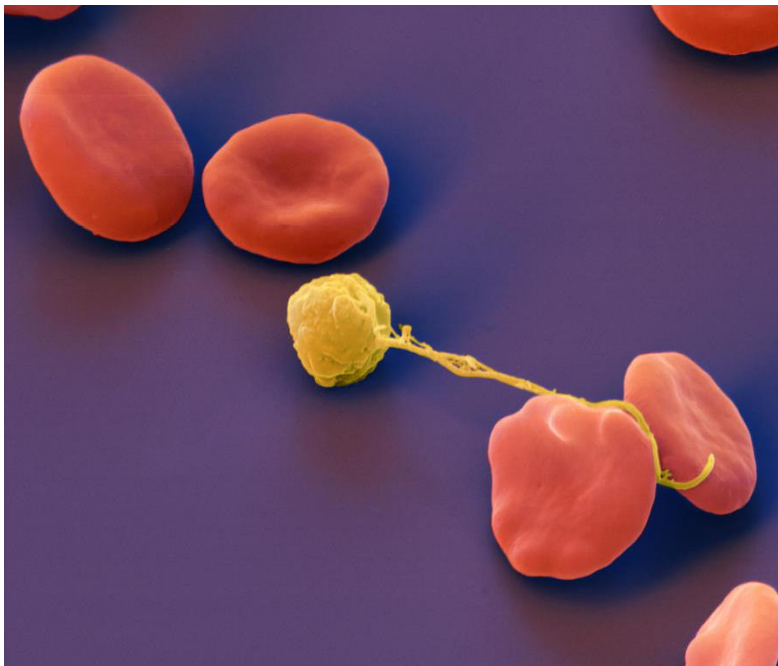
- **nie posiadają jądra komórkowego** i większości organelli komórkowych np.: mitochondriów (nie tracą energii na własne potrzeby),



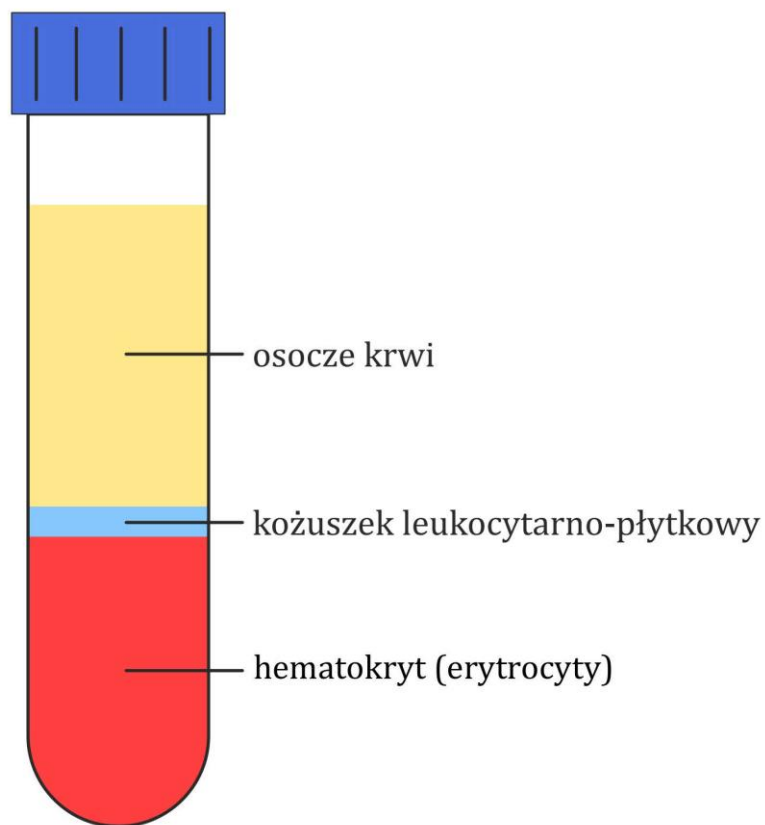
erythrocyty



fin  
am



**Hematokryt** – stosunek objętości krwinek do osocza/określa objętość zajmowaną przez krwinki czerwone.



## b) leukocyty (krwinki białe):

- najbardziej różnorodna grupa krwinek, bezbarwne (można je zobaczyć pod mikroskopem po zastosowaniu metod barwienia),
- średnica 9–20 um,
- liczba 4–10 tys./ul krwi powstają w **szpiku kostnym i węzłach chłonnych** oraz w **śledzionie i grasicy**,
- posiadają jądro komórkowe,
- pełnią funkcje obronne i odpornościowe, ponieważ

posiadają właściwości:

### Fizyczne:

- **ruch pełzakowaty** (ok. 1mm/1godz.) – wyjątek bazofile,
- **diapedeza** (przenikanie przez ściany naczyń krwionośnych),

### Chemiczne:

- Zawierają enzymy proteolityczne, glikolityczne i lipolityczne,
- Produkują ciała odpornościowe,
- Część z nich mające zdolność do wytwarzania wypustek bardzo zmienna.

## Podział leukocytów i ich charakterystyka:

**Granulocyty** – zawierają ziarnistości w cytozolu oraz posiadają jądro komórkowe płatkowate (podzielone na segmenty).

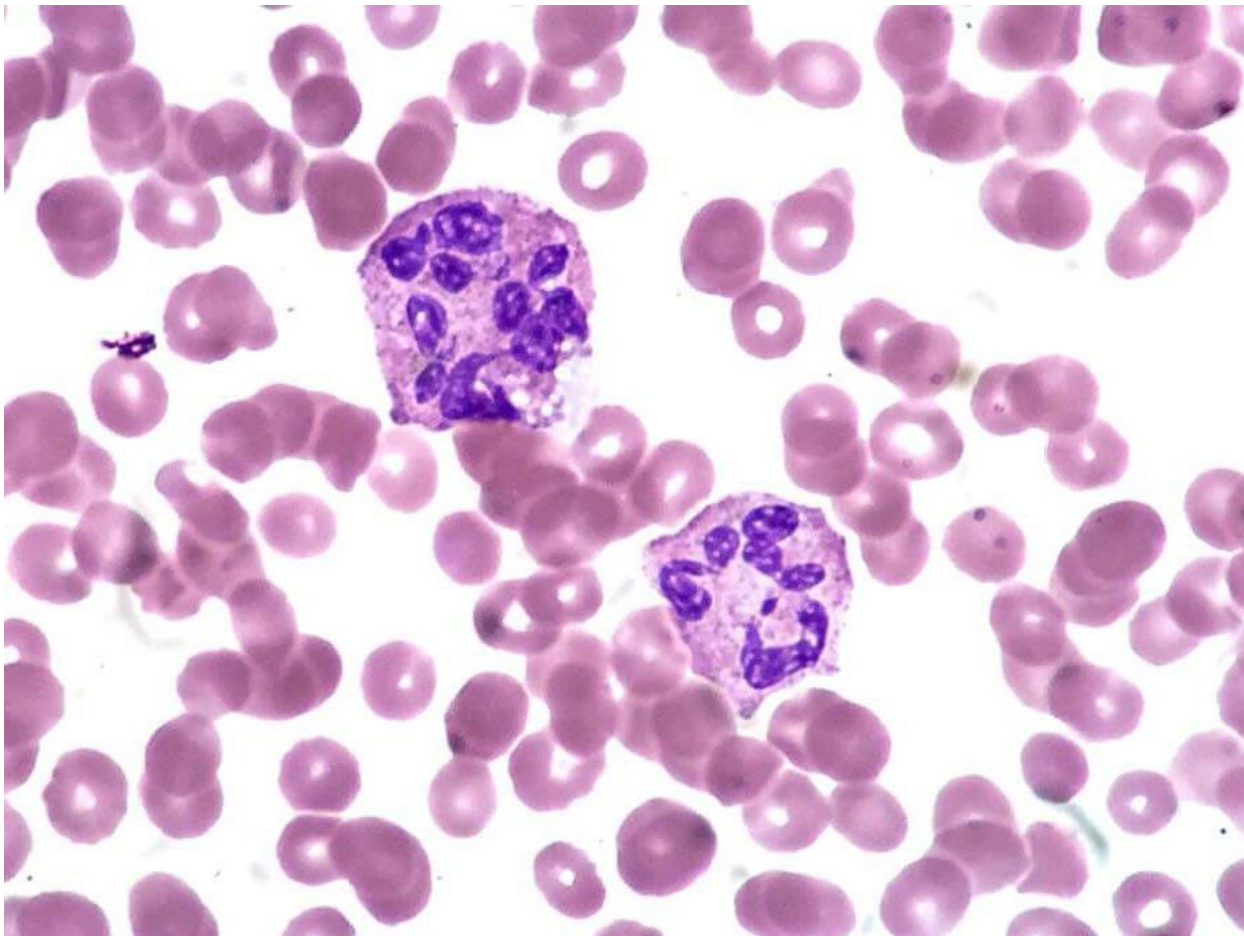
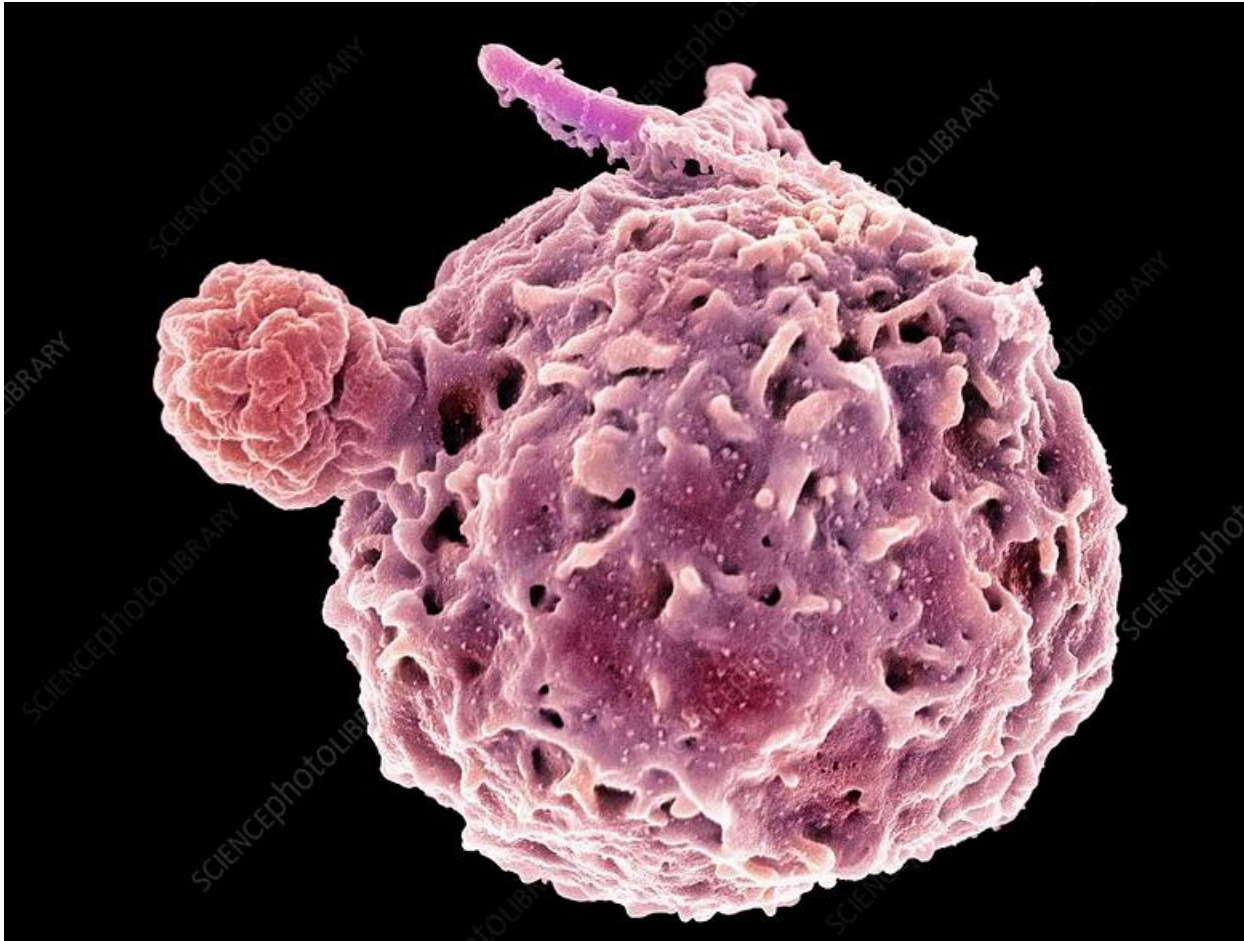
**W zależności od pochłaniania określonych barwników wyróżnia się 3 rodzaje granulocytów:**

### 1. Neutrofile (obojętnochłonne):

- stanowią **ok. 60%** ogólnej liczby wszystkich leukocytów,
- zawierają *niewielkie ziarnistości z enzymami lizosomalnymi*,
- fagocytują różne **drobnoustroje/czynniki chorobotwórcze**,
- *duże nagromadzenie neutrofile i produktów ich lizy, powoduje powstawanie*

tzw. **ropy** (mętny płyn, który zawiera leukocyty, szczątki obumarłej tkanki i czynniki chorobotwórcze np. bakterie),





## 2. Eozynofile (kwasochłonne):

- Stanowią 2-4 % ogólnej liczby wszystkich leukocytów,

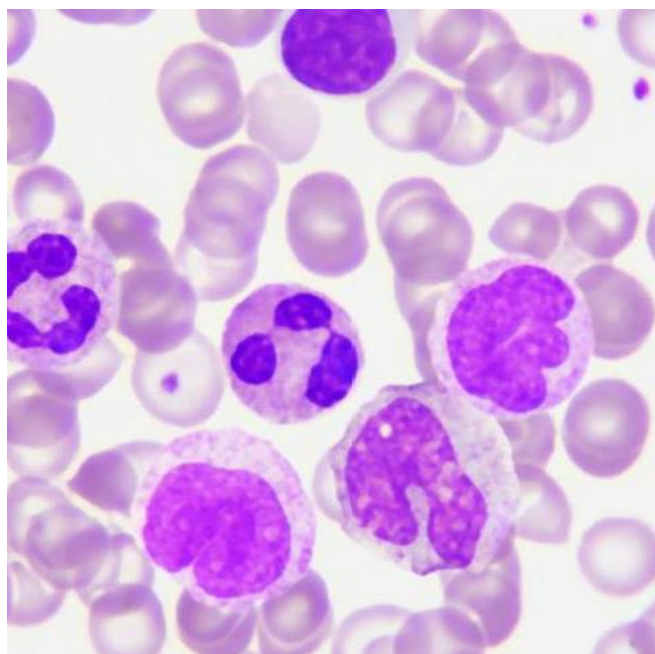
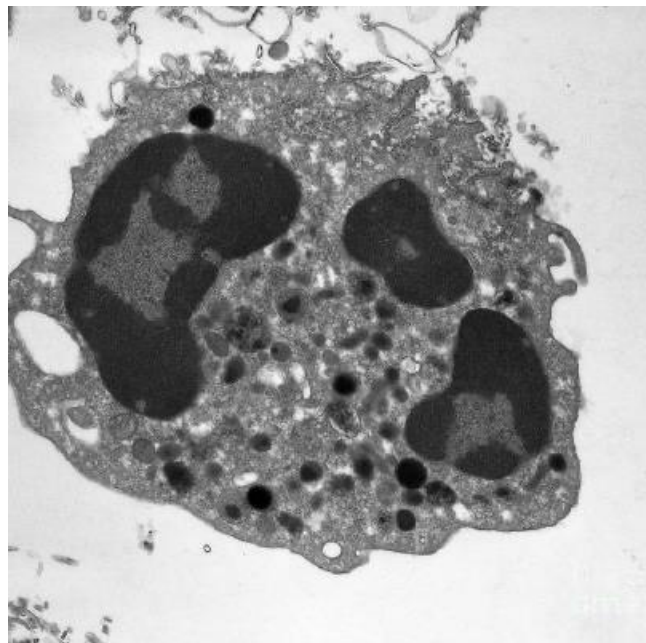
- **Sterują reakcjami alergicznymi/biorą udział w odpowiedzi podczas reakcji alergicznych** – ich podstawową funkcją jest:

- degradacja obcych białek np. alergennych,

- biorą udział w odpowiedzi immunologicznej,

- W schorzeniach, takich jak astma, tasiemczyca czy alergię to ich liczba we krwi znacznie wzrasta, a w przypadku duru brzuszego, odry ich liczba maleje,

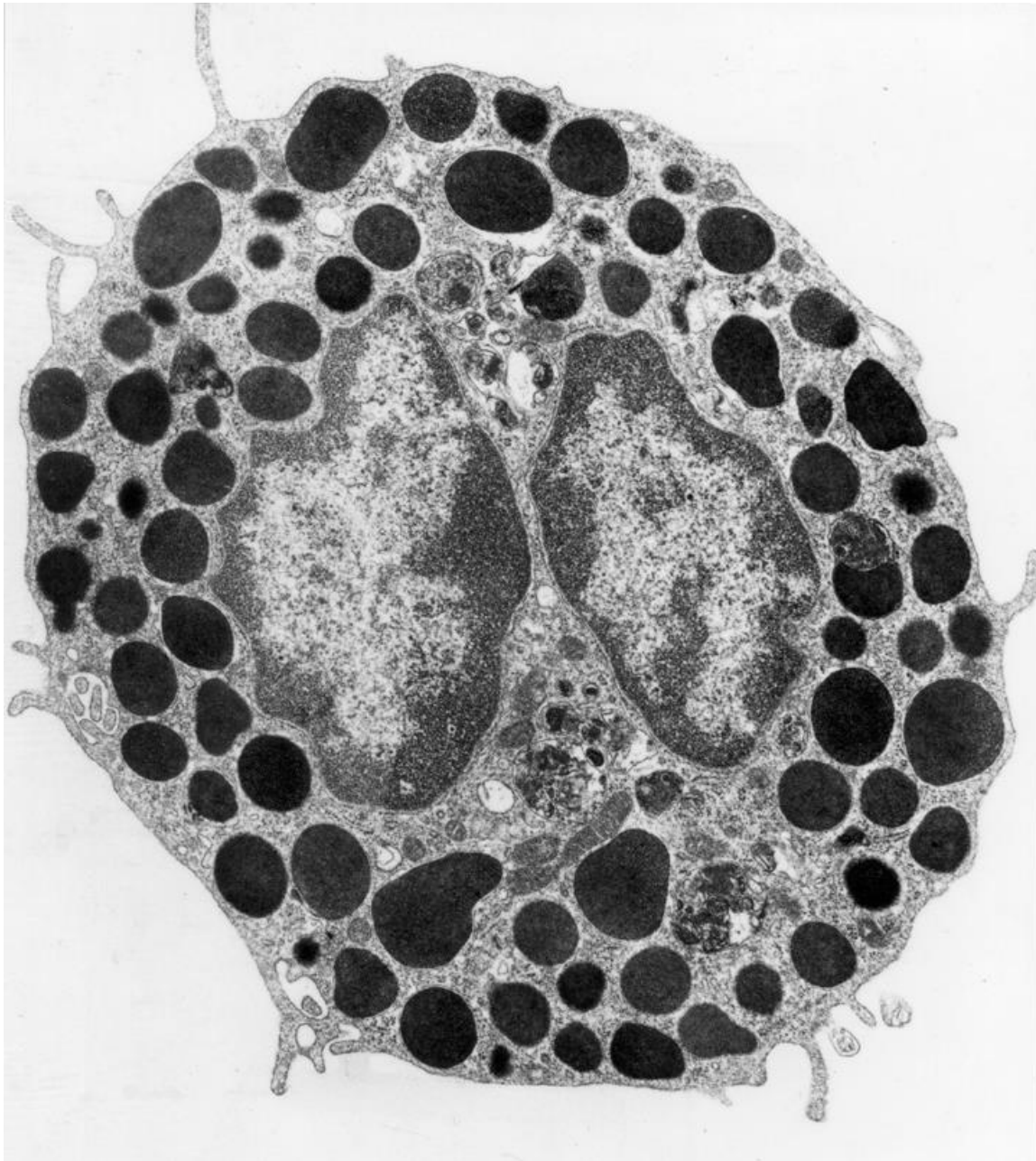
- Przemieszczają się poprzez ruch pełzakowaty.



### 3. Bazofile (zasadochłonne):

- Stanowią **ok. 0,5 %** ogólnej liczby wszystkich leukocytów,
- Wydzielają do krwi **heparynę** – substancja przeciwkrzepliwa,
- Zawierają histaminę,
- Mają małe zdolności do fagocytozy i poruszania się ruchem pełzakowatym,
- Biorą udział w **reakcjach alergicznych.**

przedstawia znaczenie połączeń międzykomórkowych w tkankach zwierzęcych;



**Agranulocyty** – *pozbawione są ziarnistości w cytozolu* oraz posiadają **pojedyncze kuliste lub nerkowate jądro komórkowe**.

Dzieli się na :

1. **Limfocyty** – stanowią 25 – 35 % ogólnej liczby wszystkich leukocytów.

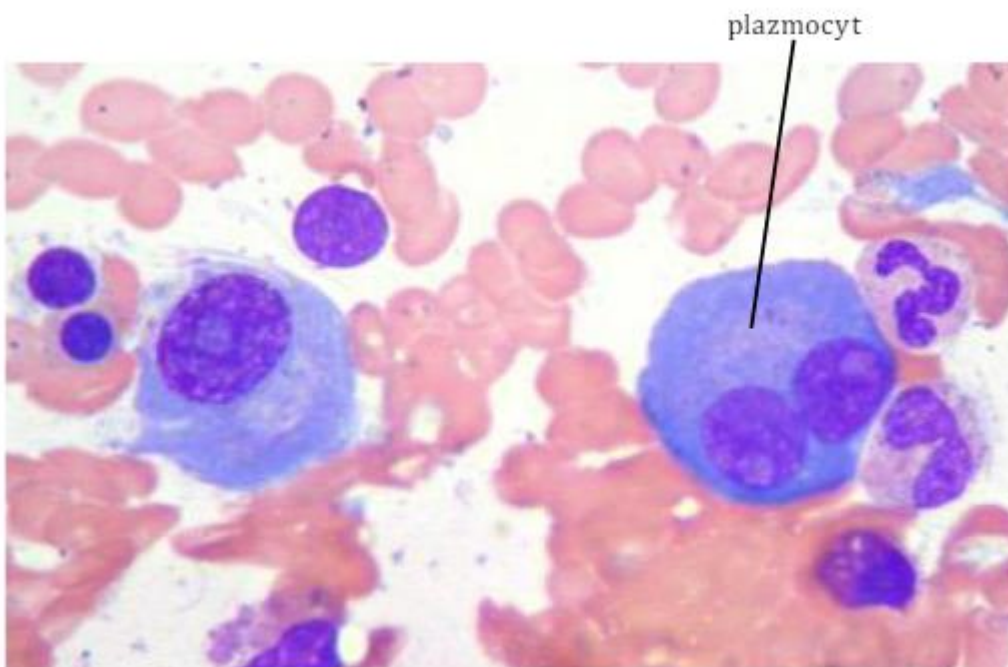
**Wykazują małą ruchliwość i słabą zdolność do fagocytozy.**

Ze względu na właściwości dzieli się na:

- Powstają w **czzerwonym szpiku kostnym, węzłach chłonnych**, skąd **przemieszczają się do grudek chłonnych i śledziony**,

- Są **prekursorami plazmacytów** wytwarzających przeciwciała (odpowiedzialne za reakcje odpornościowe typu humoralnego, produkują immunoglobuliny (przeciwciała)),

**Plazmocyty (komórka plazmatyczna)** – ich funkcją jest **produkcja i wydzielanie przeciwciał** powstają w wyniku pobudzenia limfocytów B.



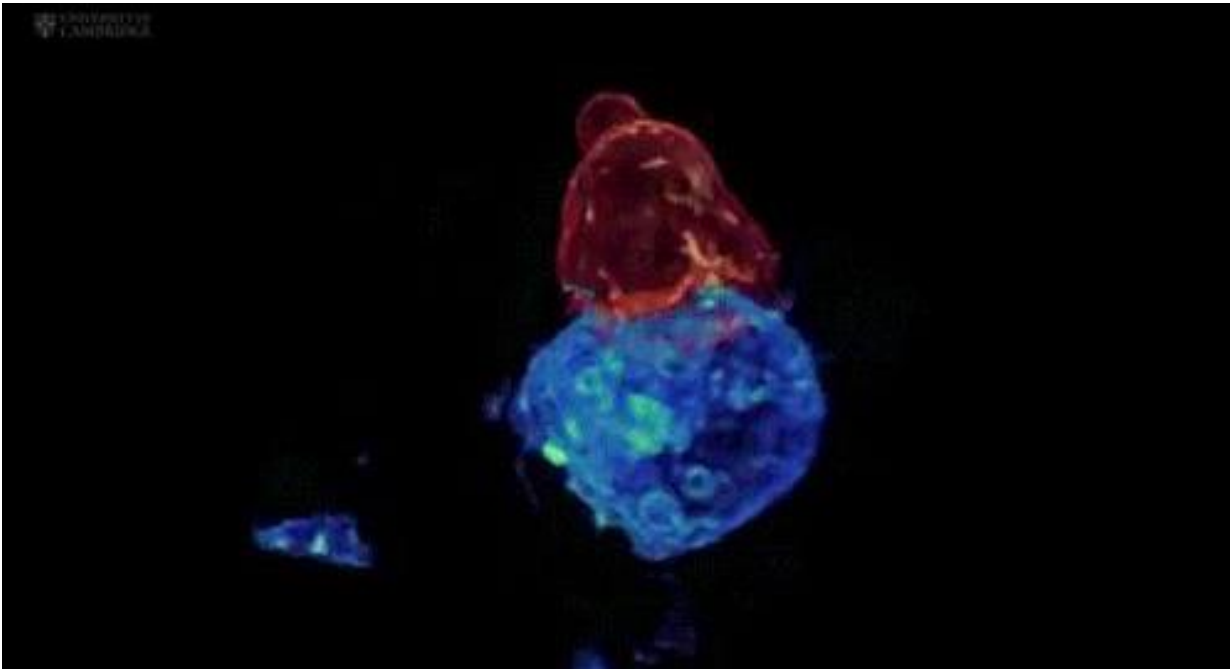
- **namnożone komórki różnicują się między innymi na limfocyty B plazmatyczne (produkujące przeciwciała) i B pamięci,**

- na swojej powierzchni posiadają mikrokosmki.

## Limfocyty T (LIT):

- Powstają w **czzerwonym szpiku kostnym**, skąd przechodzą do **grasicy** gdyż tam dochodzi do ich pełnego zróżnicowania, następnie przemieszczają się do **węzłów chłonnych i śledziony** (innych narządów limfatycznych), gdzie dalej się dzielą i stamtąd przedostają się już do **krwi obwodowej** (w grasicy nabywają cech immunologicznych czyli odpornościowych „uczą się” rozpoznawać komórki własnego organizmu ich nie atakować),

- Są odpowiedzialne za **reakcje odpornościowe typu komórkowego**,



## 2. Monocyty.

- stanowią **3-8 %** ogólnej liczby wszystkich leukocytów, są największe z krwinek białych,

- mają zdolność do **diapedezy**, do intensywnej **fagocytozy** (oczyszczają krew ze skrawków obumarłych tkanek i bakterii) i szybkiego ruchu ameboidalnego i dlatego nazywa się je **makrofagami**,

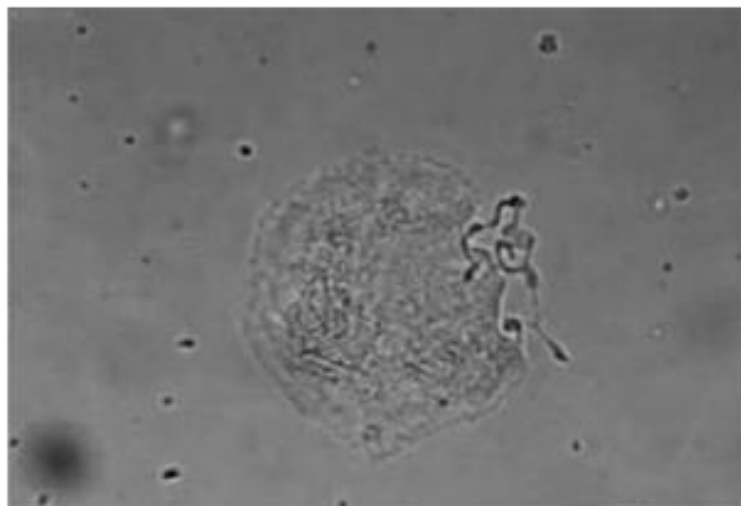
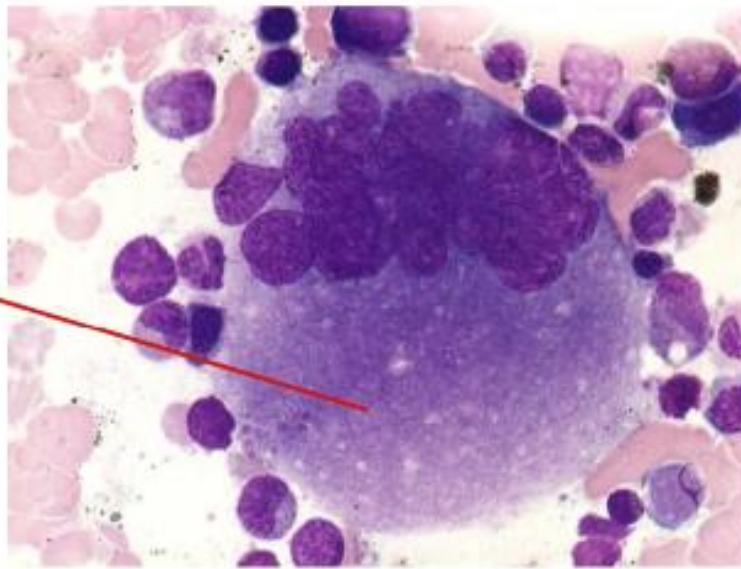


### 3. Trombocyty (płytki krwi).

- mają kształt dysku,
- to bezbarwne różnokształtne **fragmenty cytoplazmy**, dużych komórek szpikowych,
- są **beźjadrzaste**,
- obecne tylko u ssaków, ich odpowiednikiem u innych kręgowców są komórki większe szpiku kostnego i jądrzaste,
- **najmniejsze elementy morfotyczne** (1 do 2 um),
- Powstają w **szpiku kostnym** przez odszczepienie się cytoplazmy komórek olbrzymich – **megakariocytów** (beźjadrowe fragmenty cytoplazmy),

**MATURA**  
płytki krwi =  
fragmenty komórki

megakariocyt



- W 1 ul krwi zdrowego człowieka znajduje się **150 – 350 tysięcy trombocytów**,
- Żyją **8-10 dni**
- rozpadowi ulegają w śledzionie i wątrobie (nie wykorzystane niszczone są w śledzionie),
- Biorą udział w krzepnięciu krwi (zapoczątkowują ten proces),

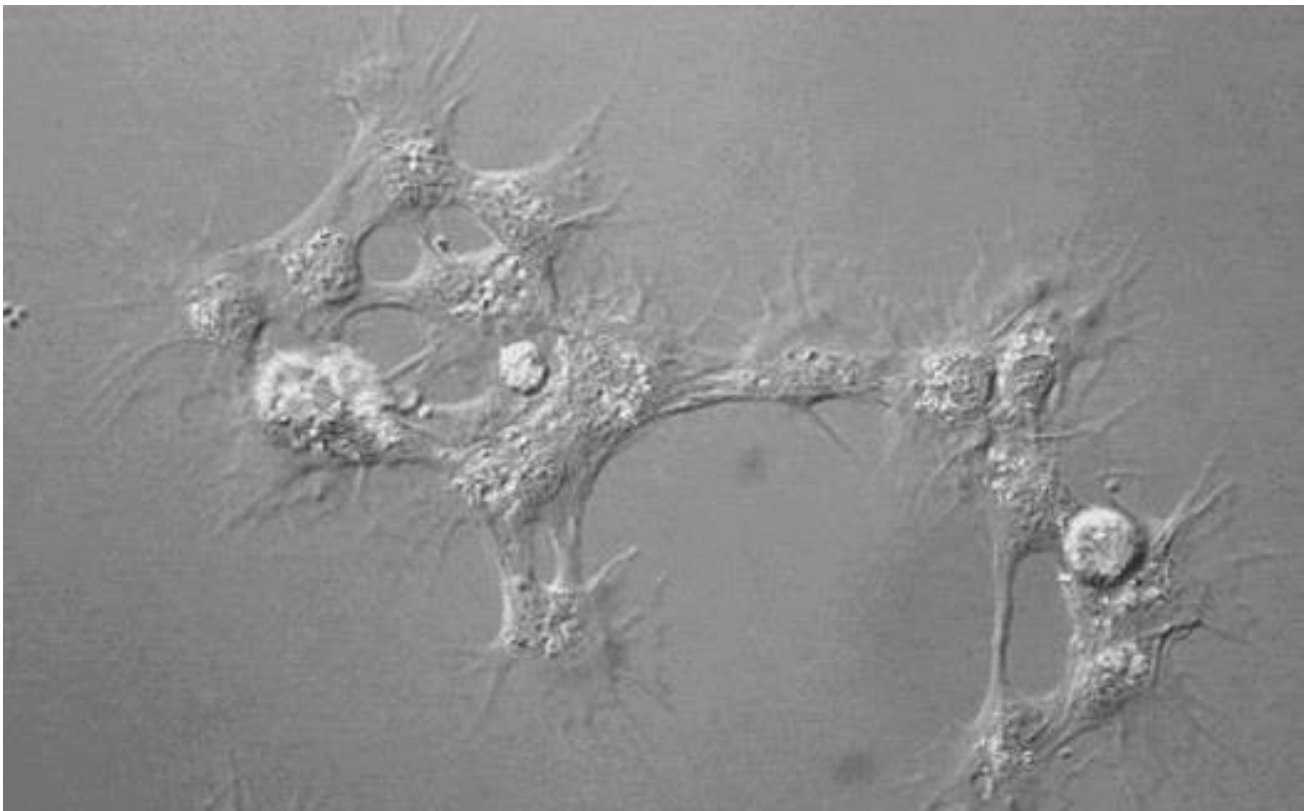
## 2.10 LIMFA (CHŁONKA) – DRUGI RODZAJ TKANKI ŁĄCZNEJ PŁYNNEJ

Jest to przesącz międzykomórkowy **składem zbliżony do osocza krwi** (zawiera mniej białek, więcej tłuszczów), w którym znajdują się duże ilości limfocytów ( pochodzą z narządów limfatycznych, znajdujących się na drodze jej przepływu), oraz nieliczne granulocyty. Limfa to **bezbarwny płyn** powstający na skutek **przenikania nadmiaru płynu tkankowego z przestrzeni międzykomórkowych do włosowatych naczyń limfatycznych** (inaczej chłonnych), tworzą układ limfatyczny.

Limfa krążąc w systemie naczyń limfatycznych ma za zadanie obronę organizmu przed drobnoustrojami chorobotwórczymi (uczestniczy w reakcjach obronnych organizmu), oraz pośredniczenie w wymianie składników między krwią a tkankami (pełni funkcje transportowe).

## 2.11 HEMOLIMFA

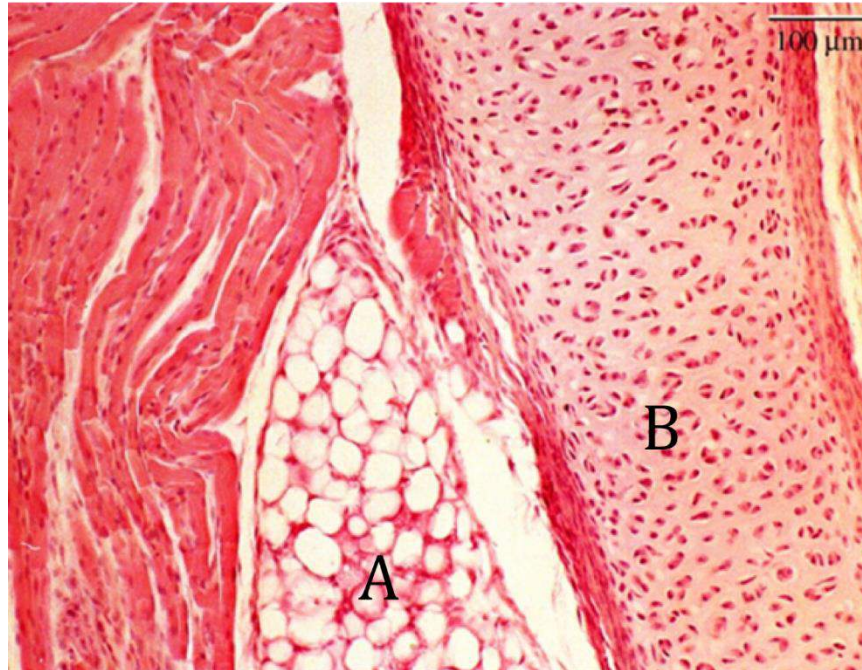
To **płyn ustrojowy** (tkanka płynna), który występuje u niektórych **zwierząt bezkręgowych o otwartym układzie krwionośnym** (owady, skorupiaki, mięczaki). W jej skład wchodzi **hemocyty** (komórki pełzakowate), które mają zdolność do **fagocytozy**.



**Zadanie 1.1 (0-1)**

Na poniższym zdjęciu widocznych jest kilka rodzajów tkanek występujących w organizmie człowieka

Nazwij tkanki łączne oznaczone literami A oraz B.



Na podstawie: <http://www.histology-world.com/>

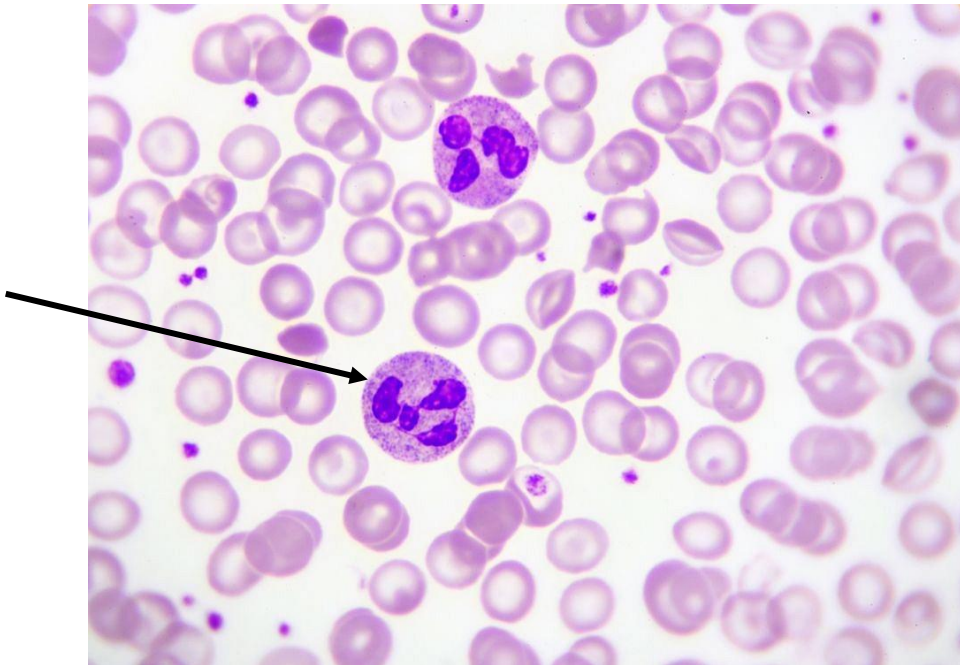
A - .....

B - .....

**Zadanie 1.2 (0-2)**

Na poniższej fotografii przedstawiono mikroskopowy rozmaz krwi człowieka.

Nazwij komórkę wskazywaną przez strzałkę, a następnie oceń poprawność przedstawionych w tabeli informacji. Zaznacz P, jeśli podana informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.



.....

.....

.....

1.	Najliczniejszą grupą leukocytów są limfocyty.	P	F
2.	Monocyty są największymi komórkami wśród leukocytów występujących we krwi.	P	F

## **Schemat oceniania zadania 1.**

### **1.1**

**1 p.** – za podanie poprawnych nazw obu przedstawionych na zdjęciu tkanek łącznych.

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

#### **Odpowiedź:**

A - tkanka tłuszczowa

B - tkanka chrzęstna

#### **Komentarz:**

A – jest to tkanka tłuszczowa, widoczne są komórki posiadające dużą kroplę tłuszczu.

B – jest to tkanka chrzęstna, jej komórki ułożone są w jamkach.

### **1.2**

**2 p.** – za poprawną ocenę dwóch informacji ORAZ prawidłowe nazwanie komórki

**1 p.** – za poprawną ocenę dwóch informacji LUB prawidłowe nazwanie komórki

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

#### **Odpowiedź:**

neutrofil/granulocyt obojętnochłonny

FP

#### **Komentarz:**

Na fotografii zaznaczony jest neutrofil – posiada on charakterystyczne segmentowane jądro komórkowe.

1. Najliczniejszą grupą leukocytów są neutrofile.

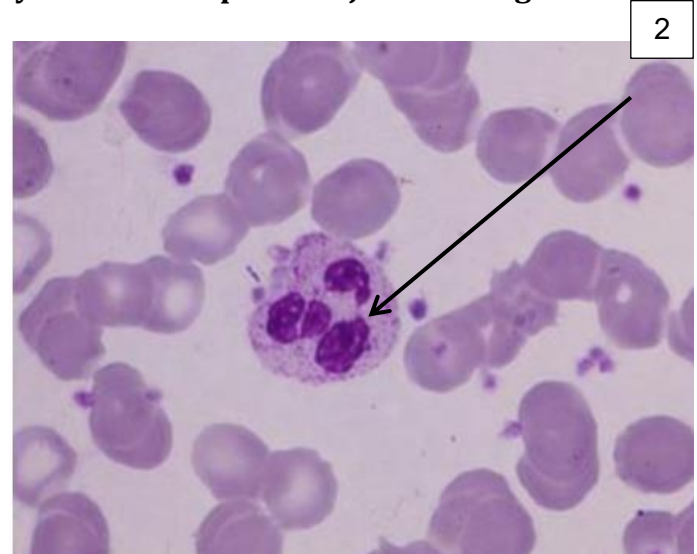
2. Monocyty to największe komórki obecne we krwi. Po przejściu do tkanek stają się one makrofagami.

**Zadanie 2.**

Choroba wywoływana jest przez przeciwciała hemolizujące czerwone krwinki płodu i noworodka. Powstanie przeciwciał jest skutkiem przedostania się do krwi matki innych antygenowo krwinek czerwonych niż jej własne. Takie krwinki mogą przedostać się do krwi matki podczas transfuzji lub w czasie ciąży od płodu

**Zadanie 2.1 (0-1)**

Podaj nazwy komórek, które zostały oznaczone cyframi 1-2 na poniższej mikrofotografii.



1- .....

2- .....

**Zadanie 2.2 (0-1)**

Wyjaśnij, dlaczego niezgodność w zakresie grup krwi w układzie AB0 pomiędzy matką a płodem generalnie nie ma negatywnych konsekwencji.

.....

.....

.....

.....

.....

### Zadanie 2.3 (0-1)

**Podkreśl w każdym nawiasie właściwe określenie.**

Rozpad erytrocytów prowadzi do wzrostu stężenia jonów (sodu/potasu/wapnia) we krwi. Przeciwciała anti-D pojawiają się we krwi (w trakcie życia płodowego/po narodzinach/po ekspozycji na odpowiedni antygen), zaś przeciwciała anti-A i anti-B pojawiają się we krwi (bez ekspozycji na odpowiedni antygen/po ekspozycji na odpowiedni antygen).

### Zadanie 2.4 (0-1)

Mężczyzna który posiada grupę krwi Rh+ (genotyp Dd) planuje potomstwo z kobietą której grupa krwi nie jest znana, jednakże wiadomo że jej rodzice posiadają grupy krwi Rh+ i genotypy Dd.

**Określ szansę (w %) na wystąpienie konfliktu serologicznego w trakcie ciąży opisanej kobiety i jej partnera.**

.....

.....

.....

### Zadanie 2.5 (0-1)

W poniższej tabeli przedstawiono zakresy referencyjne stężeń hemoglobiny we krwi w zależności od wieku mężczyzny.

Wiek (lata)	Zakres referencyjny (g/dl)
0 (po narodzinach)	13,9-19,1
5	10,2-12,7
10	10,7-13,4
15	11,0-14,5
20	11,9-15,4

Na podstawie danych z tabeli wykonaj wykres liniowy ilustrujący wpływ wieku mężczyzny na górną i dolną granice zakresu referencyjnego stężenia hemoglobiny we krwi. Zastosuj jeden układ współrzędnych.

### Schemat oceniania zadania 2

#### 2.1

**1 p.** – za podanie dwóch prawidłowych odpowiedzi.

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

#### Odpowiedź:

1 – limfocyt

2 – neutrofil/granulocyt obojętnochłonny

**Komentarz:** limfocyt posiada charakterystyczne okrągłe jądro, zaś neutrofile posiadają członowane jądro (liczba członów jest zmienna w zależności od stopnia dojrzałości komórki).

## 2.2

**1 p.** – za prawidłowe wyjaśnienie uwzględniające: 1) klasę przeciwciał anty-A i anty-B 2) brak przechodzenia wspomnianych przeciwciał przez łożysko 3) brak negatywnych konsekwencji niezgodności grupowej pomiędzy matką a płodem w zakresie układu AB0

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

### Odpowiedź:

- Przeciwciała anty-A i anty-B są przeciwciałami klasy IgM, dlatego nie przechodzą one przez łożysko i niezgodność grupowa w zakresie układu AB0 pomiędzy matką i płodem nie ma negatywnych konsekwencji.
- Przeciwciała skierowane przeciwko antygenom z układu AB0 należą do klasy IgM, która nie przechodzi przez łożysko. W związku z powyższym przeciwciała te nie mogą doprowadzać do zniszczenia niezgodnych grupowo krwinek płodu.

**Komentarz:** przeciwciała anty-D są przeciwciałami klasy IgG, zaś przeciwciała anty-A i anty-B są przeciwciałami klasy IgM. Przez łożysko przechodzą jedynie przeciwciała klasy IgG w związku z czym konflikt serologiczny jest konsekwencją niezgodności w zakresie grup krwi w układzie Rh (bardzo rzadko zdarza się, że przeciwciała anty-A i anty-B są przeciwciałami klasy IgG, wtedy niezgodność grup w układzie AB0 może mieć negatywne konsekwencje dla płodu).

## 2.3

**1 p.** – za prawidłowe podkreślenie trzech określeń.

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

### Odpowiedź:

Rozpad erytrocytów prowadzi do wzrostu stężenia jonów (sodu/potasu/wapnia) we krwi. Przeciwciała anty-D pojawiają się we krwi (w trakcie życia płodowego/po narodzinach/po ekspozycji na odpowiedni antygen), zaś przeciwciała anty-A i anty-B pojawiają się we krwi(bez ekspozycji na odpowiedni antygen/po ekspozycji na odpowiedni antygen).

**Komentarz:** rozpad komórek obecnych we krwi doprowadza do wzrostu stężenia jonów potasu w tym płynie ustrojowym, ponieważ potas jest głównym elektrolitem przestrzeni wewnątrzkomórkowej. Przeciwciała anty-D powstają w organizmie dopiero po ekspozycji na antygen-D, zaś przeciwciała anty-A i anty-B wytwarzane są bez takiej ekspozycji (w przypadku każdego układu grupowego krwi wygląda to inaczej).

## 2.4

**1 p.** – za podanie prawidłowej odpowiedzi

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

### Odpowiedź:

- 12,5%/13%

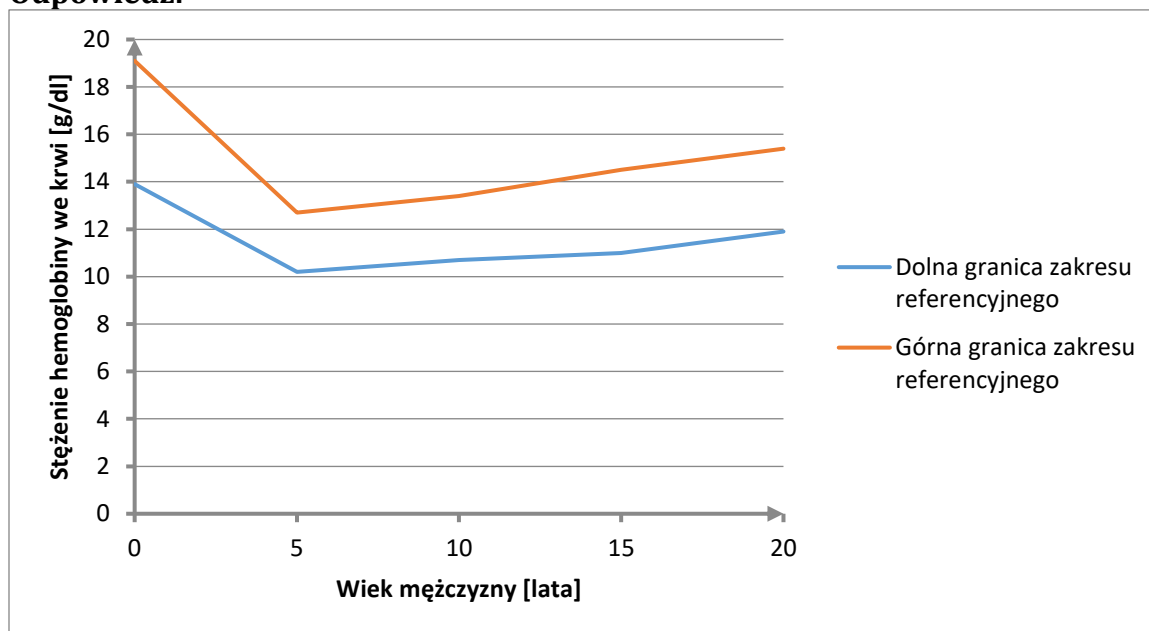
**Komentarz:** konflikt serologiczny może wystąpić wyłącznie u kobiety z grupą krwi Rh- (genotyp dd), w przypadku gdy płód posiada grupę krwi Rh+ (DD lub Dd). Rodzice kobiety byli heterozygotami, zatem stosunek genotypów w ich potomstwie był następujący DD:Dd:dd 1:2:1 – zatem jest 25% szans na grupę krwi Rh- u tej u kobiety. Krzyżówka dd (kobieta) x Dd (mężczyzna) daje nam genotypy Dd:dd w stosunku 1:1, mamy zatem 50% szans na wystąpienie grupy Rh+ u płodu. Wymnożenie otrzymanych procentów daje nam 12,5%.

## 2.5

**1 p.** – za prawidłowe narysowanie wykresu (nazwanie i wyskalowanie osi, wykonanie legendy, narysowanie krzywych).

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

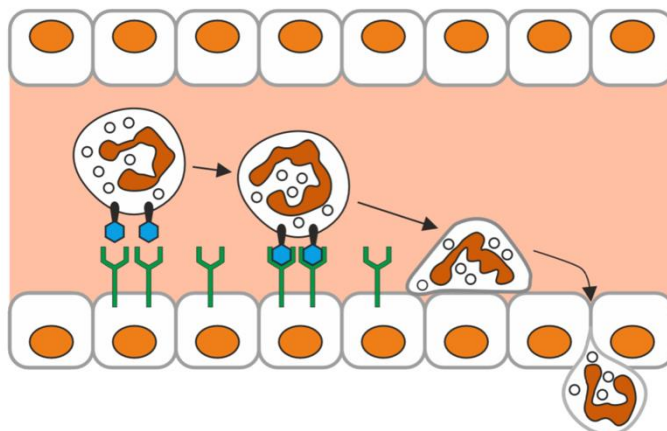
### Odpowiedź:



**Komentarz:** wiek mężczyzny jest zmienną niezależną, zatem umieszczamy go na osi X, zaś stężenie hemoglobiny we krwi jest zmienną zależną, zatem umieszczamy je na osi Y. Obie osie należy wyskalować i podać odpowiednią jednostkę. Ze względu na rysowanie dwóch krzywych (rysujemy je tylko w zakresie przedstawionych danych) na jednym wykresie konieczne jest wykonanie legendy.

### Zadanie 3.

Proces w trakcie którego leukocyty opuszczają ścianę naczyń nazywany jest diapedezą. Zasadniczo dzieli się go na cztery: adhezję (przyleganie do odpowiednich receptorów), toczenie, ścisłą adhezję oraz przejście przez ścianę naczyń. Schemat procesu przedstawiony został poniżej.



Jednym z czynników zapobiegających diapedezie jest glikokaliks pokrywający komórki śródbłónka od strony światła naczyń, który posiada w swojej strukturze liczne grupy siarczanowe.

#### Zadanie 3.1 (0-1)

**Wyjaśnij** (wiedząc że powierzchnia komórek krwi jest naładowana ujemnie) dlaczego glikokaliks obecny na powierzchni komórek śródbłónka zapobiega adhezji leukocytów.

.....

.....

.....

.....

.....

#### Zadanie 3.2 (0-1)

**Rozstrzygnij** czy jest możliwe oznaczenie liczby makrofagów we krwi. Odpowiedź **uzasadnij**.

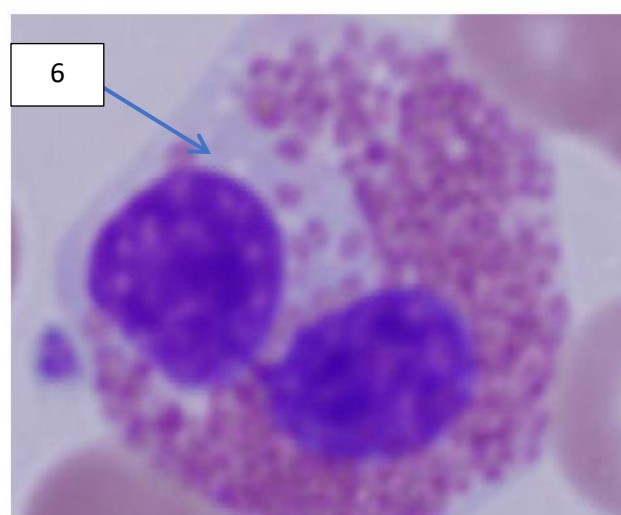
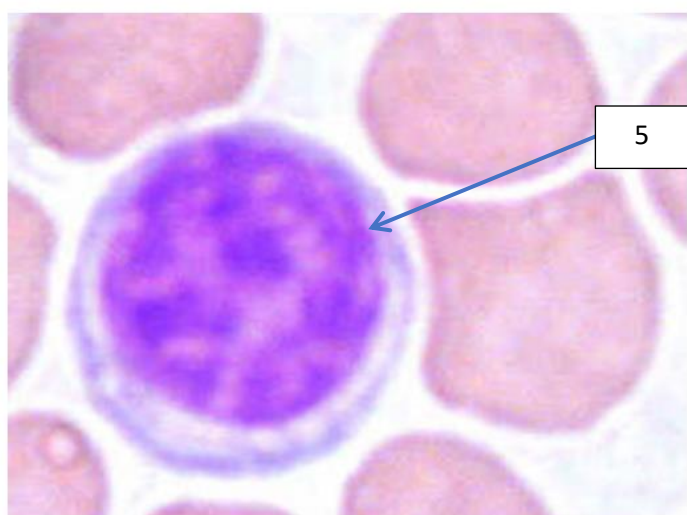
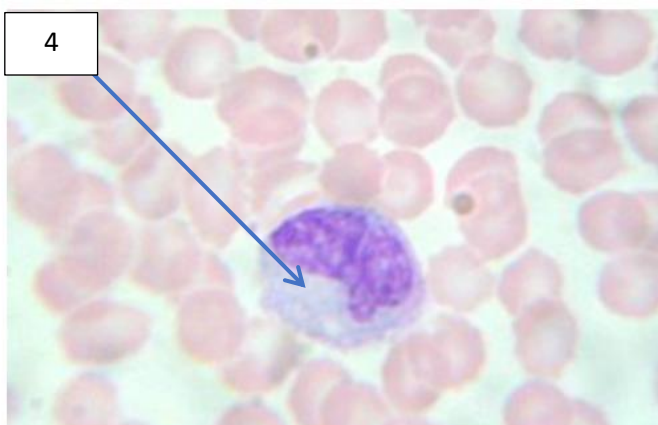
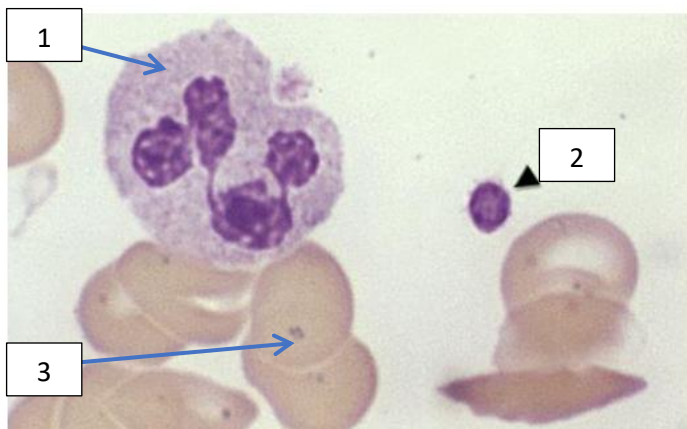
.....

.....

.....

### Zadanie 3.3 (0-1)

**Wybierz** cyfry, którymi oznaczono komórki posiadające zdolność do fagocytozy.



.....

.....

.....

### Zadanie 3.4 (0-1)

**Podkreśl** w każdym nawiasie właściwe określenie.

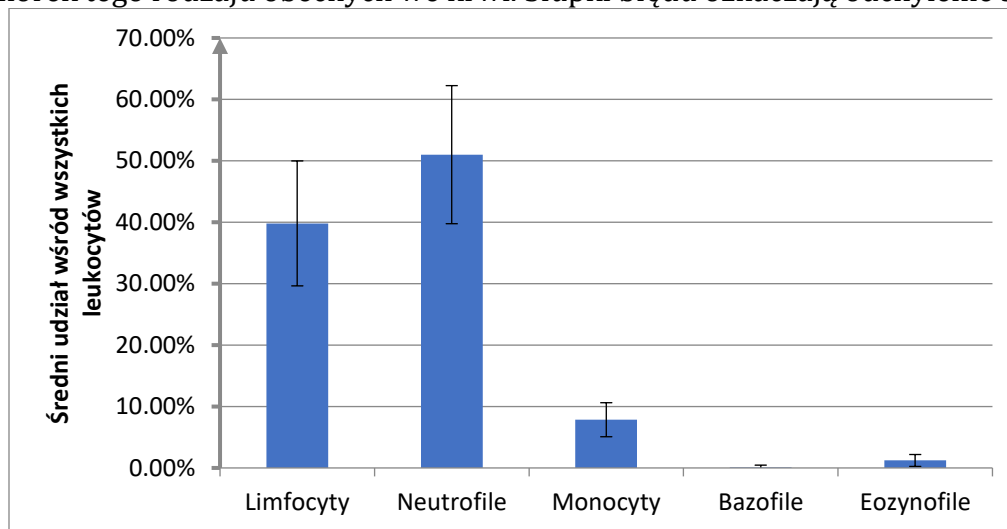
Zarażenia pasożytami skutkują znacznym wzrostem liczby (neutrofilii/eozynofilii/bazofilii) we krwi.

Przeciwciała IgE mają szczególny wpływ na funkcjonowanie (limfocytów B/bazofilii/neutrofilii).

Zakażenia wirusowe doprowadzają do znacznego wzrostu komórek (fagocytujących/cytotoksycznych) we krwi.

### Zadanie 3.5 (0-1)

Na poniższym wykresie przedstawiono średni procentowy udział poszczególnych leukocytów wśród wszystkich komórek tego rodzaju obecnych we krwi. Słupki błędów oznaczają odchylenie standardowe.



**Oceń**, czy poniższe interpretacje przedstawionych wyników badań są prawidłowe. **Zaznacz T** (tak), jeśli interpretacja wyników jest prawidłowa, albo **N** (nie) – jeśli jest nieprawidłowa.

1.	Średni procentowy udział neutrofile wśród wszystkich leukocytów wykazuje największe zróżnicowanie spośród oznaczanych komórek.	T	N
2.	W przypadku każdego z pomiarów średni procentowy udział neutrofile wśród wszystkich leukocytów był większy od udziału limfocytów.	T	N

### Schemat oceniania zadania 3.

#### 3.1

**1 p.** – za prawidłowe wyjaśnienie uwzględniające: 1) ujemny ładunek glikokaliksu 2) ujemny ładunek powierzchni leukocytów 3) elektrostatyczne odpychanie leukocytów od glikokaliksu

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

#### Odpowiedź:

- Liczne grupy siarczanowe w obrębie glikokaliksu sprawiają, że ma on ujemny ładunek, co sprawia że odpycha on elektrostatycznie leukocyty, których powierzchnia również jest naładowana ujemnie.

- Ze względu na fakt, iż zarówno powierzchnia leukocytów jak i glikokaliks, który posiada liczne grupy siarczanowe, posiadają ładunek ujemny, dochodzi do ich wzajemnego elektrostatycznego odpychania.

**Komentarz:** glikokaliks obecny na powierzchni komórek śródbłonna od światła naczynia posiada liczne grupy siarczanowe ( $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ) co zapewnia mu ujemny ładunek. Taki sam ładunek posiada powierzchnia leukocytów, co sprawia że wymienione elementy odpychają się elektrostatycznie od siebie.

#### 3.2

**1 p.** – za prawidłowe rozstrzygnięcie (nie) oraz uzasadnienie odnoszące się do powstawania makrofagów po opuszczeniu naczyń krwionośnych.

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

**Odpowiedź:**

- Nie, ponieważ powstają one po opuszczeniu naczyń krwionośnych.
- Makrofagi powstają z monocytów po opuszczeniu naczyń krwionośnych, zatem nie.

**Komentarz:** we krwi obecne są monocyty, które po opuszczeniu naczyń krwionośnych przekształcają się w makrofagi – komórki te posiadają zdolność do fagocytozy i prezentowania antygenów.

**3.3**

- 1 p.** – za wybranie trzech prawidłowych odpowiedzi.
- 0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

**Odpowiedź:**

1, 4, 6 (kolejność nie ma znaczenia)

**Komentarz:**

- 1 - neutrofil (członowane jądro), jest to typowa komórka fagocytująca
- 2 - płytkka krwi
- 3 - erytrocyt
- 4 - monocyty, duża komórka z jądrem o nieregularnym kształcie posiadająca zdolność do fagocytozy
- 5 - limfocyt
- 6 - eozynofil (okularowe jądro), jest to typowa komórka fagocytująca

**3.4**

- 1 p.** – za prawidłowe podkreślenie wszystkich trzech określeń.
- 0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

**Odpowiedź:**

Zarażenia pasożytami skutkują znacznym wzrostem liczby (neutrofilii/eozynofilii/bazofilii) we krwi. Przeciwciała IgE mają szczególny wpływ na funkcjonowanie (limfocytów B/bazofilii/neutrofilii). Zakażenia wirusowe doprowadzają do znacznego wzrostu komórek (fagocytujących/cytotoksycznych) we krwi.

**Komentarz:** liczba neutrofilii (komórki fagocytujące) znacznie wzrasta podczas zakażeń bakteryjnych (większość bakterii nie wnika do komórek zakażanego organizmu), liczba eozynofilii w trakcie zarażeń pasożytami, zaś bazofilii w trakcie reakcji alergicznych (komórki te posiadają receptory dla przeciwciał IgE). Zakażenia wirusowe (oraz bakteryjne w przypadku bakterii wnikających do wnętrza komórek) doprowadzają do wzrostu liczby komórek posiadających właściwości cytotoksyczne.

**3.5**

- 1 p.** – za wybranie dwóch prawidłowych odpowiedzi
- 0 p.** – za wybranie jednej prawidłowej odpowiedzi lub za brak odpowiedzi.

**Odpowiedź:**

TN

**Komentarz:**

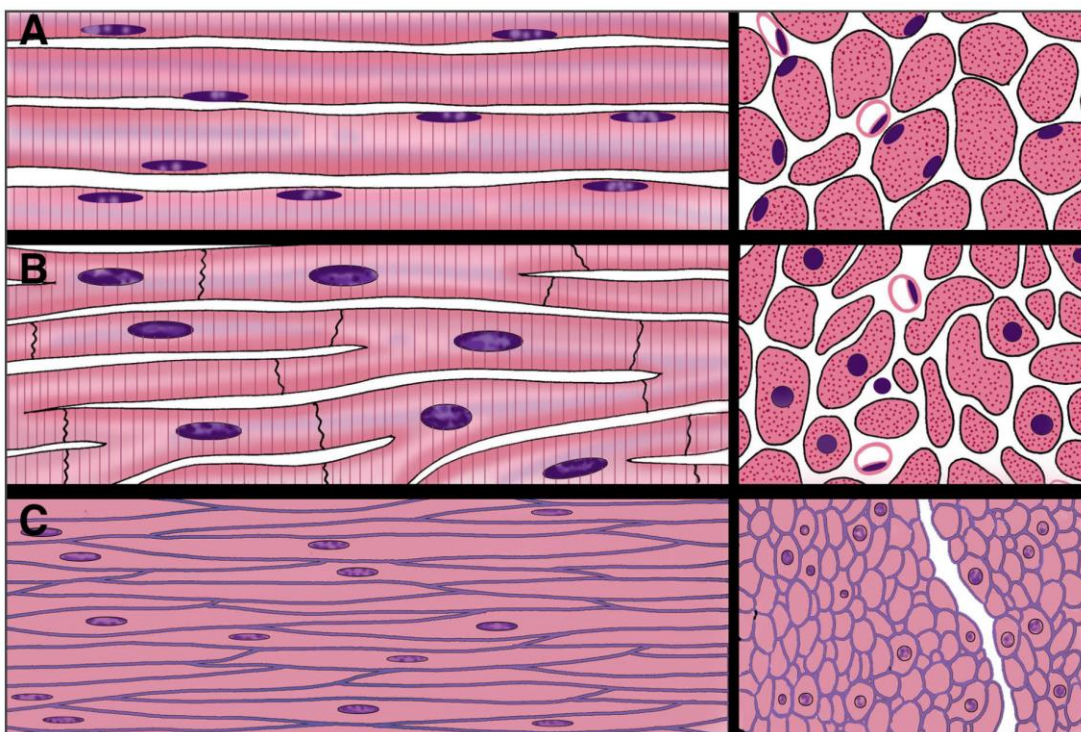
- 1. Odchylenie standardowe jest w tym przypadku największe, co jest równoznaczne z największym zróżnicowaniem pomiarów.
- 2. Nie zostały podane minimalne i maksymalne wartości pomiarów, zatem nie możemy wyciągać takich wniosków.

### 3. TKANKA MIĘŚNIOWA

Wywodzi się z mezodermy zorganizowanej w miotomy. Proces różnicowania polega przede wszystkim na tworzeniu wydłużonych komórek zdolnych do wytwarzania białek kurczliwych.

Na podstawie różnic w budowie i funkcji dzielimy tkankę mięśniową na:

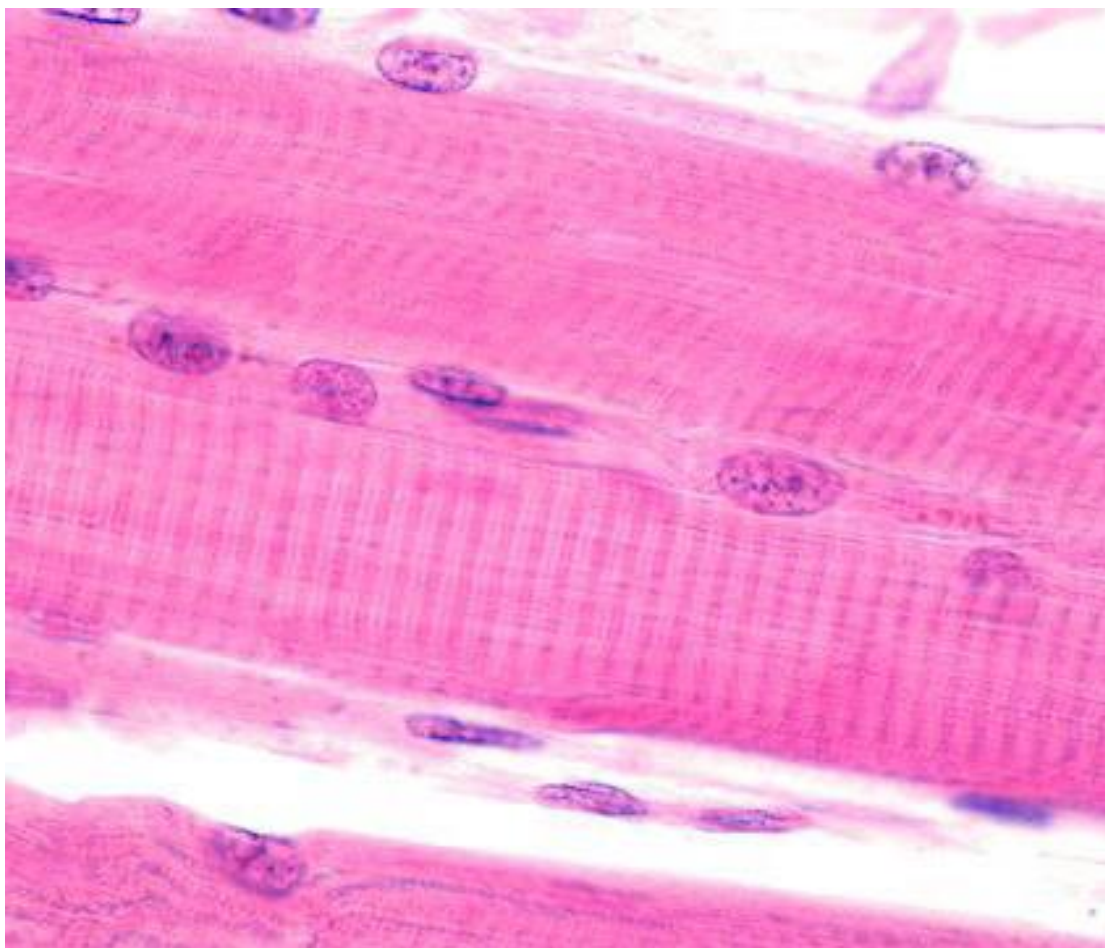
- **poprzecznie prążkowaną szkieletową** – zbudowaną z pęczków długich wielojądrzastych komórek. Kurczy się szybko i silnie pod kontrolą woli,
- **poprzecznie prążkowaną sercową** – zbudowaną z pojedynczych komórek, które łącząc się końcami, wytwarzają szeregi komórek, przedzielone poprzecznie tzw. wstawkami. Kurczy się rytmicznie, niezależnie od woli,
- **gładką** – tworzą ją, nie wykazujące w przeciwieństwie do poprzednich typów, prążkowania poprzecznego. Jej skurcz jest powolny, ale długotrwały i niezależny od woli.



Komórki mięśniowe są wysoko zróżnicowane, o bardzo charakterystycznej budowie, z tego względu ich błonę komórkową nazywa się sarkolemą. Na jej powierzchni znajduje się bezpostaciowa blaszka podstawna, którą zwykle pokrywa siateczka cienkich włókien tkanki łącznej, głównie siateczkowych i sprężystych. Cytosol zaś nazywa się sarkoplazmą, a siateczkę śródplazmatyczną gładką – siateczką sarkoplazmatyczną.

### 3.1 MIĘŚNIE POPRZECZNIE PRAŻKOWANE SZKIELETOWE

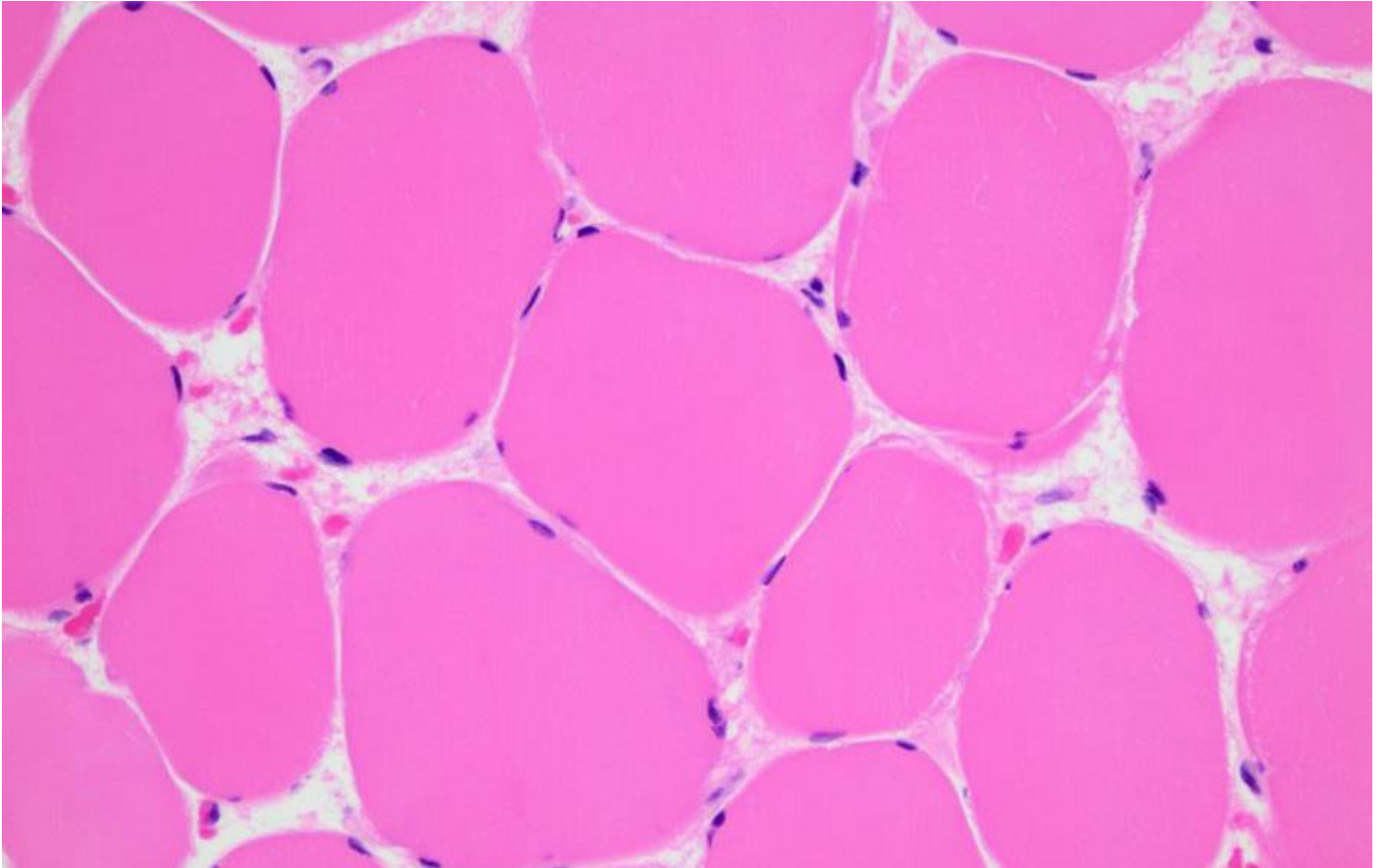
Tworzą je długie (do 40 cm), **wielojądrzaste komórki** nazywane **włóknami mięś niowymi**. Powstają one w okresie rozwoju płodowego ze zlania się wielu jednojądrzastych komórek – **mioblastów**.



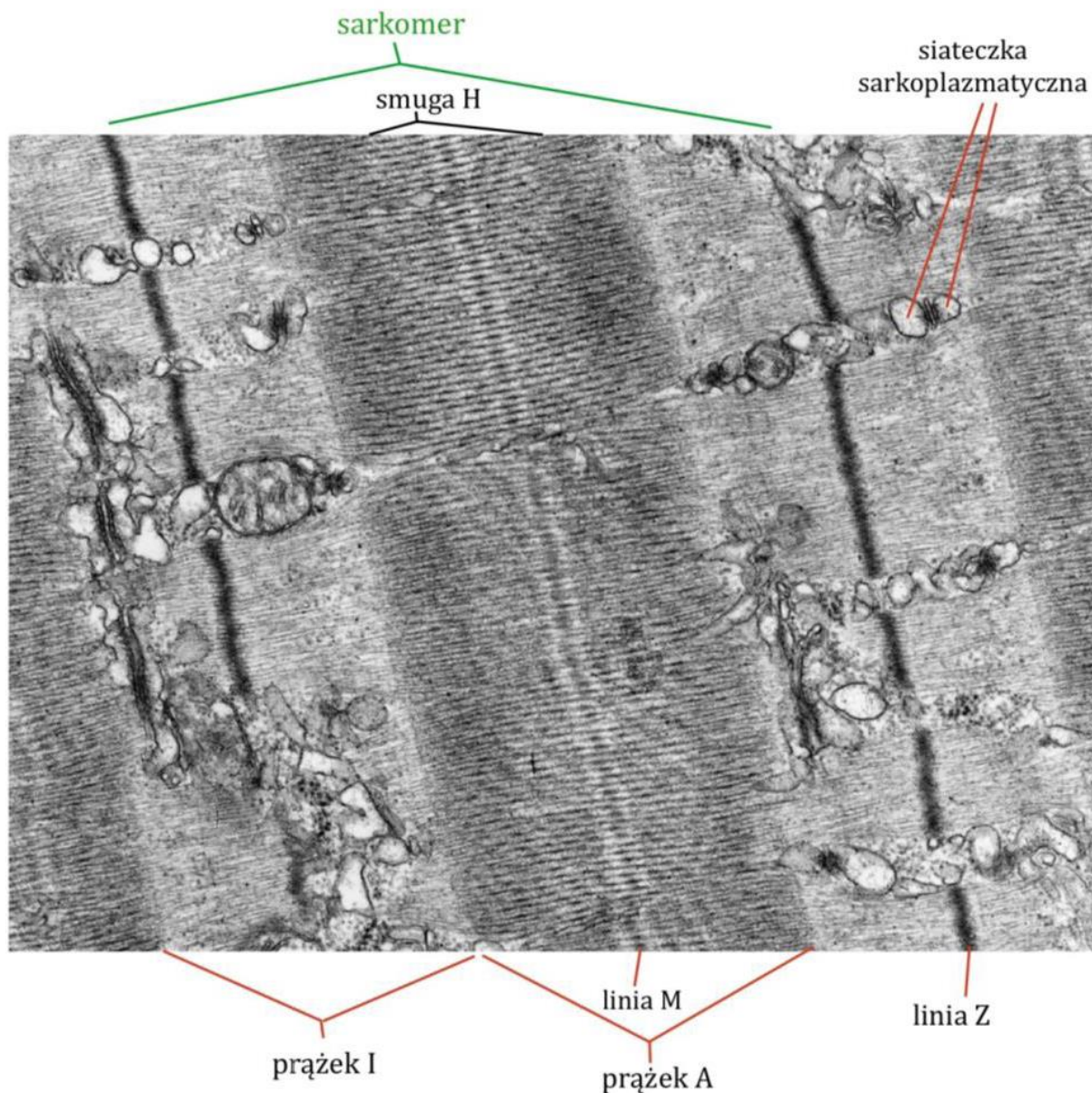
Mioblasty powstają z mniej zróżnicowanych komórek **sarkoblastów**. Część tych komórek, tzn. sarkoblastów nie podlega zróżnicowaniu i towarzyszy mięśniowym jako tzw. **komórki satelitowe**. Mają one charakter *komórek macierzystych*, umożliwiając wzrost włókien mięś niowych, których jądra nie są w stanie się dzielić.



Budując mięsień włókna mięśniowe ułożone są równolegle, bok do boku. Jednak ze względu na to, że zwykle włókno mięśniowe jest krótsze niż cały mięsień, o integralności mięśnia decyduje **tkanka łączna**.

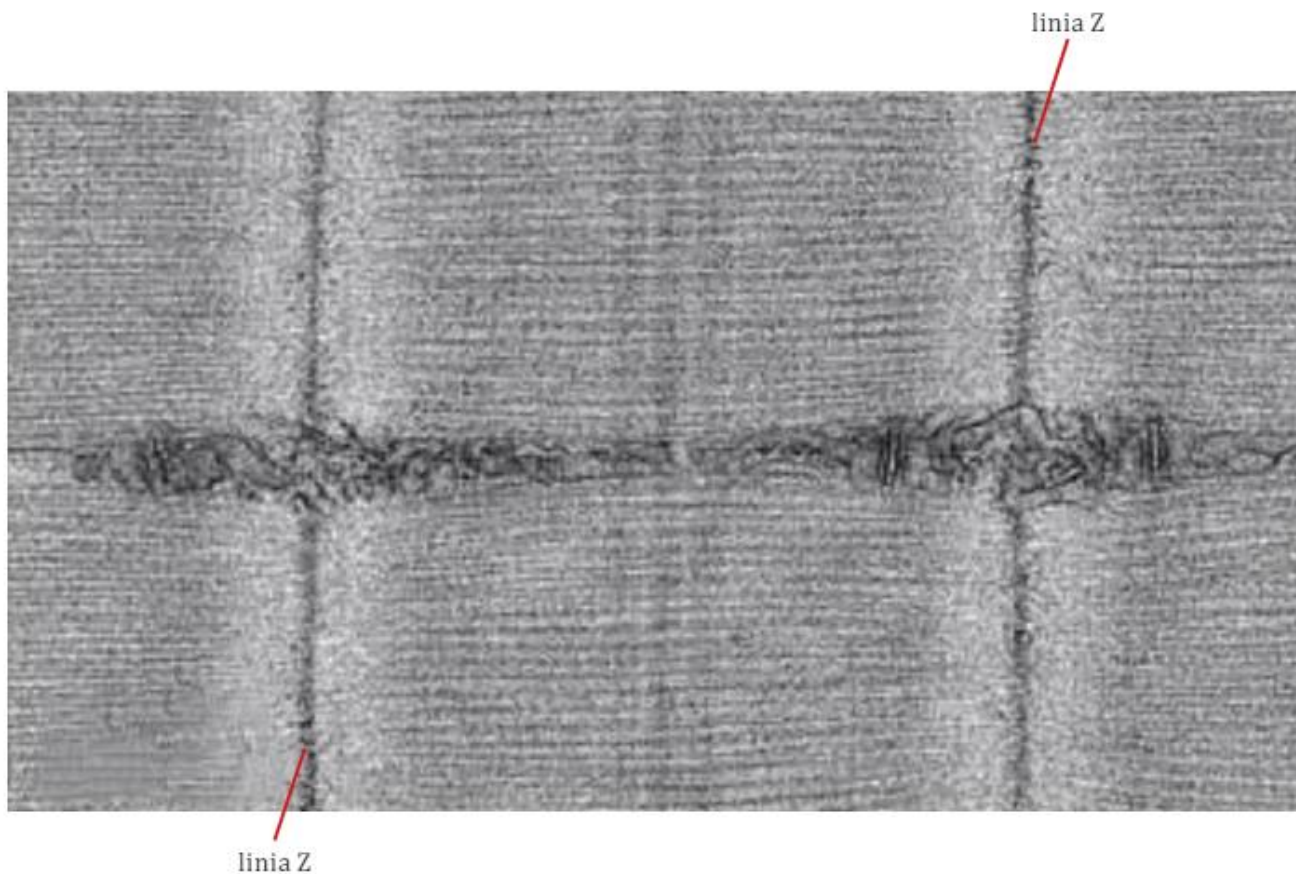


Na przekroju podłużnym włókna mięsniowe widać pod sarkolemą liczne jądra komórkowe, a we wnętrzu sarkoplazmy liczne **włókienka mięśniowe** (miofibryle), ułożone równolegle do siebie w długiej osi włókna mięsniowego. Pomiedzy włókienkami mięsniowymi widać mitochondria oraz błony gładkiej siateczki sarkoplazmatycznej.



Na przebiegu włókien mięsniowych widoczne są prążki **izotropowe** (jasne) i **anizotropowe** (ciemne). Analiza tych prążków wykazuje, że włókienko zbudowane jest z powtarzających się jednostek strukturalnych, które nazywamy **sarkomerami**.

Granice sarkomeru stanowią **linie graniczne Z**, przebiegające przez środek **prążka izotropowego (I)**. Tak więc w mikroskop świetlny sarkomer widziany jest jako fragment włókienka mięśniowego, którego granice stanowią błonki  $Z_a$  wewnątrz 1/2 prążka jasnego I, przy jednej i drugiej błonki Z, oraz prążek ciemny A, przez środek którego przebiega jasny prążek H.



Natomiast w mikroskopie elektronowym obserwuje się bardziej złożoną strukturę sarkomeru. Tworzą go **miofilamenty cienkie i grube**, w liczbie ok. 15.000. Prążek jasny I tworzą filamenty cienkie, a prążek ciemny A zarówno cienkie jak i grube, przy czym w prążku H brak filamentów cienkich. Układ wzajemny miofilamentów jest bardzo regularny, co szczególnie jest widoczne na przekrojach poprzecznych np. w prążku A widać grube filamenty otoczone przez filamenty cienkie w układzie heksagonalnym.

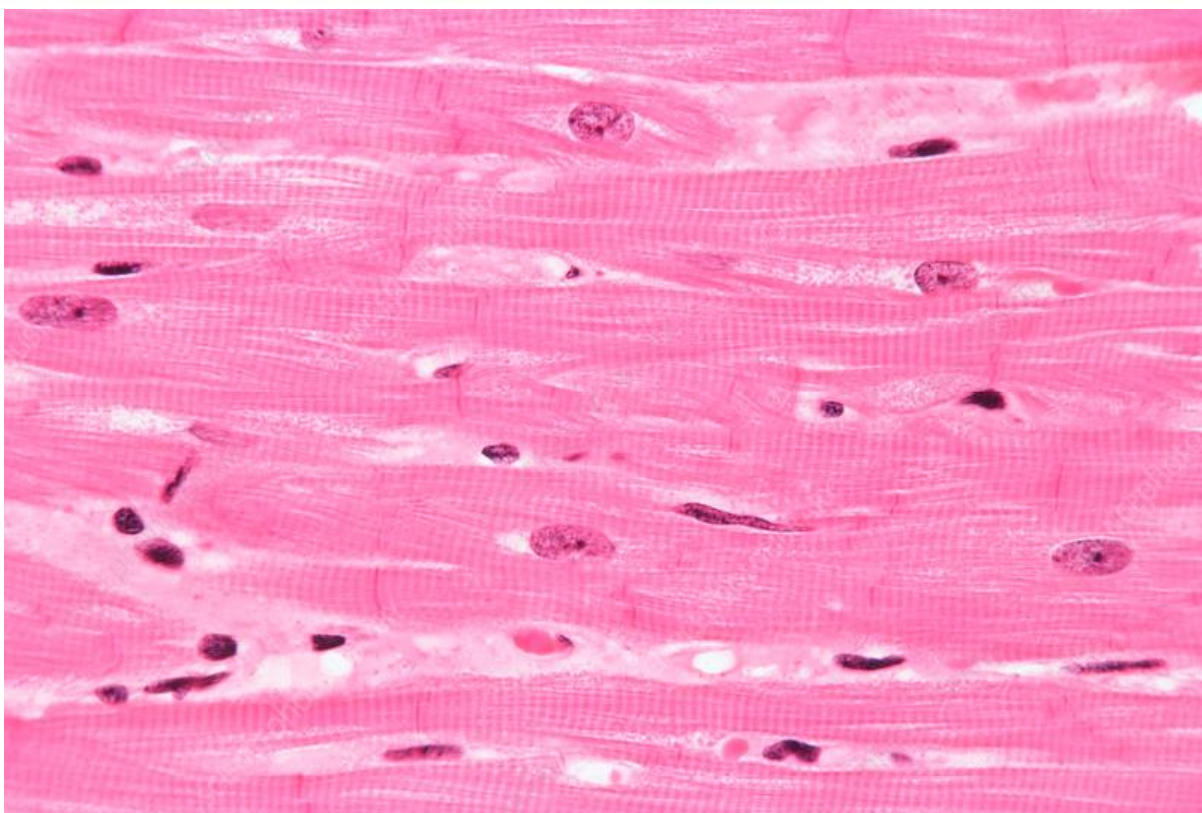
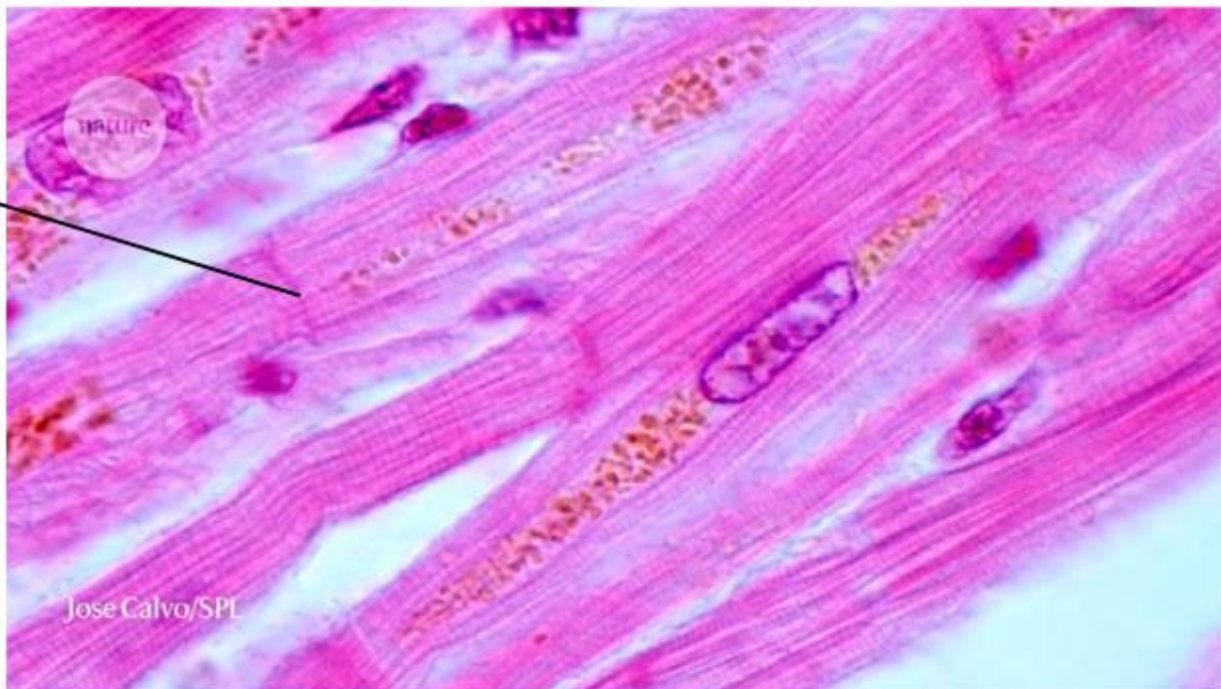
**Miofilamenty cienkie** utworzone są z 3 rodzajów białek:

- **aktyny,**
- **tropomiozyny,**
- **troponiny.**

### 3.2 TKANKA MIĘŚNIOWA POPRZECZNIE PRAŻKOWANA SERCA

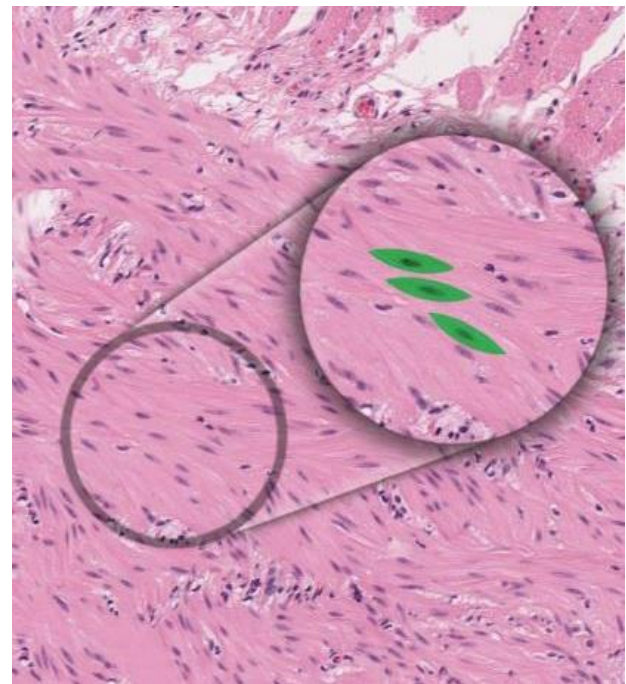
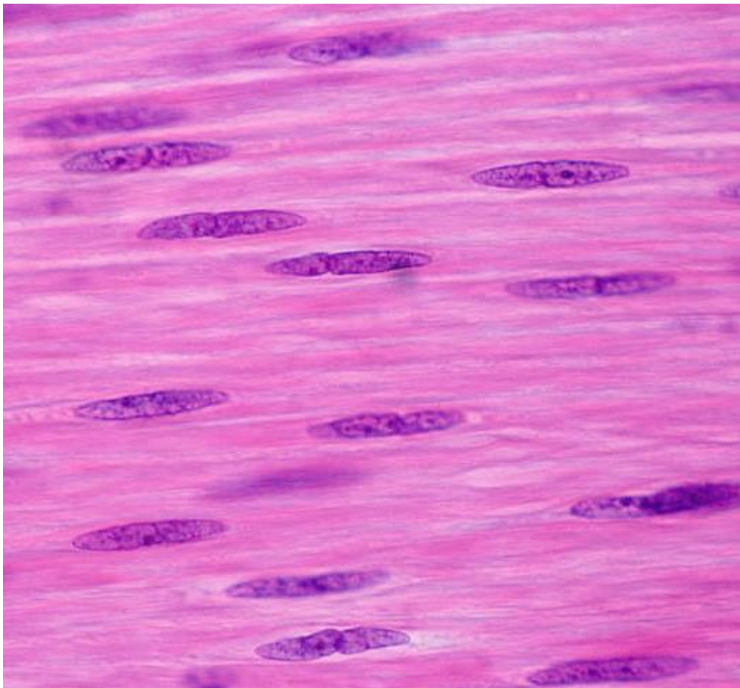
W przeciwieństwie do mięśnia szkieletowego tworzą go jednojądrzaste komórki, łączące się w szeregi poprzez złącza przyjmujące postać tzw. **wstawek**. Mają one postać prostej lub ciemnej linii w poprzek szeregu komórek sercowych. Wstawki tworzone są przez **silnie pofałdowane błony stykających się komórek mięśniowych**, przy czym widoczne są strefy przylegania, desmosomy i połączenia szczelinowe. Mają one za zadanie silnie złączyć komórki oraz wytworzyć sprzężenie czynnościowe.

wstawka



### 3.3 TKANKA MIĘŚNIOWA GŁADKA

Tworzą ją **jednojądrzaste**, wrzecionowate komórki.



Zawierają liczne mitochondria, mają dobrze rozwiniętą siateczkę śródplazmatyczną i aparat Golgiego. Leżą pojedynczo (tkanka łączna luźna) lub ułożone są w warstwy tworząc błony mięśniowe (naczynia, jelita, drogi moczowe, macica). Na ich powierzchni znajduje się bezpostaciowa blaszka podstawna, a na niej włókna siateczkowe.

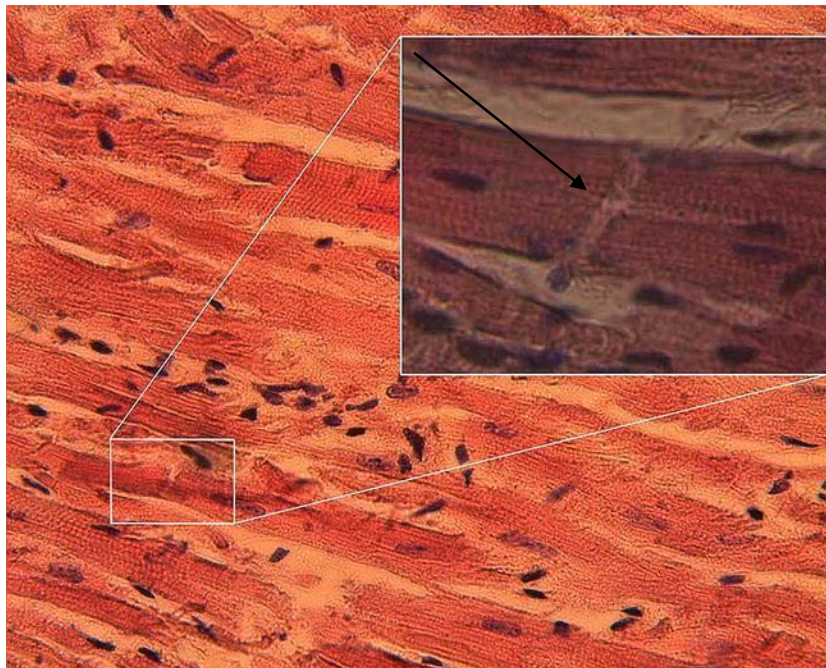
Wewnątrz cytozolu znajdują się skośnie przebiegające pęczki:

- **filamentów cienkich (aktynowych)**,
- **filamentów grubych (miozynowych)**.

Pęczki te (filamenty cienkie) połączone są z sarkolemą poprzez tzw. taśmy gęste, łączą się one również z ciałkami gęstymi wewnątrz cytozolu. Cienkie i grube filamenty wykazują różnice w stosunku do mięśnia szkieletowego, „cienkie” nie zawierają troponiny, a „grube” mają inny układ „główek”. Ciałka gęste i taśmy gęste zawierają białko alfa-aktyninę podobnie jak linie Z w mięśniu szkieletowym. Występują także filamenty pośrednie (desminowe).

### Zadanie 4.1 (0-2)

Na poniższej mikrofotografii przedstawiona została tkanka mięśniowa.



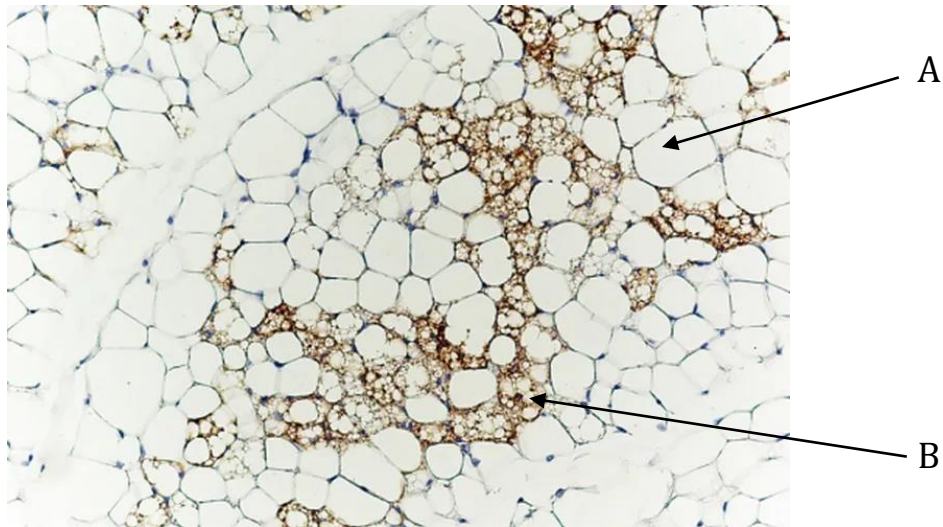
<https://eszkola.pl/biologia/tkanka-miesniowa-poprzecznie-prazkowana-serca-3473.html>

**Zaznacz P, jeśli podana informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.**

1.	Na mikrofotografii przedstawiono tkankę mięśniową poprzecznie prążkowaną szkieletową.	P	F
2.	Na mikrofotografii strzałką zaznaczono zastawkę.	P	F
3.	W przekazywaniu impulsu elektrycznego pomiędzy komórkami mięśnia sercowego biorą udział desmosomy.	P	F

### Zadanie 4.2 (0-1)

Na poniższej mikrofotografii przedstawiona została tkanka łączna.



Na podstawie: <https://directorsblog.nih.gov/tag/adipose-tissue/>

**Rozstrzygnij**, który rodzaj komórek (A/B) występuje w dużej liczbie w organizmach niewielkich zwierząt i związany jest z termogenezą. Odpowiedź **uzasadnij odwołując się** do stosunku powierzchni ciała do objętości.

.....

.....

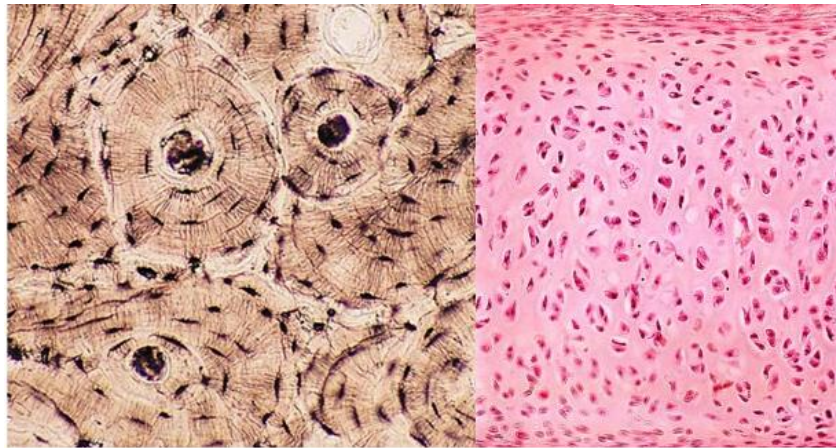
.....

**Zadanie 4.3 (0-1)**

Na poniższych mikrofotografiach przedstawiono dwie tkanki zwierzęce.

A

B



Na podstawie: [https://en.wikipedia.org/wiki/Osteon#/media/File:Bone\\_connective\\_tissue.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Osteon#/media/File:Bone_connective_tissue.jpg) oraz <http://www.histology-world.com/>

**Rozstrzygnij, która z tkanek (A/B) posiada większą zdolność do regeneracji. Odpowiedź uzasadnij.**

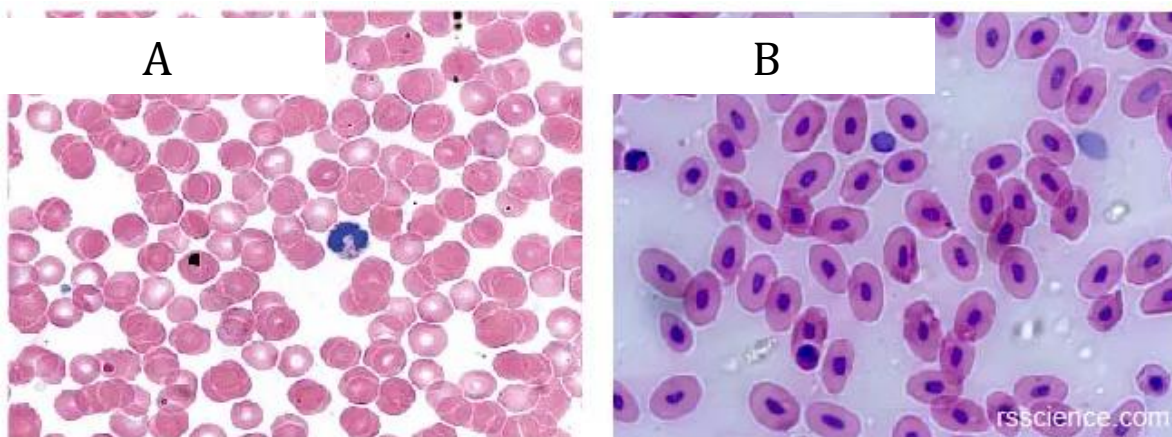
.....

.....

.....

### Zadanie 4.4 (0-1)

Na poniższych mikrofotografiach przedstawiono tę samą tkankę łączną występującą u dwóch różnych gatunków zwierząt.



Na podstawie: <https://rsscience.com/red-blood-cells/>

**Uzasadnij**, że komórki z mikrofotografii A są lepiej przystosowane do pełnienia swojej funkcji niż komórki z mikrofotografii B. W odpowiedzi **uwzględnij** nazwę tych komórek.

.....

.....

.....

### Schemat oceniania zadania 4.

#### 4.1

**2 p.** – za wybranie trzech prawidłowych odpowiedzi

**1 p.** – za wybranie dwóch prawidłowych odpowiedzi

**0 p.** – za wybranie jednej prawidłowej odpowiedzi lub za brak odpowiedzi.

#### Odpowiedź:

FFF

#### Komentarz:

1. Jest to tkanka mięśniowa poprzecznie prążkowana sercowa, możemy to stwierdzić między innymi po obecności wstawek.
2. Jest to wstawka. Zastawki również występują w sercu – zapobiegają one cofaniu się krwi.
3. W procesie tym biorą udział połączenia szczelinowe.

## 4.2

**1 p.** – za prawidłowe rozstrzygnięcie (B) oraz uzasadnienie odnoszące się do stosunku powierzchni ciała do objętości u niewielkich zwierząt.

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

### **Odpowiedź:**

- B, ponieważ tkanka ta odpowiada za wytwarzanie ciepła, zaś niewielkie zwierzęta tracą go stosunkowo dużo z powodu dużego stosunku powierzchni ciała do jego objętości.

- B, małe zwierzęta mają duży stosunek powierzchni ciała do objętości, przez co tracą dużo ciepła.

**Komentarz:** literą A oznaczona została komórka tkanki tłuszczowej żółtej, zaś literą B komórka tkanki tłuszczowej brunatnej. Niewielkie zwierzęta mają duży stosunek powierzchni ciała do jego objętości, przez co tracą one stosunkowo dużo ciepła. Jedną z funkcji tkanki tłuszczowej brunatnej jest wytwarzanie ciepła (termogeneza) – duża liczba komórek tej tkanki chroni zwierzę przed wychłodzeniem.

## 4.3

**1 p.** – za prawidłowe rozstrzygnięcie (A) oraz uzasadnienie odnoszące się do dobrego unaczynienia tkanki.

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

### **Odpowiedź:**

- A, ponieważ tkanka ta jest dobrze unaczyniona.

- Na mikrofotografii A przedstawiono tkankę kostną, która jest dobrze unaczyniona i unerwiona.

**Komentarz:** na mikrofotografii A przedstawiona została tkanka kostna, zaś na mikrofotografii B tkanka chrzęstna. Obydwie tkanki składają się z żywych komórek, jednakże tkanka kostna jest dobrze unaczyniona (co przekłada się na dużą zdolność do regeneracji) i unerwiona, zaś tkanka chrzęstna nie.

## 4.4

**1 p.** – za prawidłowe uzasadnienie uwzględniające: 1) nazwę przedstawionych komórek 2) funkcję przedstawionych komórek 3) zmniejszone zużycie tlenu przez komórki z mikrofotografii A spowodowane redukcją organelli LUB zwiększenie zawartości hemoglobiny w komórkach z mikrofotografii A wynikające z redukcji organelli.

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

### **Odpowiedź:**

- Erytrocyty z mikrofotografii A nie posiadają jądra komórkowego oraz innych organelli, zaś erytrocyty z mikrofotografii B je posiadają. Funkcją erytrocytów jest transport tlenu. Dzięki redukcji organelli erytrocyty A nie zużywają transportowanego tlenu, dzięki czemu lepiej pełnią swoją funkcję

- Erytrocyty z mikrofotografii A nie posiadają jądra komórkowego oraz innych organelli, dzięki czemu w komórce znajduje się więcej miejsca dla hemoglobiny, która umożliwia transportowanie większych ilości tlenu.

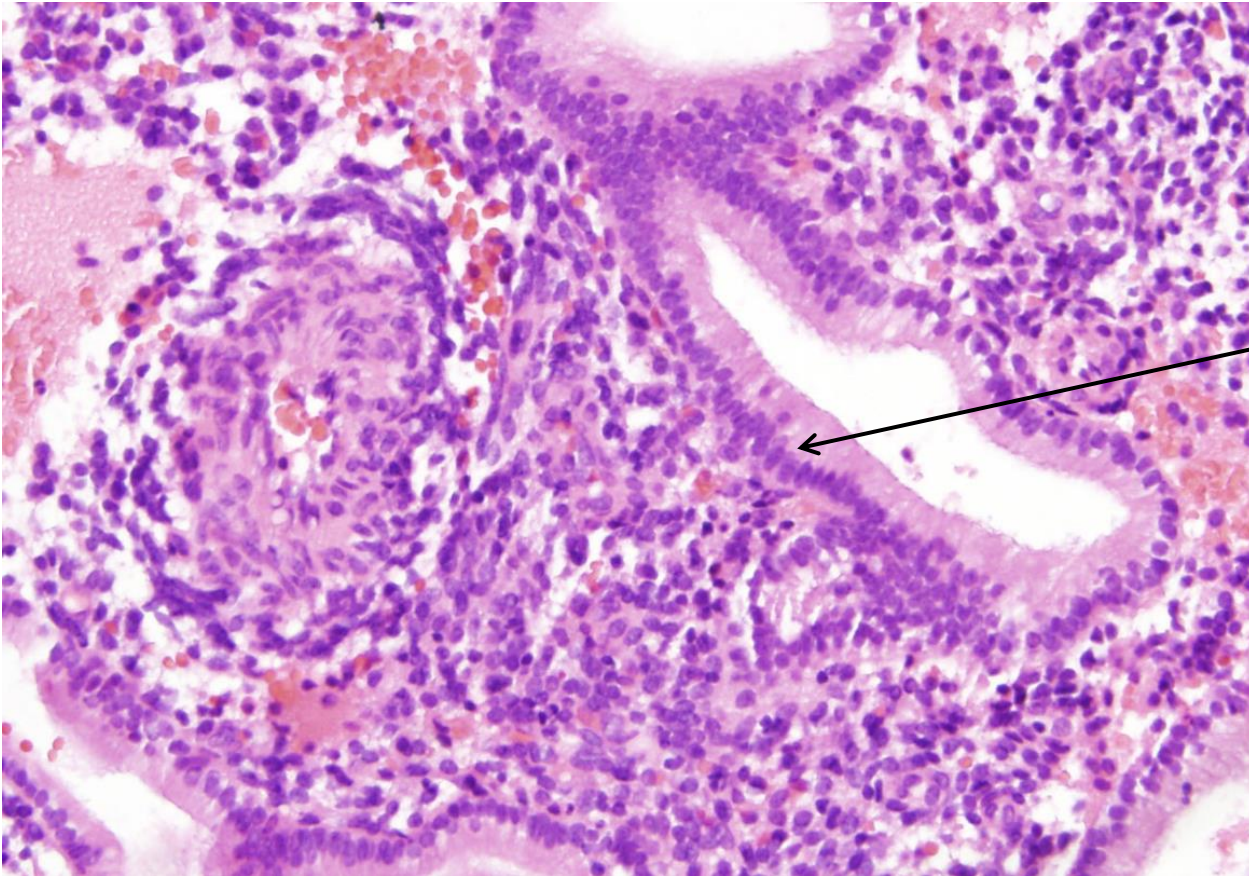
**Komentarz:** na mikrofotografii A przedstawiono erytrocyty ssaka, zaś na mikrofotografii B erytrocyty zwierzęcia niebędącego ssakiem. Erytrocyty ssaków (w przeciwieństwie do erytrocytów innych zwierząt) nie posiadają jądra komórkowego i innych organelli, dzięki czemu nie zużywają one transportowanego tlenu, a także wewnątrz komórki można zgromadzić więcej hemoglobiny, która uczestniczy w transporcie gazów oddechowych.

### Zadanie 5.

Macica człowieka jest nieparzystym narządem położonym w miednicy mniejszej pomiędzy pęcherzem moczowym, a odbytnicą. Ścianę tego narządu tworzą trzy warstwy:

- błona śluzowa - najbardziej wewnętrzna warstwa, pokryta nabłonkiem
- błona mięśniowa – środkowa warstwa, najgrubsza.
- błona surowicza – najbardziej zewnętrzna warstwa.

Na poniższej mikrofotografii przedstawiono fragment macicy człowieka.



### Zadanie 5.1 (0-1)

**Rozstrzygnij**, jaki rodzaj tkanki mięśniowej (gładka/poprzecznie prążkowana) występuje w ścianie macicy. Odpowiedź **uzasadnij odnosząc się do roli macicy w trakcie porodu**.

.....

.....

.....

### Zadanie 5.2 (0-1)

**Podaj pełną nazwę tkanki zaznaczonej na mikrofotografii załączonej do informacji do zadania.**

.....

.....

.....

### Zadanie 5.3 (0-1)

**Oceń czy poniższe stwierdzenia są prawdziwe czy fałszywe.**

1.	Wszystkie mięśnie w organizmie człowieka zbudowane z tkanki mięśniowej poprzecznie prążkowanej (pomijając mięsień sercowy) kurczą się zależnie od woli.	P	F
2.	Jednym z głównych źródeł progesteronu w organizmie człowieka jest jajnik, dlatego hormon ten nie jest wytwarzany u mężczyzn.	P	F

### Zadanie 5.4 (0-1)

**Uzupełnij poniższą tabelę odpowiednimi określeniami.**

Nazwa hormonu	Wpływ na czynność skurczową macicy (pobudzanie/hamowanie)	Główne źródło w organizmie kobiety
oksytocyna		
progesteron		

### Schemat oceniania zadania 5.

#### 5.1

**1 p.** – za prawidłowe rozstrzygnięcie (gładka) oraz uzasadnienie odnoszące się do niezależności od woli skurczów macicy zachodzących w trakcie porodu.

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

#### Odpowiedź:

- Gładka, ponieważ macica w trakcie porodu kurczy się niezależnie od woli.

- Jest to tkanka mięśniowa gładka, ponieważ w trakcie akcji porodowej dochodzi do niezależnych od woli skurczów macicy.

**Komentarz:** skurcze macicy są niezależne od woli i pozwalają na wydalenie płodu z wnętrza narządu. Nie należy mylić skurczów macicy z parciem w trakcie porodu, które wykorzystuje tłocznie brzuszną i jest aktem podejmowanym świadomie.

## 5.2

**1 p.** – za podanie prawidłowej odpowiedzi.

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

### Odpowiedź:

- nabłonek jednowarstwowy walcowaty

**Komentarz:** na mikrofotografii przedstawiono błonę śluzową macicy, która wyścielona jest jednowarstwowym nabłonkiem. Rodzaj nabłonka rozpoznajemy po kształcie komórek (wydłużone) oraz lokalizacji jąder komórkowych (przy podstawie).

## 5.3

**1 p.** – za wybranie dwóch prawidłowych odpowiedzi

**0 p.** – za wybranie jednej prawidłowej odpowiedzi lub za brak odpowiedzi.

### Odpowiedź:

FF

### Komentarz:

1. Zdecydowana większość mięśni poprzecznie prążkowanych kurczy się zależnie od woli, jednakże trafiają się wyjątki np. mięsień strzemiączkowy.

2. W organizmie mężczyzn powstają zarówno estrogeny jak i progesteron, zaś u kobiet wytwarzane są androgeny – różnią się ilości wytwarzanych hormonów i ich wzajemne proporcje.

## 5.4

**1 p.** – za prawidłowe uzupełnienie wszystkich wolnych komórek tabeli.

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

Nazwa hormonu	Wpływ na czynność skurczową macicy (pobudzanie/hamowanie)	Główne źródło w organizmie kobiety
oksytocyna	pobudzanie	podwzgórze
progesteron	hamowanie	ciałko żółte

**UWAGA:** w przypadku oksytocyny odpowiedź „tylny płat przysadki mózgowej” należy uznać za błędną, zaś w przypadku progesteronu odpowiedź „jajnik” należy uznać za niewystarczającą.

**Komentarz:** oksytocyna jest hormonem podwzgórza, który magazynowany i uwalniany jest z tylnego płata przysadki mózgowej – pobudza on między innymi czynność skurczową macicy. Progesteron wytwarzany jest przede wszystkim przez ciałko żółte (powstające po owulacji) – hormon ten hamuje czynność skurczową macicy (między innymi poprzez hamowanie wydzielania oksytocyny), dzięki czemu poród nie rozpoczyna się przedwcześnie.

#### 4. Tkanka nerwowa.

Zasadniczym składnikiem tkanki nerwowej są wysoko wyspecjalizowane komórki – **neurony** (neurocyty), które łącząc ze sobą nieraz bardzo długimi wypustkami tworzą zintegrowaną sieć obejmującą swoim zasięgiem cały organizm.

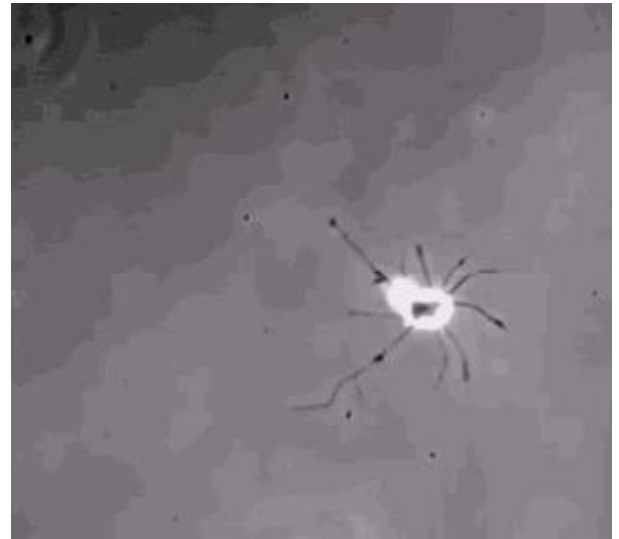
Anatomicznie tkanka nerwowa tworzy:

- **ośrodkowy układ nerwowy (OUN),**

- **obwodowy układ nerwowy.**

Zarówno w OUN jak i układzie obwodowym obok komórek nerwowych występują **komórki glejowe**, które wobec komórek nerwowych *pełnią*

*funkcje ochronne i odżywcze.*



*spongioblasty → komórki glejowe*

*neuroblasty → neurony*

Większość neuronów oraz komórek glejowych powstaje z **ektodermy cewy nerwowej.**

Zasadnicza funkcja tkanki nerwowej, tworzącej **układ nerwowy to:**

- **Odbieranie, przekazywanie i analizowanie bodźców** ze środowiska zewnętrznego,

- **Kierowanie działalnością motoryczną oraz czynnością narządów wewnętrznych**, w tym gruczołów dokrewnych, a także aktywnością psychiczną.

**Jednostką strukturalno-czynnościową** tkanki nerwowej jest neuron. Tworzy ją komórka nerwowa wraz ze swymi wypustkami.

### Funkcje neuronu:

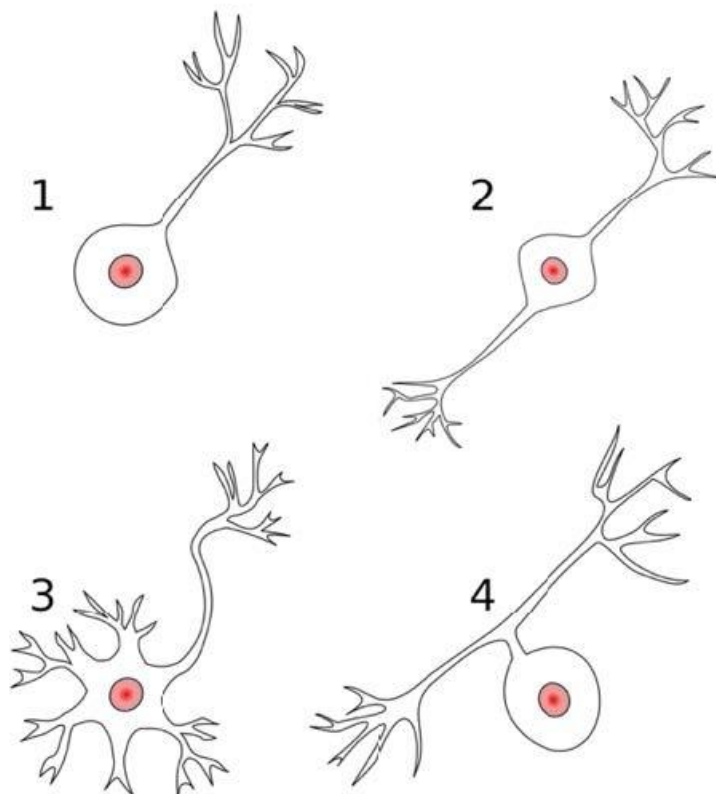
- Wytwarzanie, przetwarzanie i przekazywanie **impulsów nerwowych do innych neuronów oraz do komórek efektorowych**, np. mięśniowych lub gruczołowych.

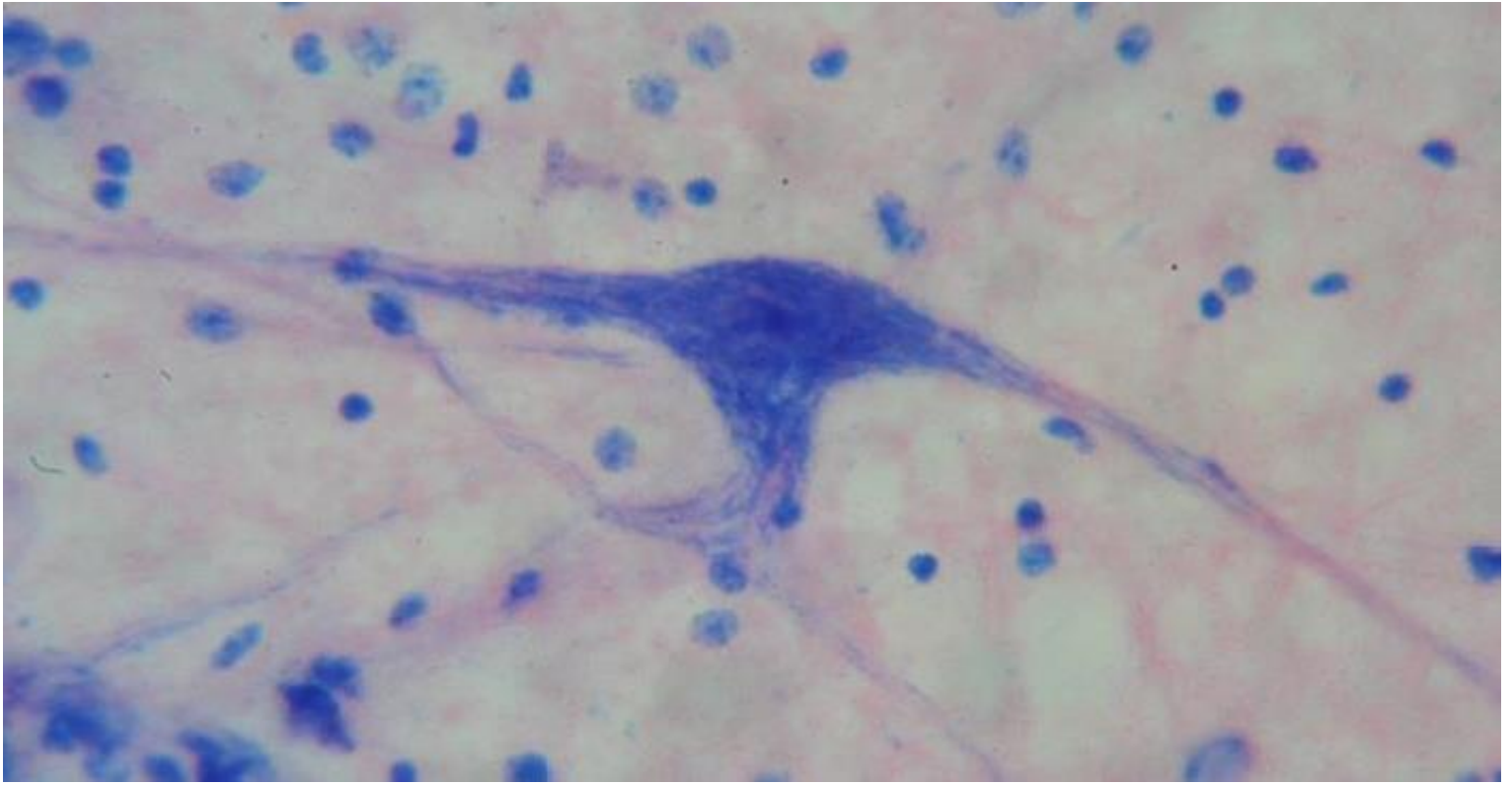
### Zasadnicze części neuronu to:

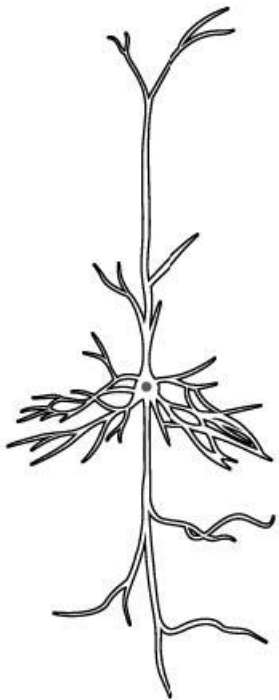
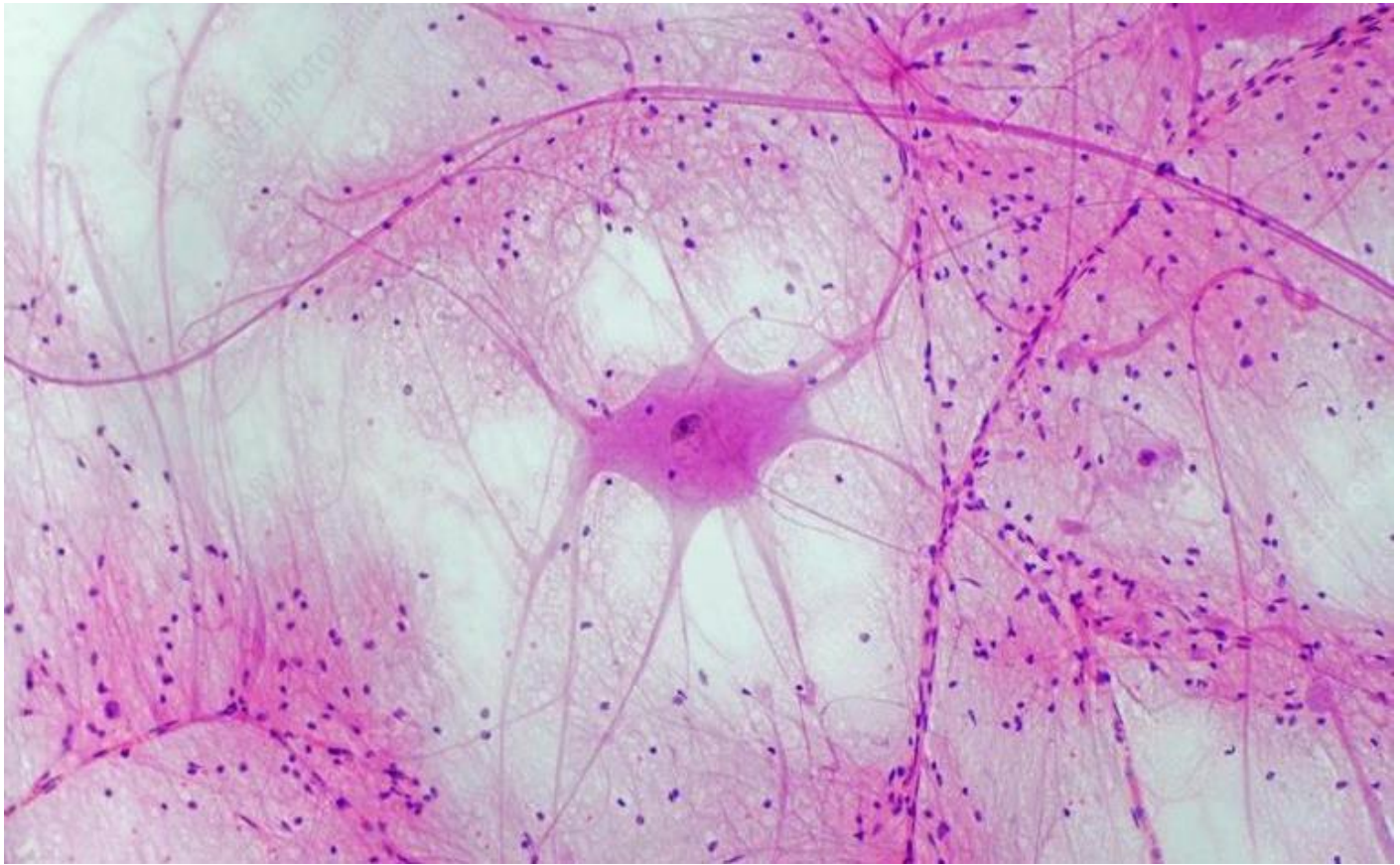
- **ciało komórki (perykarion)** – zawiera jądro oraz cytoplazmę,  
 - **dendryty** = wypustki protoplazmatyczne – w liczbie jedna lub więcej  
 - **akson** = wypustka osiowa – zwykle pojedyncza, na końcu często rozgałęziona i kolbkowato rozszerzona. Neurony wykazują czynnościowe spolaryzowanie, gdyż *dendryty przewodzą impulsy do ciała komórki a aksony od ciała komórki na obwód*. Wykazują znaczne **zróżnicowanie co do wielkości i kształtu**. Wielkie neurony mogą mieć wielkość do 150 cm, zaś małe tylko 4–5 cm.

Ze względu na kształt dzielimy neurony na:

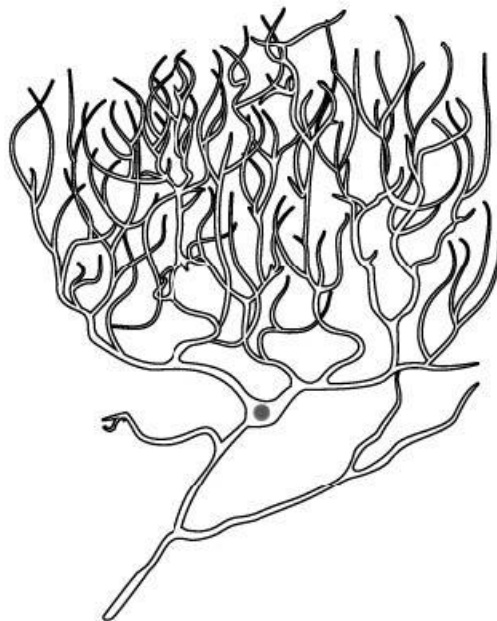
- **jednobiegunowy** – posiada tylko **jedną wypustkę** (np. podwzgórze),  
 - **dwubiegunowe** – posiadające jeden dendryt, występujące w nabłonkach zmysłowych,



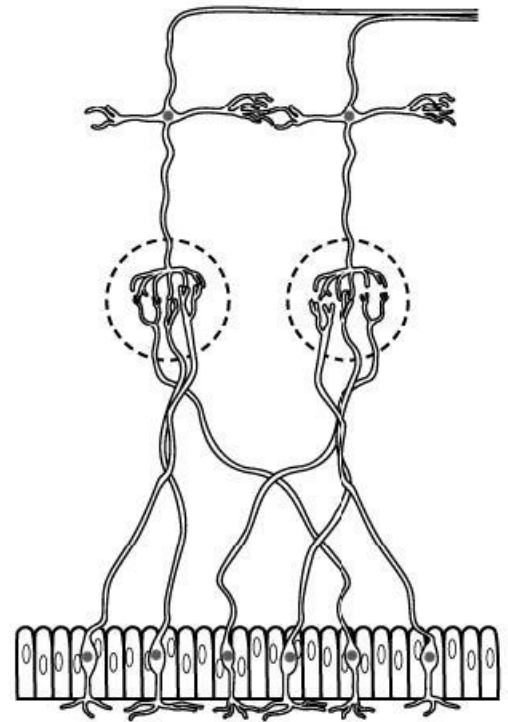




(a) Pyramidal cell of the cerebral cortex



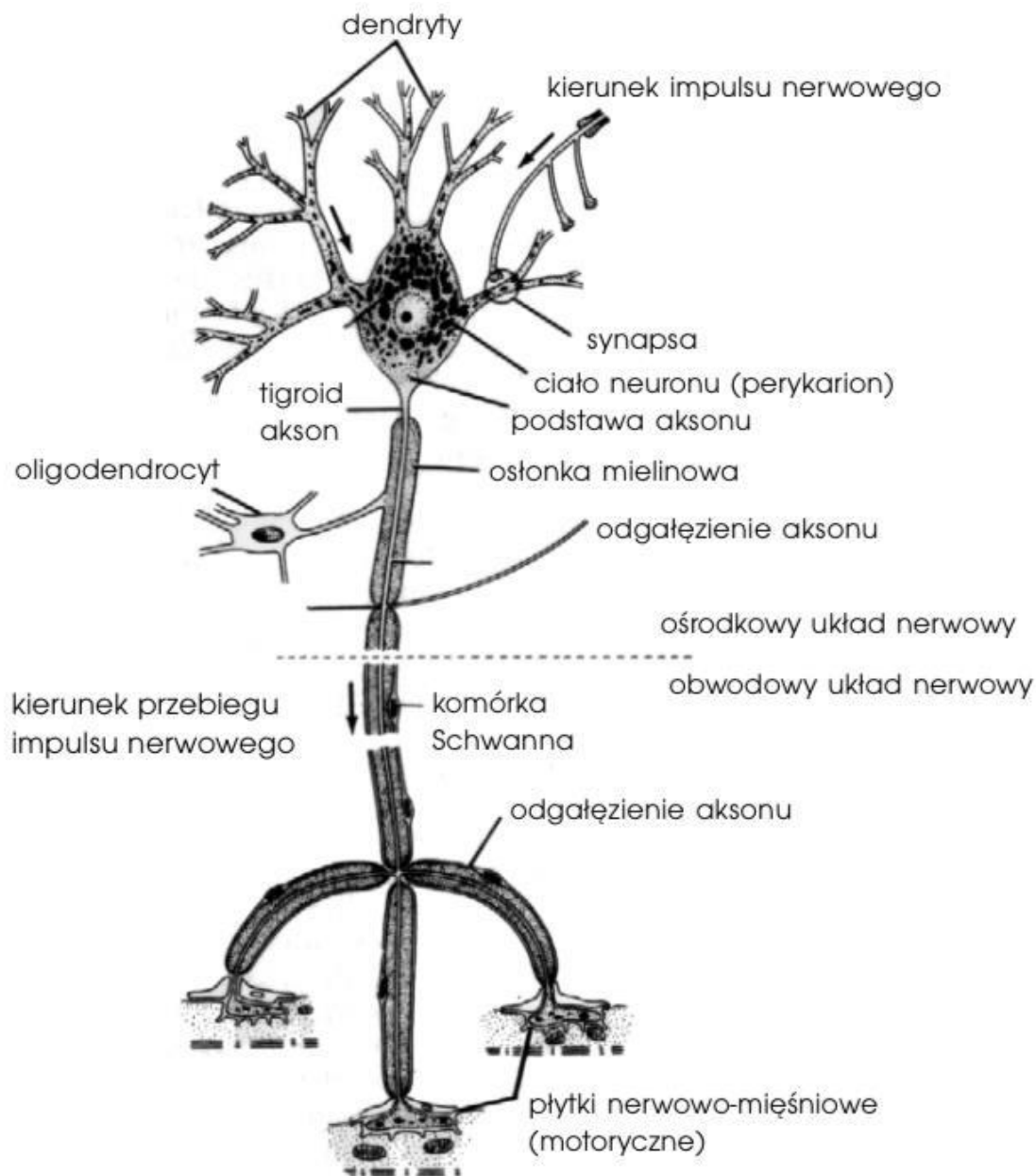
(b) Purkinje cell of the cerebellar cortex



(c) Olfactory cells in the olfactory epithelium and olfactory bulbs

Ze względu na funkcję neurony dzielimy na:

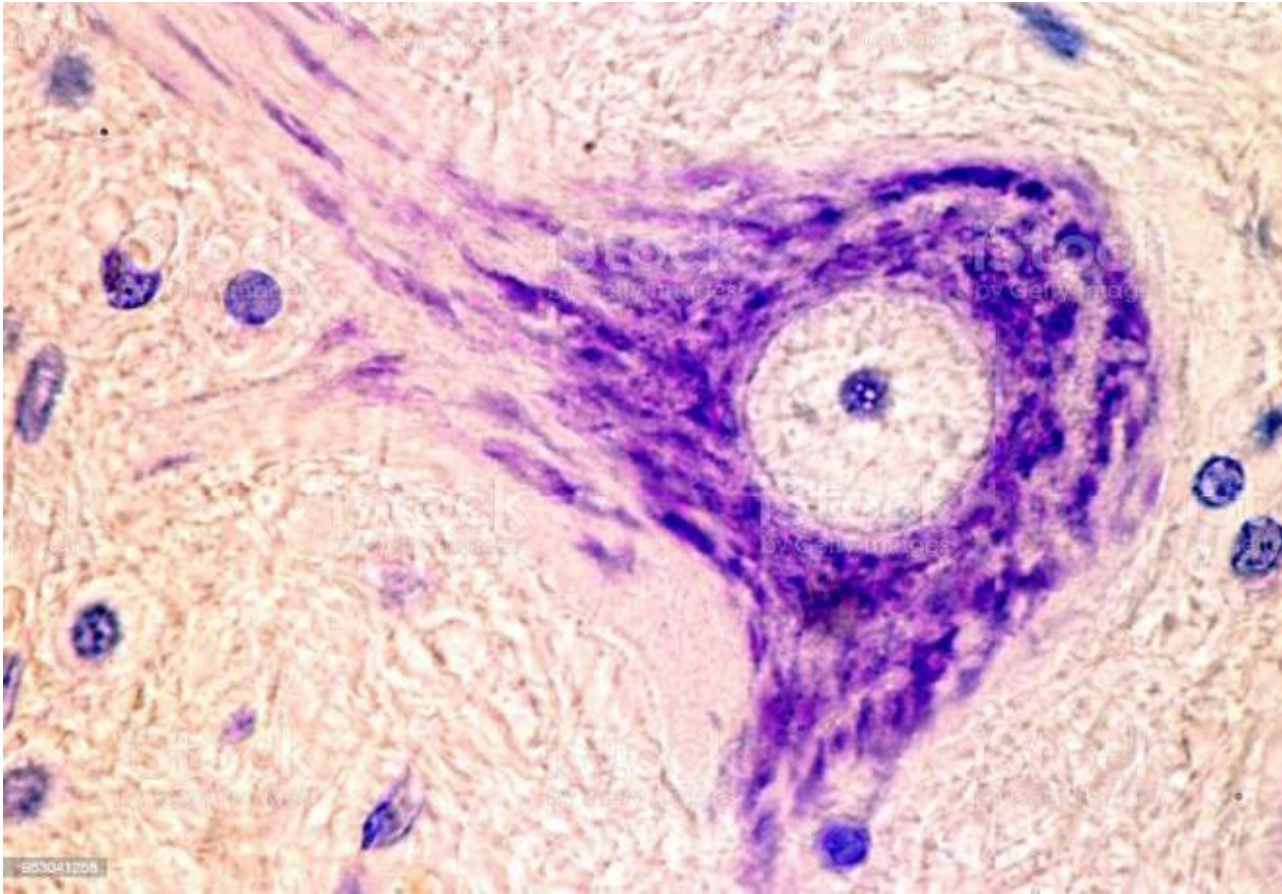
- **motoryczne** (ruchowe) – kierujące funkcją narządów i mięśni,
- **czuciowe** – odbierające i przekazujące bodźce ze środowiska zewnętrznego i wnętrza ciała,
- **wstawkowe** – łączące różne zespoły neuronów, pełniące więc funkcje kojarzeniowe.



Ryc. 20.1. Neuron wielobiegunowy (ruchowy).

#### 4.1 CIAŁO KOMÓRKI NERWOWEJ

Ciało komórki nerwowej czyli **perykarion** tworzy cytoplazma otaczająca jądro komórki nerwowej.



#### Funkcje perykarionu:

- centrum metabolicznym neuronu,
- uczestniczy w odbieraniu i gromadzeniu impulsów nerwowych.

#### 4.2 WYPUSTKI PROTOPLAZMATYCZNE (DENDRYTY)

Większość neuronów ma liczne i niekiedy bardzo rozgałęzione dendryty. **Zwiększają one znacznie powierzchnię kontaktu z innymi neuronami**, gdyż na dendrytach kończą się ich aksony. Dendryty komórki gruszkowatej kory mózgu mogą tworzyć do 200 000 takich połączeń. Cytoplazma dendrytu jest pod względem zawartości zbliżona do cytoplazmy ciała neuronu. Dendryty zawierają zarówno neurofilamenty jak i mikrotubule. **Dendryty są zwykle krótkie i rozgałęziają się podobnie jak drzewo, stąd ich nazwa (gr. dendron = drzewo)**. Pokryte są kolcowatymi wypustkami, które stanowią miejsca kontaktu z wypustkami innych neuronów. Dendryty przewodzą do ciała komórki.

### MNEMOTECHNIKA

Korona drzewa to **dendryty**, pień to akson.

Uderzenie pioruna w drzewo jest jak impuls uderza pierwsze w konary.



### 4.3 WYPUSTKI OSIOWE (AKSONY, NEURYTY)

Długość aksonu może być różna, bywają krótkie, ale również bardzo długie dochodzące do 100 cm. Średnica ich też może być różna, ale w przeciwieństwie do dendrytu, na całej długości jest jednakowa. **Miejsce odejścia aksonu od ciała komórki zwane podstawą aksonu.** Zawarte w niej są mikrotubule ułożone są w pęczki.

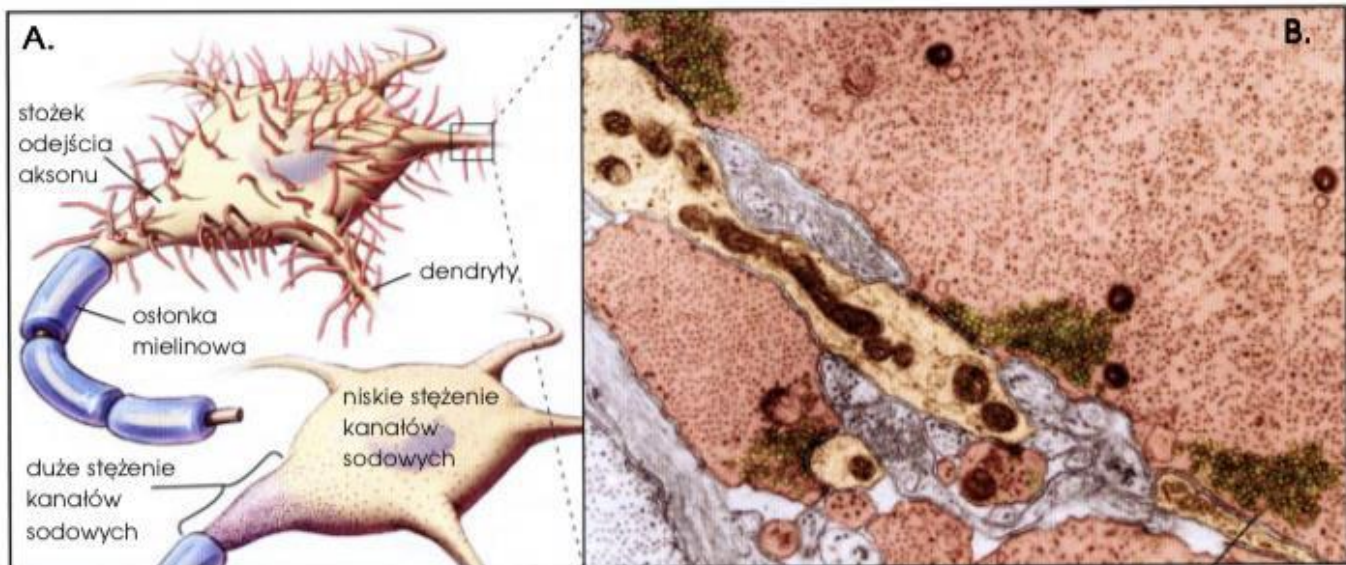
**MATURA**  
Neuron posiada tylko jeden akson.

Cytoplazmę zawartą w aksonie nazywa się **aksoplazmą**, a błonę pokrywającą **aksolemą**. Zawiera niewiele mitochondriów i neurofilamentów oraz mikrotubuli. Transport na obwód neuronu (**transport aksonalny ortodromowy**) produkty syntez zachodzących w perikarionie; z obwodu do perikarionu (**transport aksonalny antydromowy**) mogą podlegać transportowi czynniki wzrostu (np. NGF), toksyny bakteryjne oraz wirusy. Aksony przewodzą impulsy od ciała komórki do zakończenia aksonu, które ma postać kolbkowatego rozszerzenia. Tym kolbkowatym rozszerzeniem styka się akson z innym neuronem tworząc z nim połączenie nazywane **synapsą**.

### 4.4 SYNAPSA

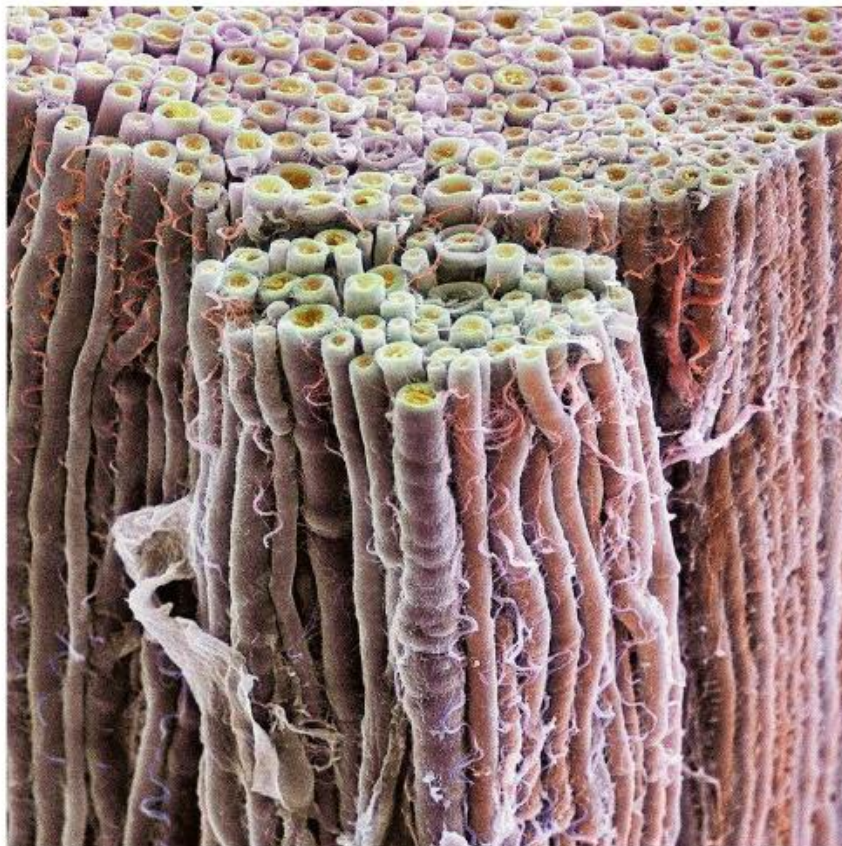
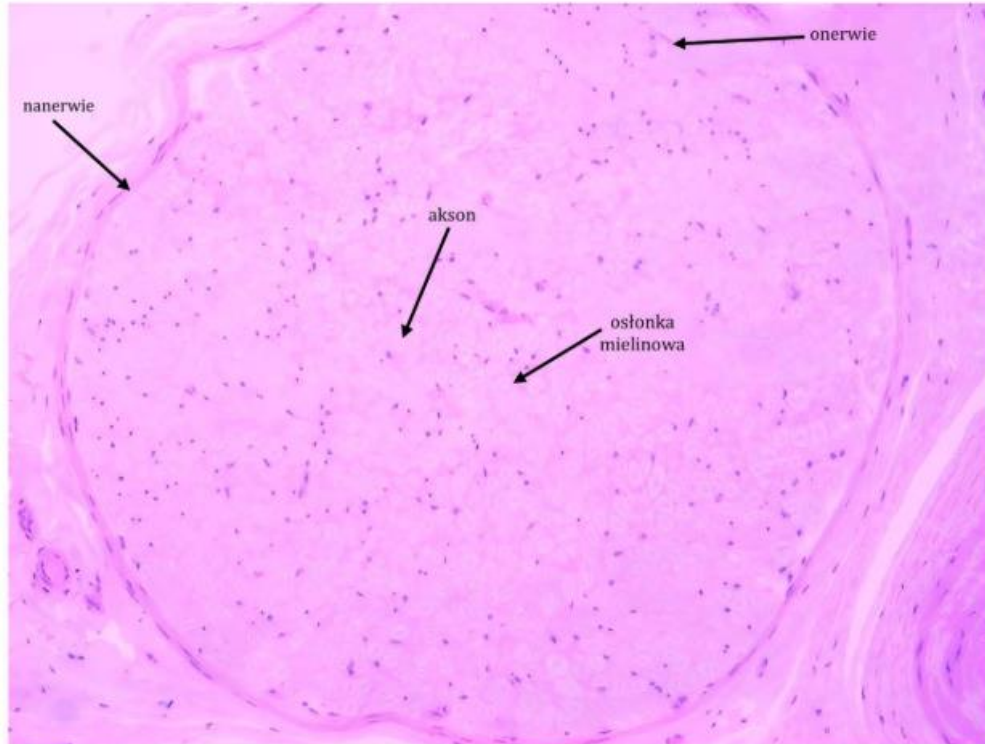
Najczęściej synapsy są tworzone pomiędzy aksonami i dendrytami (**aksono-dendrytyczne**) oraz pomiędzy aksonami i ciałem komórki (**aksono-somatyczne**). Bywają jednak także synapsy pomiędzy dendrytami (**dendryto-dendrytyczne**) i pomiędzy aksonami (**aksono-aksonalne**).

Miejsce połączenia neuronów, które nazywamy synapsą ma specyficzne cechy morfologiczne widoczne w mikroskopie elektronowym. Kolbkowate rozszerzenie aksonu, które nazywamy **kolbką synaptyczną**, zawiera mitochondria.



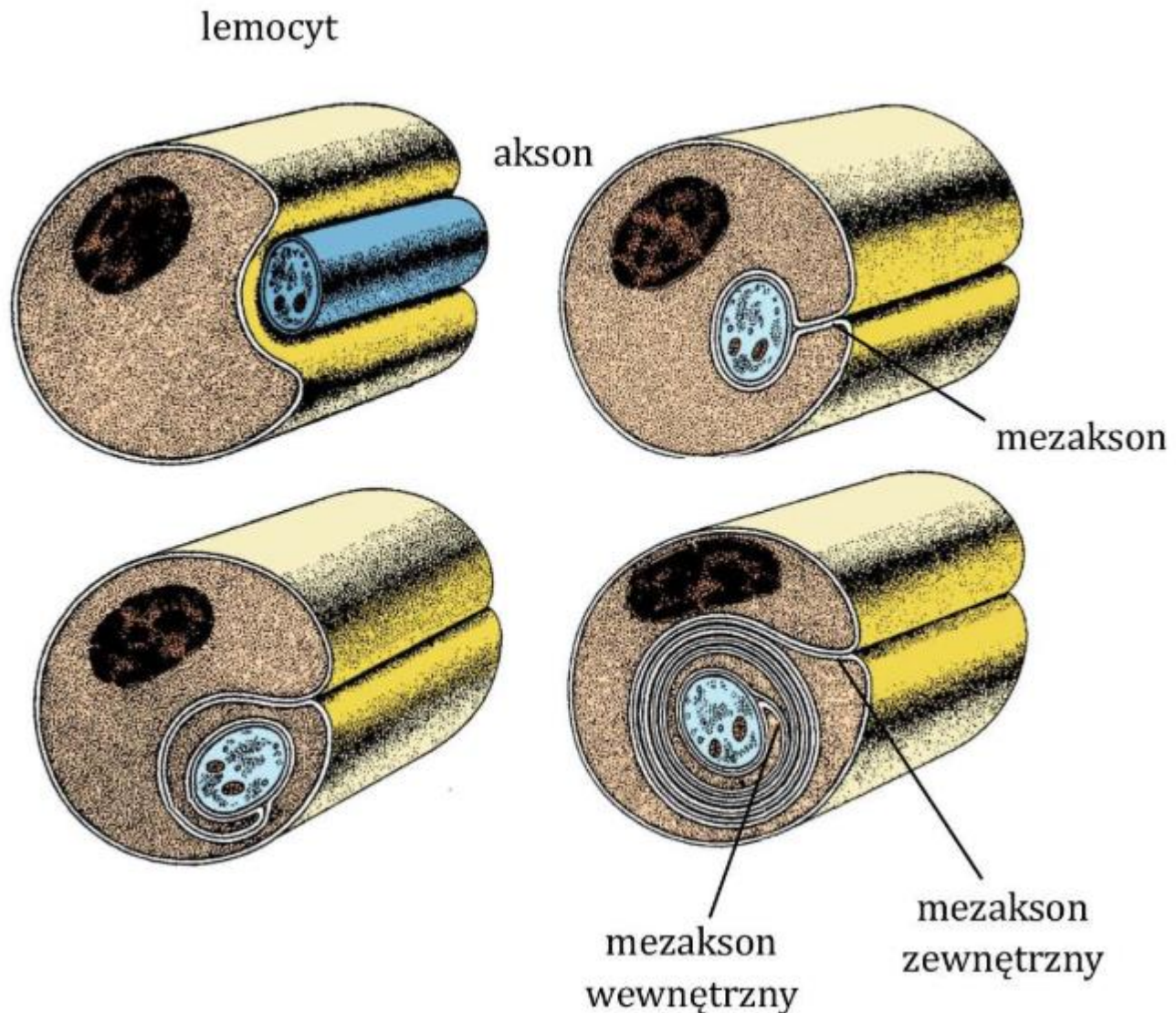
#### 4.5 WŁÓKNA NERWOWE

Na swoim przebiegu od ciała komórki do zakończenia tworzącego synapsę, aksony są zwykle otoczone przez **osłonki**. Jednak w OUN wiele aksonów nie posiada osłonki i biegnie jako wolne pomiędzy neuronami i komórkami gleju. Akson wraz z osłonkami tworzy **włókno nerwowe**. Włókna nerwowe dzielimy na **włókna mielinowe i bezmielinowe**.



### a) włókna mielinowe,

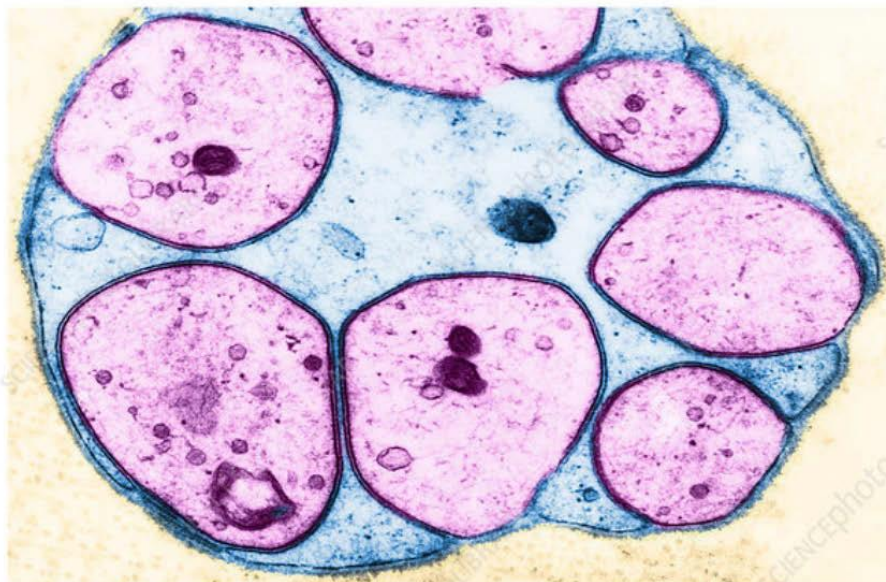
W tego typu włóknach akson otoczony jest wieloma warstwami błon lipidowych przedzielonych warstwami białkowymi, które tworzą osłonkę zwaną mielinową. W ośrodkowy układ nerwowy osłonka mielinowa powstaje w wyniku wielokrotnego nawinięcia się wypustki **komórki oligodendrocytu na akson**, przy czym jedna komórka glejowa może tworzyć tę osłonkę na wielu aksonach. W obwodowym układzie nerwowym osłonka mielinowa tworzona jest przez układające się wzdłuż aksonu komórki glejowe zwane **lemocytami** lub **komórkami Schwanna**. Tworzenie osłonki mielinowej przez lemocyty odbywa się w ten sposób, że komórka ta otacza akson, który jakby się zapada w lemocyt, a błona komórkowa lemocyta otacza akson tworząc przy tym podwójną blaszkę zwaną mezaksonem.



W wyniku nie zupełnie wyjaśnionego mechanizmu dochodzi do obracania się wzajemnego aksonu i lemocyty w wyniku czego mezakson nawija się wielokrotnie na akson tworząc w ten sposób właśnie osłonkę mielinową. Osłonka mielinowa zarówno w OUN jak i obwodowym wykazuje na przebiegu włókna przerwy, zwane **węzłami (Ranviera)**. W OUN są to prawdziwe przerwy, gdyż w tym miejscu akson jest odsłonięty, natomiast w układzie obwodowym lemocyty łączą się w tym miejscu palczasto pokrywając bez mieliny odcinek aksonu. Odległość pomiędzy węzłami we włóknach w układzie obwodowym odpowiada długości lemocyty pokrywającego akson, wynosi ona 0,08–1 mm. Lemocyt, co wynika z opisu tworzenia się osłonki mielinowej wytwarza ją na jednym tylko aksonie.

### b) włókna bezmielinowe

W OUN obok włókien mielinowych zwanych także rdzennymi, występują aksony pozbawione osłonek, a więc bezosłonowe. Nazywamy te włókna bezmielinowymi. Nie mają te włókna węzłów Ranviera, gdyż lemocyty ściśle stykając się ze sobą tworzą ciągłą osłonkę. Do włókien bezmielinowych należą najmniejsze włókna czuciowe i włókna zazwojowe układu autonomicznego.



#### 4.6 NERWY

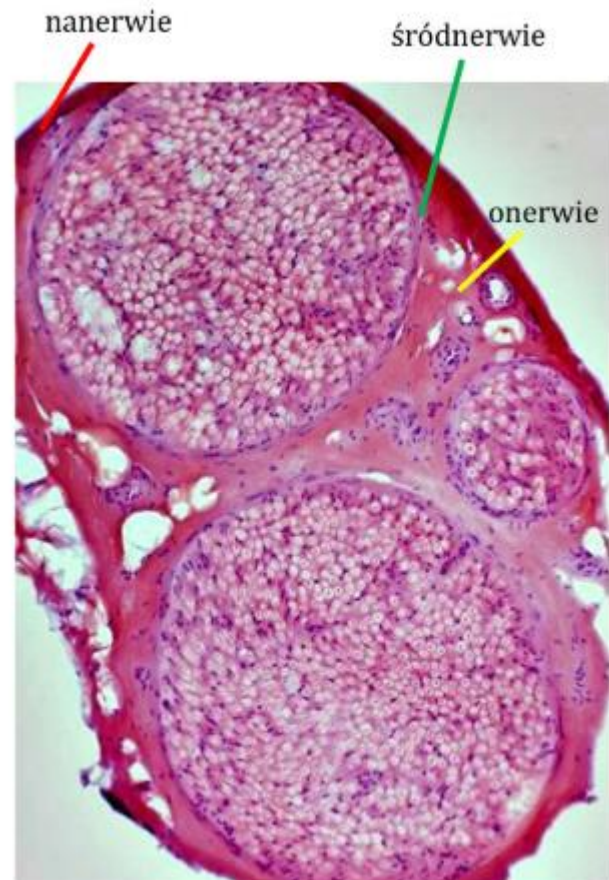
Nerwy to nagromadzenie:

- włókien nerwowych,
- tkanki łącznej.

Nerwy stanowią istotny element obwodowego układu nerwowego.

##### Włókna tworzące nerw mogą być włóknami:

- *mielinowymi*,
- *bezmielinowymi*, posiadającymi osłonkę jedynie z limfocytów. Natomiast z punktu widzenia czynnościowego mogą to być włókna ruchowe (odśrodkowe) lub czuciowe (dośrodkowe), przy czym nerw może zawierać jeden rodzaj włókien lub różne ich rodzaje. Tkankę łączną otaczającą poszczególne włókna nerwowe nazywamy **śródnierwiem** (*endoneurium*). Pęczki włókien otoczone są przez błonę łącznotkankową nazywaną **onerwiem** (*perineurium*), a cały nerw zespala tkanka łączna nazywana **nanerwiem** (*epineurium*).



#### 4.7 GLEJ (NEUROGLEJ)

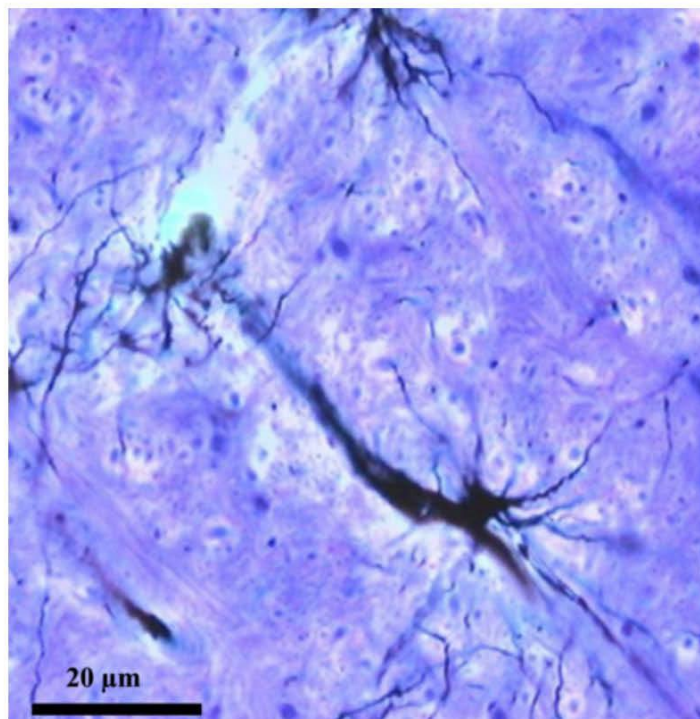
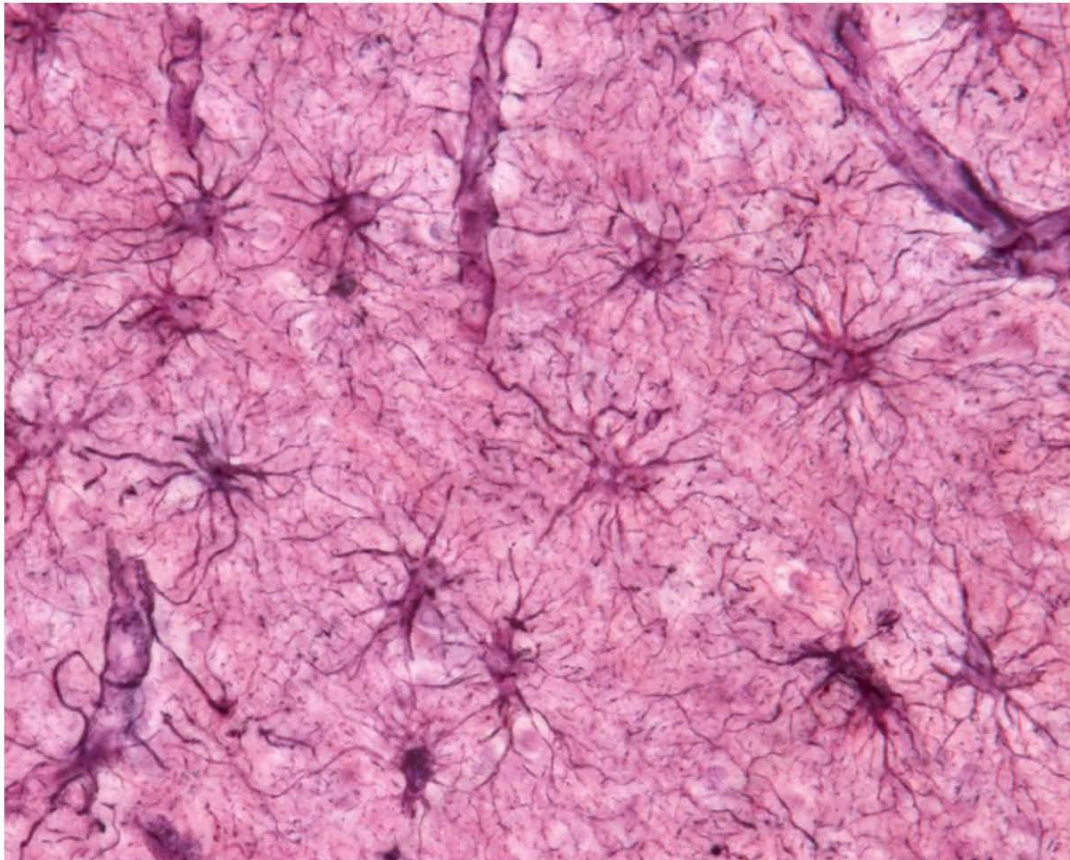
Komórki gleju stanowią obok właściwych komórek nerwowych – neuronów, zasadniczy składnik ośrodkowego (50%) i obwodowego układu nerwowego. Wyróżniamy dwa zasadnicze rodzaje gleju:

- makroglej = astrocyty + oligodendrocyty,
- mikroglej = ependyma – reprezentowany przez ependymocyty.

Mikroglej tworzą komórki mikrogleju. Mikroglej nazywany bywa także **mezoglejem**, gdyż w przeciwieństwie do makrogleju, który ma pochodzenie ektodermalne, pochodzi z mezodermy.

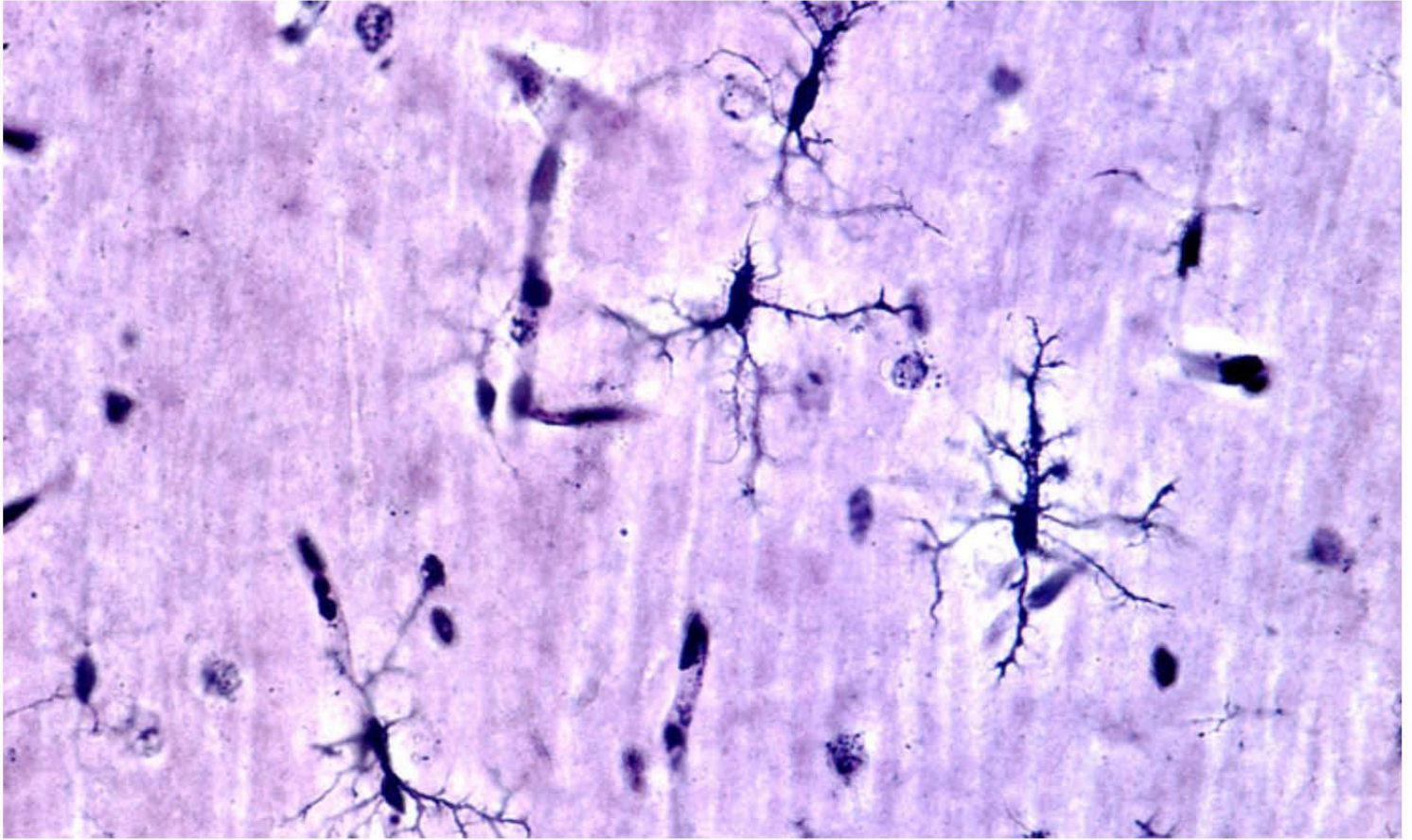
### a) makroglej

Komórki tworzące makroglej to **astrocyty**, która są duże silnie rozgałęzione komórki, tworzące w OUN **sieć przestrzenną**, w której oczkach znajdują się ciała i wypustki komórek nerwowych.



## b) mikroglej

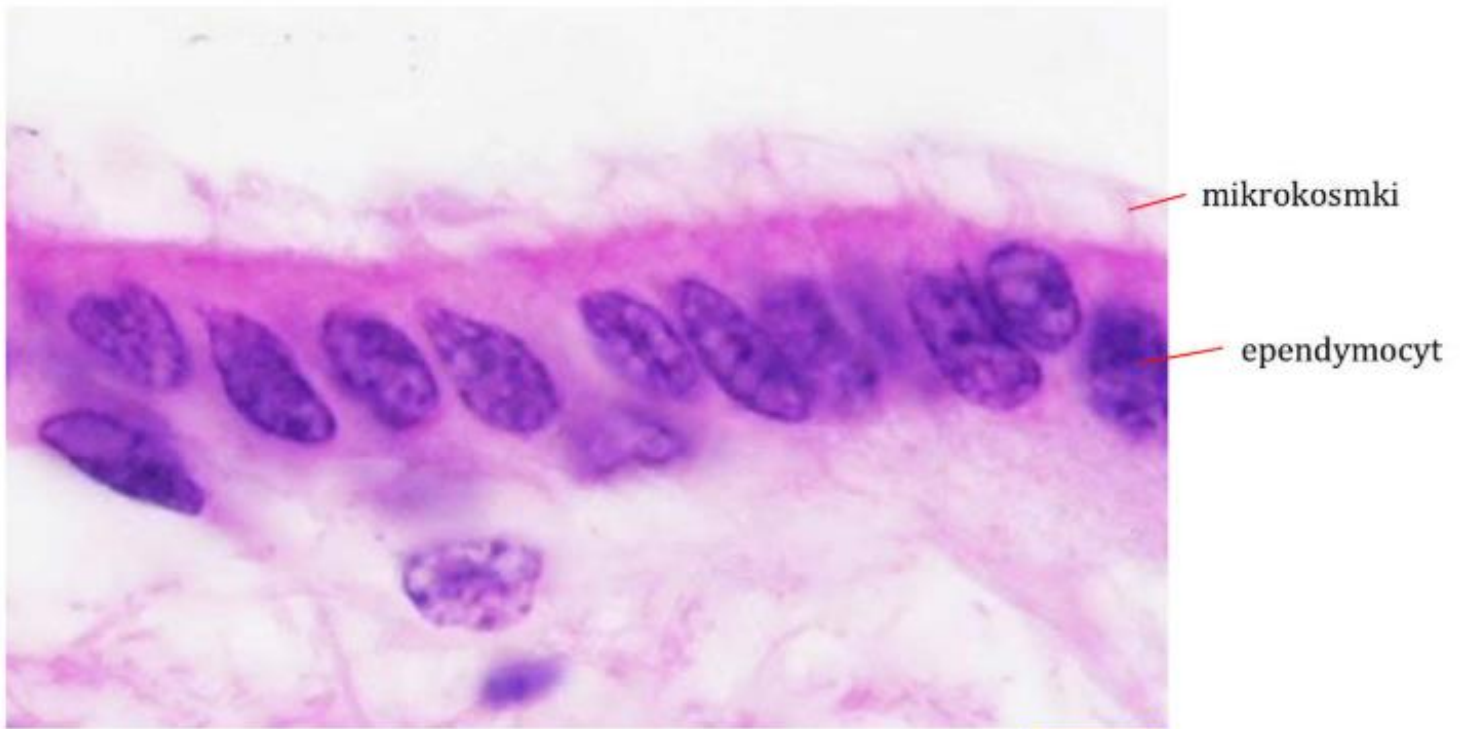
Komórki tworzące mikroglej należą **do najmniejszych komórek OUN**. Różnią się od pozostałych komórek tego układu pochodzeniem, pochodzą one jak już wspomniano z **mezodermy**.



**Mają zdolność przemieszczania** się oraz fagocytozy, dlatego zaliczane są do układu fagocytów **jednojądrzastych**.

#### 4.8 EPENDYMA (WYŚCIÓŁKA)

Tworzą ją komórki – **ependymocyty** **pokrywające ściany komór mózgowych i kanału środkowego rdzenia kręgowego**. Mają cechy wspólne z komórkami nabłonkowymi. Ich kształt i wielkość zależy od lokalizacji w układzie komorowym. Najczęściej mają **kształt sześcienny lub walcowaty**, wyjątkowo płaski. Zwykle układają się w jedną warstwę opierającą się o  **błonę utworzoną z wypustek astrocytów**. Na powierzchni zwróconej do światła komórki **mają mikrokosmki**, a pomiędzy nimi mogą znajdować się **migawki**. Funkcja ependymy to **uczestniczenie w wymianie pomiędzy mózgiem i płynem mózgowo-rdzeniowym**, ponadto jest ona **elementem bariery mózg-płyn**.



## Przykładowe zadania autorskie

### Zadanie 6.

Choroba Alzheimera jest schorzeniem o wieloczynnikowym charakterze, prowadzącym do postępującego uszkodzenia mózgu. Patogeneza choroby nie została jednoznacznie ustalona, jednakże jedna z hipotez wiąże ją z białkiem tau. Białko tau w warunkach fizjologicznych poprzez wpływ na mikrotubule (MT) bierze udział w transporcie aksonalnym – fosforylacja białka tau przekłada się na jego odłączenie od MT, zaś defosforylacja na przyłączenie. Cykliczne przyłączanie/odłączanie białka tau do/od MT jest niezbędne do prawidłowego przebiegu transportu aksonalnego. W przebiegu choroby Alzheimera dochodzi do nadmiernej fosforylacji białka tau, co skutkuje skupianiem się jego cząsteczek w formie agregatów wewnątrz komórek nerwowych, co początkowo zaburza przekazywanie informacji w obrębie synaps, a następnie prowadzi do śmierci komórek nerwowych. W związku z powyższym, białko tau stało się obiektem wielu badań naukowych – testowane są substancje, które miałyby blokować enzymy odpowiadające za jego nadmierną fosforylację.

Jednym z genów powiązanych z chorobą Alzheimera jest gen APOE. Znane są trzy allele tego genu:  $\epsilon 2$  (obecność tego allelu w genotypie sprawia, że ryzyko wystąpienia choroby Alzheimera wynosi 60% ryzyka populacyjnego, zaś obecność drugiego takiego allelu nie zmniejsza dodatkowo tego ryzyka),  $\epsilon 3$  (nie wpływa na ryzyko wystąpienia choroby) oraz  $\epsilon 4$  (obecność tego allelu w genotypie sprawia, że ryzyko wystąpienia choroby Alzheimera wynosi 220% ryzyka populacyjnego, zaś obecność dwóch takich alleli przekłada się na 1490% ryzyka populacyjnego na wystąpienie tej choroby).

#### Zadanie 6.1 (0-1)

**Rozstrzygnij, jakich synaps (elektrycznych/chemicznych) dotyka przede wszystkim choroba Alzheimera. Odpowiedź uzasadnij.**

.....

.....

.....

#### Zadanie 6.2 (0-1)

**Podaj nazwę klasy enzymów, które odpowiadają za przyłączenie grupy fosforanowej do białka tau.**

.....

.....

.....

**Zadanie 6.3 (0-1)**

**Rozstrzygnij**, czy zastosowanie leku blokującego enzymy odpowiadające za nadmierną fosforylację białka tau może zostać nazwane terapią genową. Odpowiedź **uzasadnij**.

.....

.....

.....

**Zadanie 6.4 (0-1)**

Badania genetyczne dotyczące genu APOE przeprowadzone u pewnej pary wykazały, że kobieta posiada w swoim genotypie allel  $\epsilon 2$  oraz  $\epsilon 4$ , zaś jej partner allel  $\epsilon 2$  oraz  $\epsilon 3$ .

**Podaj** genotypy potomstwa tej pary, a następnie określ z jakim ryzykiem (procentowo, w stosunku do ryzyka populacyjnego) rozwoju choroby Alzheimera wiąże się każdy z otrzymanych genotypów.

.....

.....

.....

**Zadanie 6.5 (0-1)**

**Zaznacz P**, jeśli podana informacja jest prawdziwa, albo **F** – jeśli jest fałszywa.

1.	Gen APOE zlokalizowany jest na autosomie.	P	F
2.	Mikrotubule pełnią kluczową rolę w ruchu pełzakowatym.	P	F

**Schemat oceniania zadania 6**

- 6.1**  
**1 p.** – za prawidłowe rozstrzygnięcie (chemicznych) oraz uzasadnienie odnoszące się do roli aksonalnego transportu neuroprzekaźników.  
**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

**Odpowiedź:**  
- Chemicznych, ponieważ wykorzystują one neuroprzekaźniki, które muszą zostać przetransportowane na koniec aksonu.  
- Chemicznych, ponieważ są one zależne od aksonalnego transportu neuroprzekaźników.

**UWAGA:** za odpowiedzi odnoszące się wyłącznie do obecności neuroprzekaźników w synapsach chemicznych nie przyznaje się punktów.

Komentarz: synapsy chemiczne wykorzystują neuroprzekaźniki do przekazywania informacji – ich funkcjonowanie jest więc zależne od transportu aksonalnego (wytworzone neuroprzekaźniki muszą zostać przetransportowane do końca aksonu). Synapsy elektryczne nie potrzebują neuroprzekaźników – impuls nerwowy przeskakuje bezpośrednio z jednej komórki na drugą.

## 6.2

**1 p.** – za podanie prawidłowej odpowiedzi.

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

### Odpowiedź:

- transferazy

**Komentarz:** transferazy odpowiadają za przenoszenie grup funkcyjnych pomiędzy związkami chemicznymi. Przyłączenie grupy fosforanowej do jednego związku chemicznego jest najczęściej związane z odłączeniem tej grupy od innego związku chemicznego.

## 6.3

**1 p.** – za prawidłowe rozstrzygnięcie (nie) oraz uzasadnienie odnoszące się do definicji terapii genowej.

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

### Odpowiedź:

- Nie, ponieważ opisany lek wpływałby na działanie enzymu, a nie genu który go koduje.

- Nie byłaby to terapia genowa, ponieważ modyfikowano by działanie enzymów chorego, a nie jego materiału genetycznego.

**Komentarz:** terapia genowa to forma leczenia polegająca na modyfikacji materiału genetycznego chorego w celach leczniczych – np. poprzez wprowadzenie prawidłowej wersji danego genu lub wpływ na ekspresję nieprawidłowej wersji genu. W opisanym w zadaniu przypadku lek hamowałby enzym (a więc produkt ekspresji genu) – nie jest to terapia genowa.

## 6.4

**1 p.** – za podanie prawidłowych genotypów potomstwa wraz z prawidłowym oszacowaniem ryzyka wystąpienia choroby.

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

### Odpowiedź:

$\epsilon_2\epsilon_2$  – 60% ryzyka populacyjnego

$\epsilon_2\epsilon_3$  – 60% ryzyka populacyjnego

$\epsilon_2\epsilon_4$  – 132% ryzyka populacyjnego

$\epsilon_3\epsilon_4$  – 220% ryzyka populacyjnego

**Komentarz:** genotyp matki:  $\epsilon 2\epsilon 4$ , genotyp ojca  $\epsilon 2\epsilon 3$ . Wykonanie krzyżówki genetycznej prowadzi do otrzymania następujących genotypów (w stosunku 1 do 1):

♂	♀	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$
$\epsilon 2$		$\epsilon 2\epsilon 2$	$\epsilon 2\epsilon 4$
$\epsilon 3$		$\epsilon 2\epsilon 3$	$\epsilon 3\epsilon 4$

$\epsilon 2\epsilon 2$  – 60% ryzyka populacyjnego (allel  $\epsilon 2$  obniża ryzyko wystąpienia choroby do 60% ryzyka populacyjnego, bez względu na liczbę takich alleli)

$\epsilon 2\epsilon 3$  – 60% ryzyka populacyjnego (allel  $\epsilon 2$  obniża ryzyko wystąpienia choroby do 60% ryzyka populacyjnego, zaś allel  $\epsilon 3$  nie ma na nie wpływu)

$\epsilon 2\epsilon 4$  – 132% ryzyka populacyjnego (allel  $\epsilon 2$  obniża ryzyko wystąpienia choroby do 60% ryzyka populacyjnego, zaś allel  $\epsilon 4$  podnosi je do 220% ryzyka populacyjnego, zatem wartości te należy wymnożyć)

$\epsilon 3\epsilon 4$  – 220% ryzyka populacyjnego (allel  $\epsilon 4$  podnosi ryzyko wystąpienia choroby do 220% ryzyka populacyjnego, zaś allel  $\epsilon 3$  nie ma na nie wpływu)

**UWAGA:** należy pamiętać, że genotyp  $\epsilon 3\epsilon 3$  przekładałby się na 100% ryzyka populacyjnego (a nie 0%, bo w zadaniu poruszone jest ryzyko populacyjne, a nie ryzyko wystąpienia choroby).

**6.5**

**1 p.** – za wybranie dwóch prawidłowych odpowiedzi

**0 p.** – za wybranie jednej prawidłowej odpowiedzi lub za brak odpowiedzi.

**Odpowiedź:**

PF

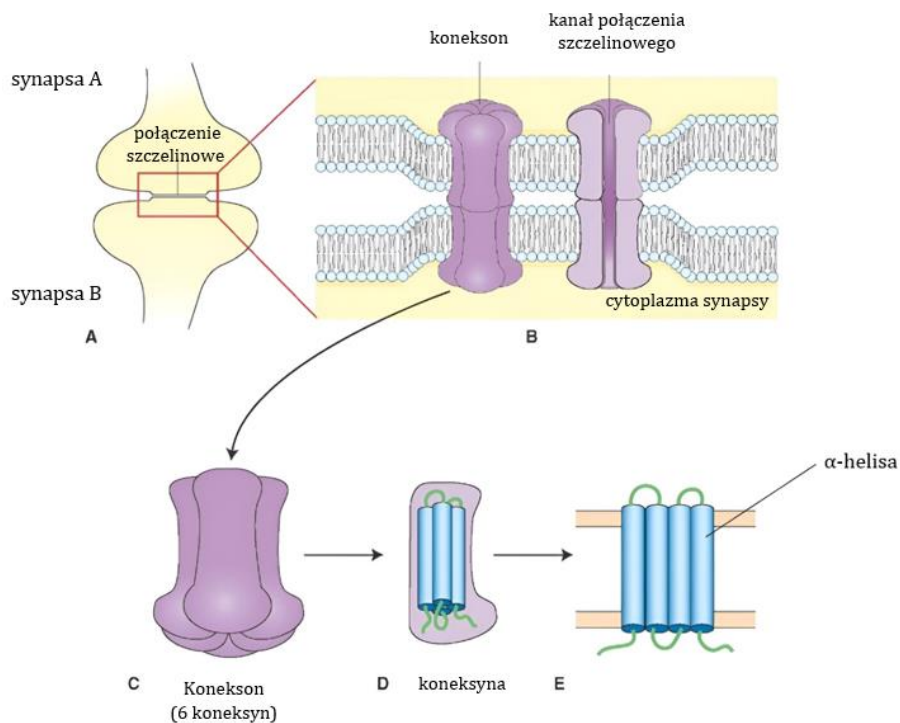
**Komentarz:**

1. Obecność dwóch alleli danego genu u mężczyzny świadczy o lokalizacji genu na autosomie (gdyby gen zlokalizowany był na chromosomie X, mężczyzna posiadałby tylko jeden allel).

2. Jest to funkcja mikrofilamentów.

### Zadanie 7.

Połączenie typu neksus zbudowane jest z sześciu podjednostek białkowych – koneksyn, które tworzą heksagonalny układ o strukturze pierścieniowej (tzw. konekson). Jedno połączenie szczelinowe składa się z dwóch koneksonów, które pochodzą z dwóch sąsiadujących komórek. Mutacje w genach kodujących koneksyny (w genomie człowieka jest ich co najmniej 20) prowadzące do utraty ich funkcji są przyczyną licznych chorób, których objawy ograniczone są do konkretnej tkanki lub narządu. Przykładowymi chorobami związanymi ze wspomnianymi mutacjami są: wrodzona głuchota wynikająca z nieprawidłowej budowy koneksonów w obrębie ślimaka lub choroba Charcota-Mariego-Tootha (CMT). Najczęstszą postacią CMT jest typ 1A (CMT1A), który dziedziczony jest autosomalnie dominująco. Objawami CMT są między innymi: brak odruchów głębokich (w 100% przypadków) oraz zanik mięśnia piszczelowego przedniego (w 60% przypadków).



### Zadanie 7.1 (0-1)

**Określ** najwyższą rzędowość struktury białka koneksyny. Odpowiedź uzasadnij, odwołując się do cechy budowy tego białka.

.....

.....

.....

### Zadanie 7.2 (0-1)

**Rozstrzygnij**, jaki rodzaj synapsy (chemiczna/elektryczna) został przedstawiony na schemacie załączonym do zadania. Odpowiedź **uzasadnij**.

.....

.....

.....

### Zadanie 7.3 (0-1)

**Zaznacz P**, jeśli podana informacja jest prawdziwa, albo **F** – jeśli jest fałszywa.

1.	Odpowiednikiem połączenia szczelinowego w komórkach roślinnych jest desmosom.	P	F
2.	Synapsa przedstawiona na schemacie występuje powszechnie w organizmie człowieka.	P	F

### Zadanie 7.4 (0-1)

**Wyjaśnij** dlaczego nieprawidłowa budowa koneksonów w obrębie ślimaka prowadzi do zaburzeń słuchu.

.....

.....

.....

.....

.....

### Zadanie 7.5 (0-1)

Badania genetyczne przeprowadzone u pewnej pary wykazały, że kobieta nie posiada w swoim genotypie allelu odpowiadającego za rozwój CMT1A, zaś jej partner posiada jeden taki allel.

**Określ** szansę (w procentach) na wystąpienie zaniku mięśnia piszczelowego przedniego z powodu CMT1A u dziecka tej pary.

.....

.....

.....

## Schemat oceniania zadania 7.

### 7.1

**1 p.** – za prawidłowe określenie (trzeciorzędowa) oraz uzasadnienie odnoszące się do spełnienia kryteriów struktury III-rzędowej oraz niespełnienia kryteriów struktury IV-rzędowej.

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

#### Odpowiedź:

- Koneksyna jest białkiem o strukturze III-rzędowej, ponieważ składa się ona z jednego łańcucha polipeptydowego, którego  $\alpha$ -helisy posiadają ustaloną pozycję względem siebie.
- III-rzędowa, bo jest ona zbudowana z pojedynczego pofalowanego łańcucha polipeptydowego.

**Komentarz:** struktura trzeciorzędowa opisuje wzajemne położenie elementów struktury drugorzędowej, zaś strukturę czwartorzędową posiadają białka zbudowane z więcej niż jednego łańcucha polipeptydowego (opisuje ona ich wzajemne położenie).

### 7.2

**1 p.** – za prawidłowe rozstrzygnięcie (elektryczna) oraz uzasadnienie odnoszące się do sposobu funkcjonowania synapsy elektrycznej.

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

#### Odpowiedź:

- Elektryczna, ponieważ w jej obrębie dochodzi do bezpośredniego przekazania impulsu nerwowego z jednej komórki na drugą.
- Elektryczna, ponieważ nie wykorzystuje ona neuroprzekaźników

**Komentarz:** synapsy chemiczne wykorzystują neuroprzekaźniki do przekazywania, zaś synapsy elektryczne nie potrzebują neuroprzekaźników – impuls nerwowy przeskakuje bezpośrednio z jednej komórki na drugą.

### 7.3

**1 p.** – za wybranie dwóch prawidłowych odpowiedzi

**0 p.** – za wybranie jednej prawidłowej odpowiedzi lub za brak odpowiedzi.

#### Odpowiedź:

FF

#### Komentarz:

1. Odpowiednikami tego połączenia są plazmodesmy.
2. Powszechne w organizmie człowieka są synapsy chemiczne, zaś synapsy elektryczne występują rzadko.

### 7.4

**1 p.** – za prawidłowe wyjaśnienie uwzględniające: 1) nieprawidłową budowę koneksonów w obrębie narządu ślimaka 2) zaburzenie generowania/przekazywania impulsów generowanych przez narząd Cortiego 3) upośledzenie słuchu

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

#### Odpowiedź:

- Nieprawidłowa budowa koneksonów w obrębie ślimaka sprawia, że impulsy nerwowe generowane w narządzie spiralnym nie mogą być prawidłowo przekazywane dalej, co przekłada się na

upośledzenie słuchu.

- Ze względu na nieprawidłową budowę koneksonów obecnych w ślimaku, narząd spiralny nie jest w stanie prawidłowo generować i przekazywać impulsów nerwowych, przez co słuch osoby chorej zostaje upośledzony.

**Komentarz:** koneksyony pełnią kluczową rolę w odbiorze wrażeń słuchowych, ponieważ są one obecne w narządzie spiralnym (Cortiego), w obrębie którego dochodzi do przekształcenia fali mechanicznej w impuls nerwowy, który następnie zostaje przekazany do ośrodka słuchu i prawidłowo zinterpretowany.

**7.5**

**1 p.** – za podanie prawidłowej odpowiedzi

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

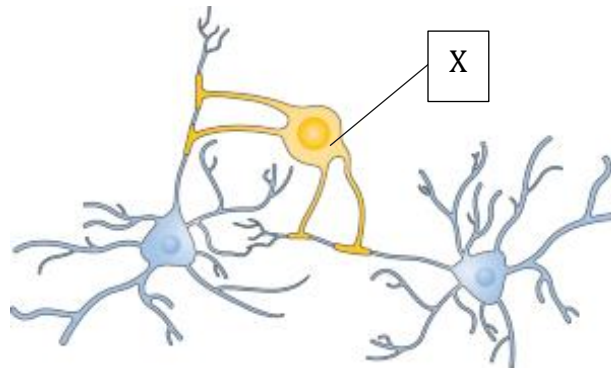
**Odpowiedź:**

- 30%

**Komentarz:** genotyp matki aa (oznaczenie alleli jest dowolne), genotyp ojca Aa (chory na CMT1A). Genotypy potomstwa to Aa (osoba chora na CMT1A) i aa (osoba zdrowa) w stosunku 1:1 – szansa na urodzenie dziecka chorego na CMT1A wynosi 50%, zaś szansa na zanik mięśnia piszczelowego przedniego u osoby chorej 60%, zatem wartości te należy wymnożyć.

**Zadanie 8.**

Tkanka nerwowa zbudowana jest z kilku rodzajów komórek, które pełnią zróżnicowane funkcje. Stosunkowo mało liczną grupę tychże komórek stanowią neurony, które odpowiadają za generowanie i przewodzenie impulsów nerwowych. Zdolności regeneracyjne struktur OUN są ograniczone, ze względu na brak zdolności podziałowej u budujących je neuronów, zaś struktury obwodowego układu nerwowego wykazują pewną zdolność do regeneracji. Na poniższej grafice ukazano fragment tkanki nerwowej.



**Zadanie 8.1 (0-1)**

**Wyjaśnij**, dlaczego dojrzałe neurony budujące elementy ośrodkowego układu nerwowego nie mogą się dzielić.

.....

.....

.....

.....

.....

**Zadanie 8.2 (0-1)**

**Rozstrzygnij**, czy dożylnie podanie substancji leczniczej gwarantuje, że dotrze ona do struktur mózgowia. Odpowiedź **uzasadnij**.

.....

.....

.....

### Zadanie 8.3 (0-1)

**Zaznacz P, jeśli podana informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.**

1.	Tkanka nerwowa rozwija się z tego samego listka zarodkowego, co naskórek.	P	F
2.	Na schemacie załączonym do zadania literą X oznaczono komórkę glejową.	P	F

### Schemat oceniania zadania 8.

#### 8.1

**1 p.** – za prawidłowe wyjaśnienie uwzględniające: 1) brak centrioli w dojrzałych neuronach budujących OUN 2) brak możliwości utworzenia wrzeciona kariokinetycznego przez te komórki 3) brak zdolności do podziałów u wspomnianych komórek.

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

#### Odpowiedź:

- Dojrzałe neurony budujące OUN nie posiadają centrioli, przez co nie są one w stanie wytworzyć wrzeciona kariokinetycznego i ulec podziałowi
- Dojrzałe neurony będące elementem OUN nie posiadają zdolności do podziałów, ponieważ w ich wnętrzu nie występują centriole, które biorą udział w tworzeniu wrzeciona podziałowego.

**Komentarz:** dojrzałe neurony budujące struktury ośrodkowego układu nerwowego pozbawione są centrioli, które biorą udział w organizacji wrzeciona kariokinetycznego (podziałowego) – brak tej struktury uniemożliwia prawidłowe rozdzielenie chromosomów, co przekłada się na niezdolność do podziałów komórkowych u tychże komórek. W związku z powyższym, umierające w obrębie OUN neurony nie są uzupełniane przez inne (powstały ubytek wypełniają komórki glejowe posiadające zdolność podziałową). Inaczej sprawa ma się w przypadku obwodowego układu nerwowego, jednakże mechanizm regeneracji neuronów w obrębie tej części układu nerwowego wkracza poza ramy maturalne.

#### 8.2

**1 p.** – za prawidłowe rozstrzygnięcie (nie) oraz uzasadnienie odnoszące się do bariery krew-mózg.

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

#### Odpowiedź:

- Nie, ponieważ do elementów OUN przedostają się wyłącznie substancje, które są w stanie pokonać barierę krew-mózg.
- Nie, gdyż bariera krew-mózg ogranicza przenikanie substancji obecnych w krwiobiegu do OUN.

**Komentarz:** bariera krew-mózg utworzona jest przez komórki śródbłonna naczyń włosowatych oraz komórki glejowe. Ogranicza ona przenikanie różnych substancji do OUN, dzięki czemu jest on chroniony przed wpływem szkodliwych substancji (oczywiście niektóre substancje są w stanie pokonywać wspomnianą barierę).

#### 8.3

**1 p.** – za wybranie dwóch prawidłowych odpowiedzi

**0 p.** – za wybranie jednej prawidłowej odpowiedzi lub za brak odpowiedzi.

#### Odpowiedź:

PP

**Komentarz:**

1. Naskórek (zbudowany z nabłonka) rozwija się z ektodermy, tak samo jak tkanka nerwowa. Należy pamiętać, że tkanka nabłonkowa może rozwijać się z każdego listka zarodkowego – w przypadku nabłonków pokrywających ciało tym listkiem jest ektoderma.
2. Tkanka nerwowa zbudowana jest z neuronów (dwie pozostałe komórki na schemacie) oraz komórek glijowych.

**Zadanie 9.**

Zespół Guillaina-Barrégo (GBS) jest rzadką chorobą, która rozwija się najczęściej w ciągu kilku tygodni od infekcji np. przewodu pokarmowego. Niektóre struktury drobnoustrojów wykazują podobieństwo do struktur obecnych w obrębie układu nerwowego, przez co wytwarzane przeciwko drobnoustrojom przeciwciała mogą uszkadzać elementy układu nerwowego. W przebiegu GBS dochodzi do uszkodzenia osłonek mielinowych i aksonów w obrębie obwodowego układu nerwowego, co skutkuje postępującym niedowładem mięśni. W leczeniu GBS wykorzystywane są wlewy immunoglobulin oraz plazmafereza (zabieg który polega na pobraniu osocza i oczyszczeniu go z niepożądanych elementów – w przypadku GBS zabieg ten obniża stężenie różnych przeciwciał we krwi, przez co dochodzi do złagodzenia objawów choroby).

**Zadanie 9.1 (0-1)**

**Wyjaśnij, dlaczego GBS doprowadza do niedowładów mięśni.**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### Zadanie 9.2 (0-1)

**Rozstrzygnij**, jak na szybkość przewodzenia impulsów nerwowych w obrębie elementów obwodowego układu nerwowego wpływa GBS.

.....

.....

.....

### Zadanie 9.3 (0-1)

**Podkreśl** w każdym nawiasie właściwe określenie

Ośłonkami mielinowymi pokryte są aksony neuronów tworzących struktury (ośrodkowego/obwodowego/ośrodkowego i obwodowego) układu nerwowego. GBS (jest/nie jest) zaliczany do chorób autoimmunologicznych. Im (więcej/mniej) przewężeń Ranviera znajduje się w obrębie osłonki mielinowej, tym impuls nerwowy przewodzony jest szybciej.

### Zadanie 9.4 (0-1)

**Uzasadnij**, że plazmafereza może doprowadzić do obniżeni odporności organizmu.

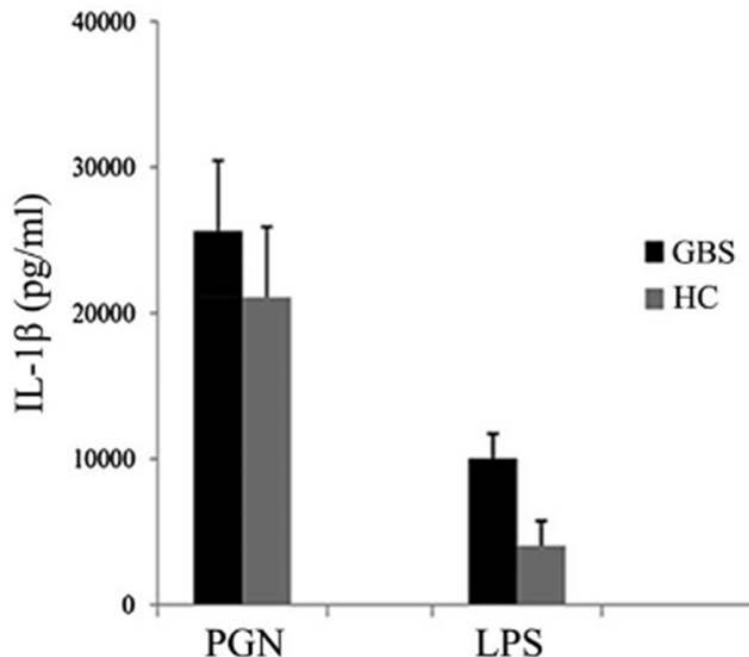
.....

.....

.....

### Zadanie 9.5 (0-2)

Na poniższym wykresie przedstawiono wyniki badania, które oceniało ilość wytwarzanej przez komórki układu odpornościowego IL-1 $\beta$ , w odpowiedzi na ekspozycję na peptydoglikan (PGN) i lipopolisacharyd (LPS) u osób chorujących na zespół Guillaina-Barrégo (GBS) oraz osób zdrowych (HC). Na wykresie przedstawiono wartość średnią, zaś słupek błędów oznacza odchylenie standardowe.



**Oceń, czy poniższe interpretacje przedstawionego wykresu są prawidłowe. Zaznacz T (tak), jeśli interpretacja jest prawidłowa, albo N (nie) – jeśli jest nieprawidłowa.**

1.	Wszystkie pomiary stężenia IL-1 $\beta$ po ekspozycji na PGN były wyższe u osób chorujących na GBS.	T	N
2.	Żaden z pomiarów stężenia IL-1 $\beta$ nie przekroczył 40 000 pg/ml.	T	N
3.	Stężenie IL-1 $\beta$ po ekspozycji na LPS jest istotnie wyższe u osób chorujących na GBS niż u osób zdrowych.	T	N

## Schemat oceniania zadania 9.

### 9.1

**1 p.** – za prawidłowe wyjaśnienie uwzględniające: 1) uszkodzenie aksonów wynikające z GBS 2) zaburzone przekazywanie informacji w obrębie synaps nerwowo-mięśniowych 3) niedowład mięśni

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

#### Odpowiedź:

- W przebiegu GBS dochodzi do uszkodzenia aksonów w obrębie obwodowego układu nerwowego, skutkiem czego jest zaburzone przekazywanie informacji w obrębie synaps nerwowo-mięśniowych, skutkujące niedowładem mięśni.

- GBS jest przyczyną uszkodzeń aksonów, zatem zaburzone zostaje przekazywanie informacji w obrębie synaps nerwowo-mięśniowych, co objawia się niedowładem mięśni.

**Komentarz:** w przebiegu GBS dochodzi do uszkodzenia osłonek mielinowych (spowalnia to przewodzenie impulsów nerwowych) oraz aksonów (utrudnia to przekazywanie impulsów nerwowych na inne komórki). Uszkodzenie aksonu tworzącego synapsę nerwowo-mięśniową przekłada się na zmniejszoną możliwość pobudzenia mięśnia do skurczu – dochodzi więc do niedowładów mięśniowych.

### 9.2

**1 p.** – za prawidłowe rozstrzygnięcie (zmniejszenie szybkości) oraz uzasadnienie odnoszące się do konsekwencji uszkodzenia osłonki mielinowej.

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

#### Odpowiedź:

- Dochodzi do zmniejszenia szybkości przewodzenia impulsów nerwowych, ponieważ uszkodzenie osłonek mielinowych utrudnia skokowe przewodzenie impulsu nerwowego.

- Impulsy nerwowe są przewodzone wolniej, ponieważ GBS doprowadza do uszkodzenia osłonek mielinowych, przez co impulsy nerwowe w miejscu uszkodzenia przewodzone są w sposób ciągły – wolniej.

**Komentarz:** osłonki mielinowe pozwalają na szybkie (skokowe) przewodzenie impulsów nerwowych, zaś ich brak przekłada się na przewodzenie go w sposób ciągły (wolny). W związku z powyższym uszkodzenie osłonki mielinowej będące wynikiem GBS doprowadza do zmniejszenia szybkości przewodzenia impulsów nerwowych.

### 9.3

**1 p.** – za prawidłowe podkreślenie wszystkich trzech określeń.

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

#### Odpowiedź:

Ośronkami mielinowymi pokryte są aksony neuronów tworzących strukturę (ośrodkowego/obwodowego/ośrodkowego i obwodowego) układu nerwowego. GBS (jest/nie jest) zaliczany do chorób autoimmunologicznych. Im (więcej/mniej) przewężeń Ranviera znajduje się w obrębie osłonki mielinowej, tym impuls nerwowy przewodzony jest szybciej.

**Komentarz:** osłonkami mielinowymi pokryte są aksony komórek nerwowych budujących zarówno ośrodkowy jak i obwodowy układ nerwowy (jednakże inne rodzaje komórek glejowych wytwarzają osłonki w obu tych układach). W przebiegu GBS powstają przeciwciała uszkadzające strukturę organizmu, zatem jest to choroba autoimmunologiczna. Przewężenia Ranviera to miejsca na aksonie, które pozbawione są osłonki mielinowej, w obrębie których przewodzony jest impuls nerwowy –

przeskakuje on pomiędzy kolejnymi przewężeniami, zatem im jest ich mniej, tym większe odległości pokonuje on podczas jednego „skoku”.

#### 9.4

**1 p.** – za prawidłową odpowiedź odnoszącą się do obniżenia stężenia przeciwciał w organizmie.

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

#### **Odpowiedź:**

- W przebiegu plazmaferezy dochodzi do obniżenia zawartości różnych przeciwciał we krwi, przez co zdolność organizmu do obrony przed drobnoustrojami chorobotwórczymi obniża się.

- Skutkiem plazmaferezy jest obniżenie stężenia przeciwciał we krwi, przez co organizm jest słabiej chroniony przez zakażeniami.

**Komentarz:** skutkiem plazmaferezy jest obniżenie stężenia przeciwciał we krwi – zarówno tych które doprowadzają do rozwoju objawów GBS (przez co dochodzi do złagodzenia objawów choroby) jak i tych które chronią organizm przed zakażeniami, przez co jest on bardziej podatny na zakażenia.

#### 9.5

**2 p.** – za wybranie trzech prawidłowych odpowiedzi

**1 p.** – za wybranie dwóch prawidłowych odpowiedzi

**0 p.** – za wybranie jednej prawidłowej odpowiedzi lub za brak odpowiedzi.

#### **Odpowiedź:**

NNT

#### **Komentarz:**

1. Nie znamy pomiarów minimalnych i maksymalnych w obu grupach, zatem nie jesteśmy w stanie tego stwierdzić. Możemy jedynie stwierdzić, że średnia wartość w przypadku GBS była wyższa niż w przypadku HC (słupki błędów wskazuje, że wyniki w obu grupach w większości nachodzą na siebie).

2. Nie znamy pomiarów minimalnych i maksymalnych w obu grupach, zatem nie jesteśmy w stanie tego stwierdzić – słupki błędów dla najwyższego słupka wskazuje jedynie, że większość pomiarów nie przekroczyła 30 000 pg/ml.

3. Zakresy tworzone przez słupki błędów dla wyników z obu grup nie zachodzą na siebie – większość wyników zawiera się w innych zakresach, co pozwala na wnioskowanie o istotnej różnicy pomiędzy danymi.