

## Temat: Układ odpornościowy.

**1. Odporności organizmu.** jest różnie definiowana np. jako:

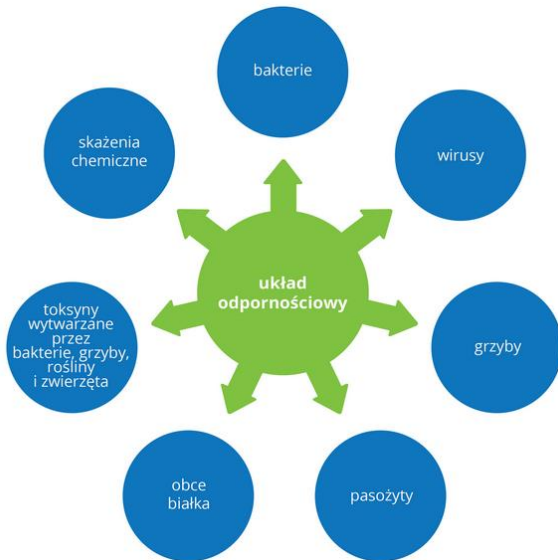
- Zdolność organizmu do obrony przed czynnikami patogennymi.
- Równowaga pomiędzy patogennością drobnoustroju, a zdolnością układu odpornościowego (immunologicznego) do jego niszczenia.
- Zdolność do utrzymania homeostazy, mimo naruszenia jej przez antygeny.

**Immunologia – nauka o odporności**

**2. Funkcje układu odpornościowego:**

- pozwala zwalczać infekcje wywołane przez wirusy, bakterie, grzyby, protisty i pasożyty,
- umożliwia usuwanie komórek zmienionych nowotworowo,
- bierze udział w reakcji odrzucania przeszczepów

Podstawą działania układu odpornościowego jest **odróżnianie komórek i cząsteczek własnych organizmu od komórek i cząsteczek obcych (antygenów)**, które stanowią dla organizmu zagrożenie.



**3. Antygeny** to substancje **obce dla organizmu**, które:

- wywołują odpowiedź immunologiczną skierowaną przeciwko sobie
- swoiście łączą się z przeciwciałami

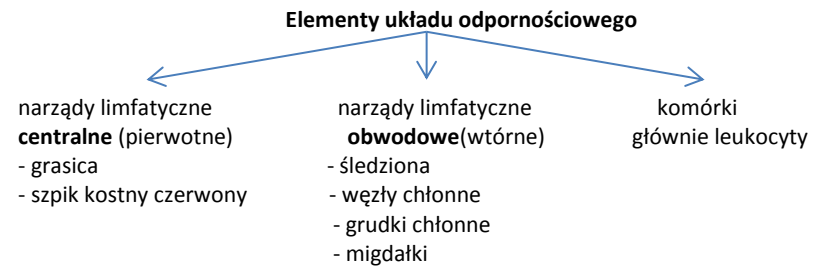
Antygenami są najczęściej **białka** lub **polisacharydy**, np. białka powierzchniowe wirusów, toksyny białkowe wydzielane przez grzyby, polisacharydy znajdujące się na powierzchni bakterii.

**3. Budowa układu odpornościowego (immunologicznego).**

Układ ten różni się budową od innych układów. Składa się on bowiem z narządów, tkanek i komórek, będących elementami budowy innych układów, które ściśle ze sobą współpracują w obronie organizmu stanowiąc funkcjonalną całość.

**Układ odpornościowy (immunologiczny) – narządy, tkanki, komórki i substancje przez nie wytwarzane, biorące udział w mechanizmach odpornościowych.**

Podstawę tego układu **stanowią narządy i komórki układu limfatycznego.**



**a) narządy**

**W narządach centralnych dojrzewają limfocyty – w grasicy – limfocyty T, w szpiku kostnym- limfocyty B.** Dojrzewają, czyli uzyskują na swojej powierzchni receptory białkowe i opuszczają te narządy jako komórki kompetentne immunologicznie, czyli zdolne do uczestniczenia w reakcjach odpornościowych. Dojrzałe limfocyty T rozpoznają obce antygeny połączone z cząsteczkami MHC i nie reagują na własne antygeny organizmu. Dojrzałe limfocyty B wytwarzają przeciwciała o prawidłowym kształcie i nie reagują na antygeny własnego organizmu.

**W narządach obwodowych –** dojrzałe komórki układu odpornościowego wchodzi w kontakt z patogenami i tam je zwalczają.

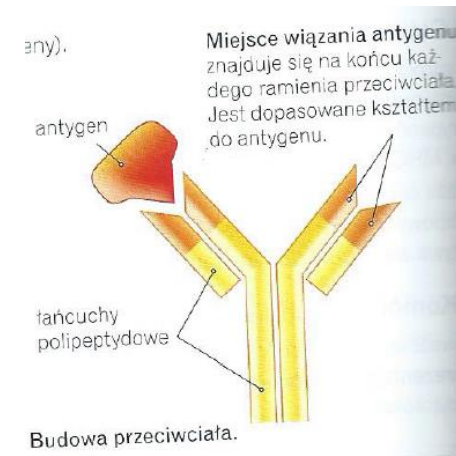
**b) komórki**

**Najważniejszymi komórkami** układu odpornościowego są **limfocyty B, limfocyty T** oraz inne **komórki prezentujące antygeny** limfocytom T. Ze względu na funkcje limfocyty T są zróżnicowane na klasy:

- $T_c$  (cytotoksyczne)- dzięki obecności specjalnych receptorów rozpoznają komórki z obcym antygenem na powierzchni i niszczą je
- $T_s$  (supresorowe) – hamują reakcje obronne organizmu (stanowią m. in. zabezpieczenie przed autoagresją , biorą udział w mechanizmach tolerancji na antygeny pokarmowe)
- Autoagresja – odpowiedź immunologiczna organizmu prowadząca do uszkodzeń własnych tkanek.
- $T_h$  (pomocnicze) – wzmacniają odpowiedź immunologiczną

### Funkcje wybranych komórek układu odpornościowego

Komórki	Funkcja
Limfocyty B	Rozpoznają antygeny i wytwarzają przeciwciała, prezentują antygeny limfocytom T.
Komórki plazmatyczne	Wytwarzają przeciwciała.
Limfocyty Th	Wzmacniają odpowiedź immunologiczną, wydzielają cytokiny.
Limfocyty Ts	Hamują odpowiedź immunologiczną, wydzielają cytokiny.
Limfocyty Tc	Niszczą komórki z obcym antygenem.
Komórki NK	Niszczą komórki nowotworowe i komórki zakażone wirusami.
Komórki dendrytyczne	Prezentują antygeny limfocytom T.
Komórki tuczne	Zwiększają natężenie sygnałów informujących o zakażeniu, wydzielają histaminę i cytokiny, prezentują antygeny limfocytom T.
Makrofagi	Niszczą mikroorganizmy oraz inne obce komórki, wydzielają cytokiny, prezentują antygeny limfocytom T.



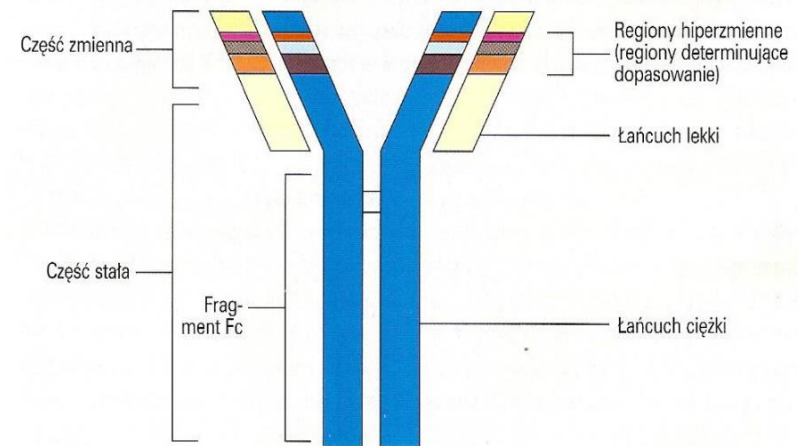
### c) cząsteczki

- **przeciwciała**
- Elementy tworzące układ odpornościowy nie mają ze sobą bezpośrednich połączeń, dlatego komunikują się za pośrednictwem specjalnych substancji tzw. **cytokin** transportowanych przez płyny ustrojowe. **Cytokiny** – peptydy lub białka wydzielane przez komórki układu odpornościowego, regulujące namnażanie, różnicowanie i przemieszczanie się komórek. Należą do nich **interleukiny, interferony i chemokiny**.
- **Układ dopełniacza**- zespół około 30 enzymów osocza krwi wspomagających czynności przeciwciał w zwalczaniu infekcji

**4. Przeciwciała (immunoglobuliny) to** białka zdolne do swoistego łączenia się z antygenem, uczestniczące w reakcjach odpornościowych. **Swoistość** łączenia się z antygenem polega na tym, że **każde przeciwciało rozpoznaje tylko jeden, określony antygen**.

Kształtem przypominają literę Y, składają się z dwóch łańcuchów polipeptydowych lekkich (L) i dwóch łańcuchów ciężkich (H). Fragment  $F_c$  – fragment wiążący się z makrofagami i limfocytami

Wyróżnia się pięć klas przeciwciał : IgG, IgA, IgM, IgD, IgE



### 5. Rodzaje odporności:

- nieswoista** (rodzona) obejmuje bariery morfologiczne, fizjologiczne i immunologiczne
- swoista** (nabyta za życia)

Rodzaje odporności – podział ze względu na precyzję działania i czas reakcji

**ODPORNOŚĆ**

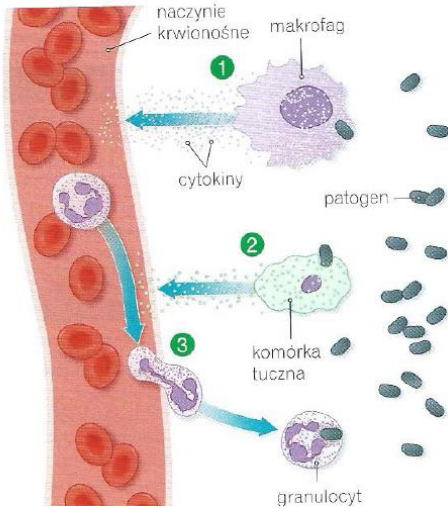
**nieswoista (wrodzona)** – obecna w chwili narodzin, nie jest skierowana przeciwko konkretnym antygenom; obejmuje:

- naturalne bariery ochronne (np. nieuszkodzona skóra, śluz w układzie pokarmowym, niskie pH potu i soku żołądkowego, fizjologiczne odruchy obronne)
- komórki NK, komórki żerne (makrofagi, granulocyty obojętnochłonne i kwasochłonne)
- cząsteczki uczestniczące w reakcjach odpornościowych (układ dopełniacza, interferon)

**swoista (nabyta)** – kształtuje się w trakcie całego życia, jest skierowana przeciwko konkretnym antygenom, jej uruchomienie wymaga pewnego czasu; obejmuje odpowiedź:

- komórkową z udziałem limfocytów Tc
- humoralną z udziałem przeciwciał produkowanych przez limfocyty B

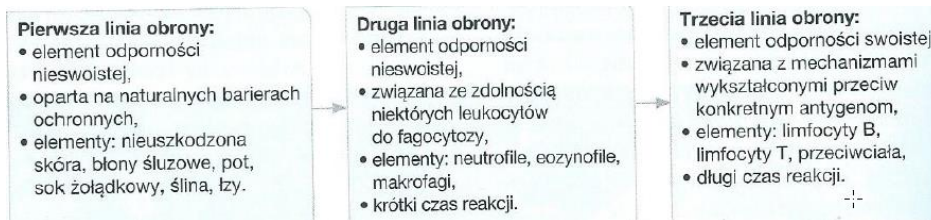
■ Działanie mechanizmów odporności nieswoistej



- 1 Komórki układu odpornościowego obecne w miejscu zakażenia, np. makrofagi, rozpoznają patogen i ulegają aktywacji – zaczynają wydelać cytokiny.
- 2 Komórki tłuszczne wydzielają substancje, które zwiększają przepuszczalność naczyń krwionośnych i powodują reakcję zapalną.
- 3 Do miejsca zakażenia przemieszczają się komórki układu odpornościowego:
  - komórki żerne, które rozpoczynają niszczenie patogenów przez fagocytozę,
  - komórki NK, które rozpoznają i niszczą komórki zakażone wirusem i komórki nowotworowe,
  - komórki prezentujące antygen, które uruchamiają mechanizmy odporności swoistej – aktywują limfocyty.

**Reakcja zapalna** – zmiany w miejscu zakażenia powodowane działaniem komórek układu odpornościowego. Jego objawami są zaczerwienienie, ból, obrzęk oraz podwyższona temperatura.

6. Obrona organizmu przed czynnikami chorobotwórczymi.

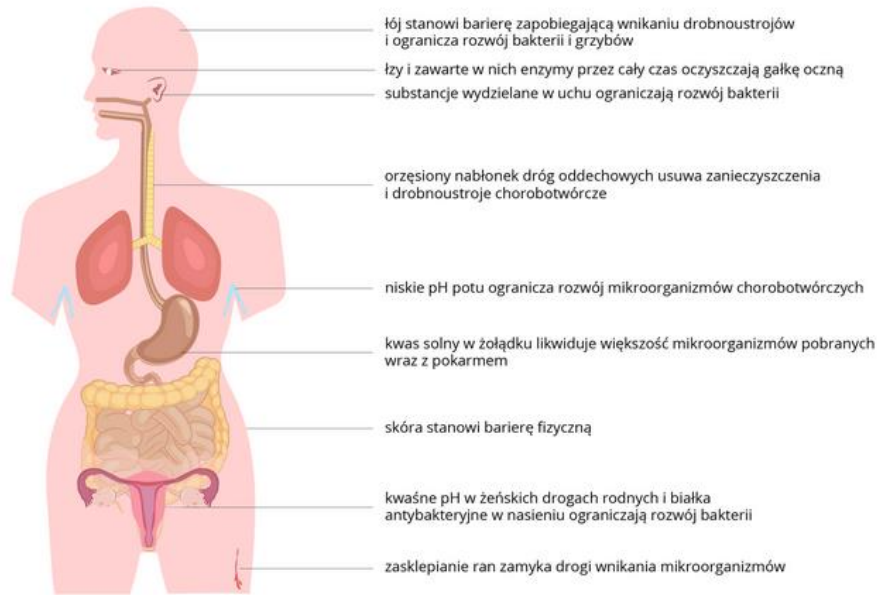


■ Mechanizmy działania wybranych elementów odporności nieswoistej

Element	Mechanizm działania
Naskórek	Bariera mechaniczna dla drobnoustrojów. Złuszczenie się komórek pozwala usunąć patogeny obecne na powierzchni skóry.
Ruch rzęsek, kaszel, kichanie, wydzielina śluzowa dróg oddechowych	Mechaniczne usuwanie drobnoustrojów z powierzchni nabłonka.
Kwas solny w żołądku	Utрудnianie rozwoju drobnoustrojów dzięki niskiemu pH.
Ruchy perystaltyczne jelit, złuszczenie się komórek nabłonka przewodu pokarmowego	Usuwanie patogenów obecnych na powierzchni nabłonka.
Występowanie fizjologicznej flory bakteryjnej układu pokarmowego	Wytwarzanie substancji bakteriobójczych i grzybobójczych.
Lizozym obecny we krwi, łzach, w osoczu, limfie i płynie tkankowym	Działanie bakteriobójcze – rozkładanie ścian bakterii.
Białka układu dopełniacza obecne w osoczu, limfie i płynie tkankowym	Niszczenie komórek patogenów i zakażonych komórek organizmu, wydzielanie substancji wspomagających zwalczanie infekcji.
Komórki żerne (granulocyty obojętnochłonne i kwasochłonne, makrofagi)	Niszczenie komórek patogenów i zakażonych komórek organizmu na drodze fagocytozy.
Komórki NK	Niszczenie zakażonych wirusami komórek organizmu, niszczenie komórek nowotworowych.
Cytokiny wydzielane przez komórki układu odpornościowego	Przekazywanie informacji między komórkami układu odpornościowego, indukcja odpowiedzi immunologicznej, działanie przeciw-wirusowe.

Mechanizmy odporności nieswoistej

ODPORNOŚĆ NIESWOISTA		
bariery fizyczne	bariery chemiczne	
powłoki ciała	odruchy obronne	pot
skóra	kichanie	łój
błona śluzowa przewodu pokarmowego, dróg oddechowych	kaszel	śluz
nabłonki	wymioty	łzy
		ślina
		kwas solny



### 7. Rodzaje odporności swoistej ze względu na sposób jej powstawania;

**a) czynna** – uzyskana przez kontakt komórek własnego układu odpornościowego z antygenem (długotrwała)

**b) bierna** – uzyskana, dzięki obcym przeciwciałom (krótkotrwała)

Zarówno czynna jak i bierna może być naturalna i sztuczna.

#### Porównanie szczepionki surowicą odpornościową

Cecha	Szczepionka	Surowica odpornościowa
<b>Składniki</b>	żywe, lecz pozbawione zjadliwości drobnoustroje chorobotwórcze, ich martwe elementy lub jady	gotowe, skierowane przeciwko danemu antygenowi przeciwciała
<b>Rodzaj wywołanej odporności</b>	sztuczna, czynna	sztuczna, bierna
<b>Czas trwania odporności</b>	długotrwała	krótkotrwała



**Surowica odpornościowa** – płynna część krwi pozbawiona krwinek, płytek krwi, fibrynogenu oraz czynników krzepnięcia, zawierająca dużą ilość przeciwciał, otrzymana w wyniku uodpornienia organizmu określonym antygenem.

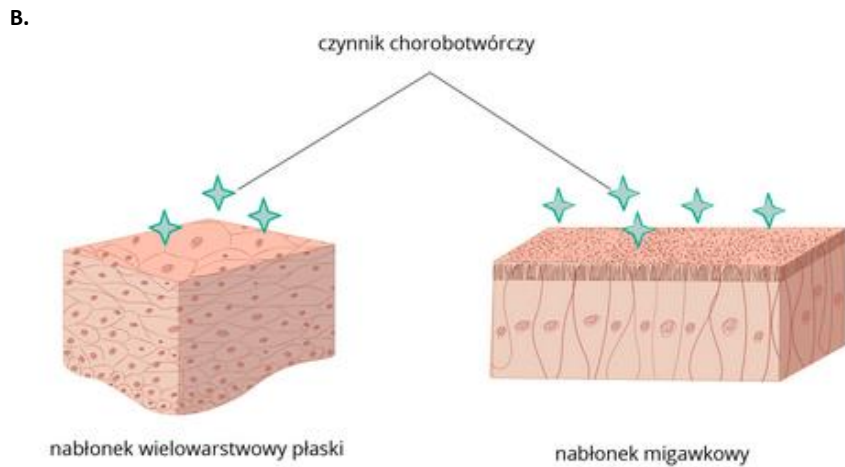
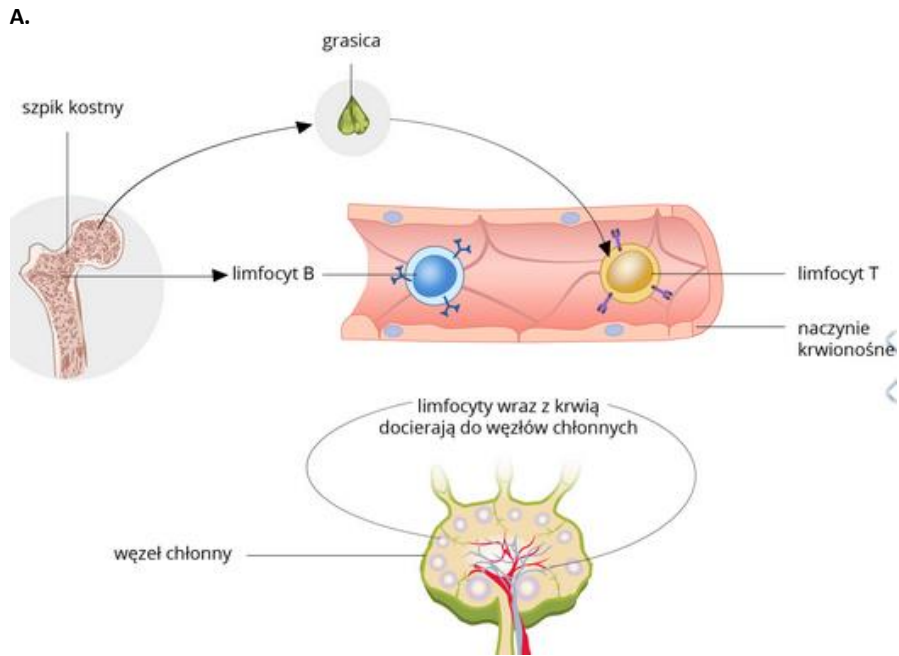
**8. Odpowiedź immunologiczna** – ciąg reakcji obronnych organizmu, zachodzących na skutek pojawienia się w nim antygeny.

Kiedy pierwsza i druga linia odporności nieswoistej nie wystarczyła i antygen nie został zniszczony, rozpoczyna się odpowiedź swoista.- trzecia linia obrony. Antygen **zostaje rozpoznany i zneutralizowany**. Odporność swoista jest oparta na działaniu **limfocytów**, które najpierw muszą ulec **aktywacji**.

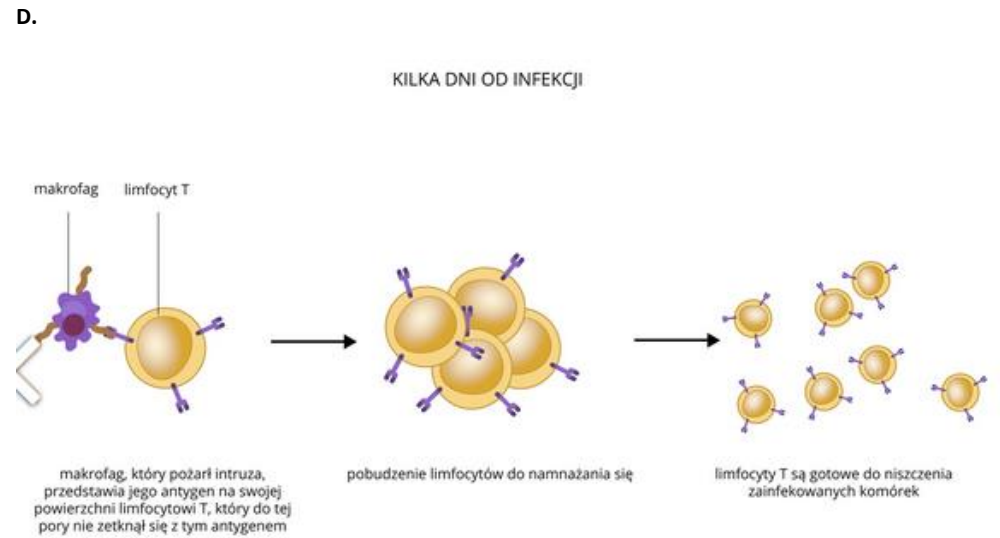
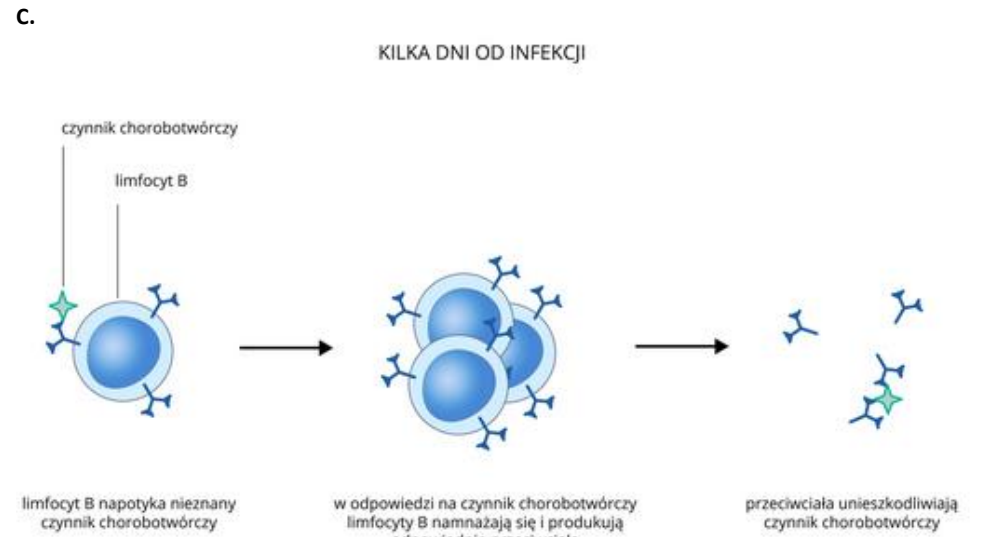
**Limfocyty T** warunkują odporność **komórkową**, polegającą na bezpośrednim atakowaniu patogenu przez limfocyty T<sub>c</sub>

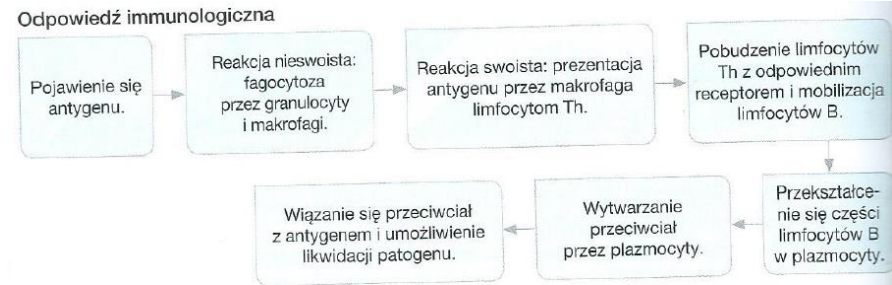
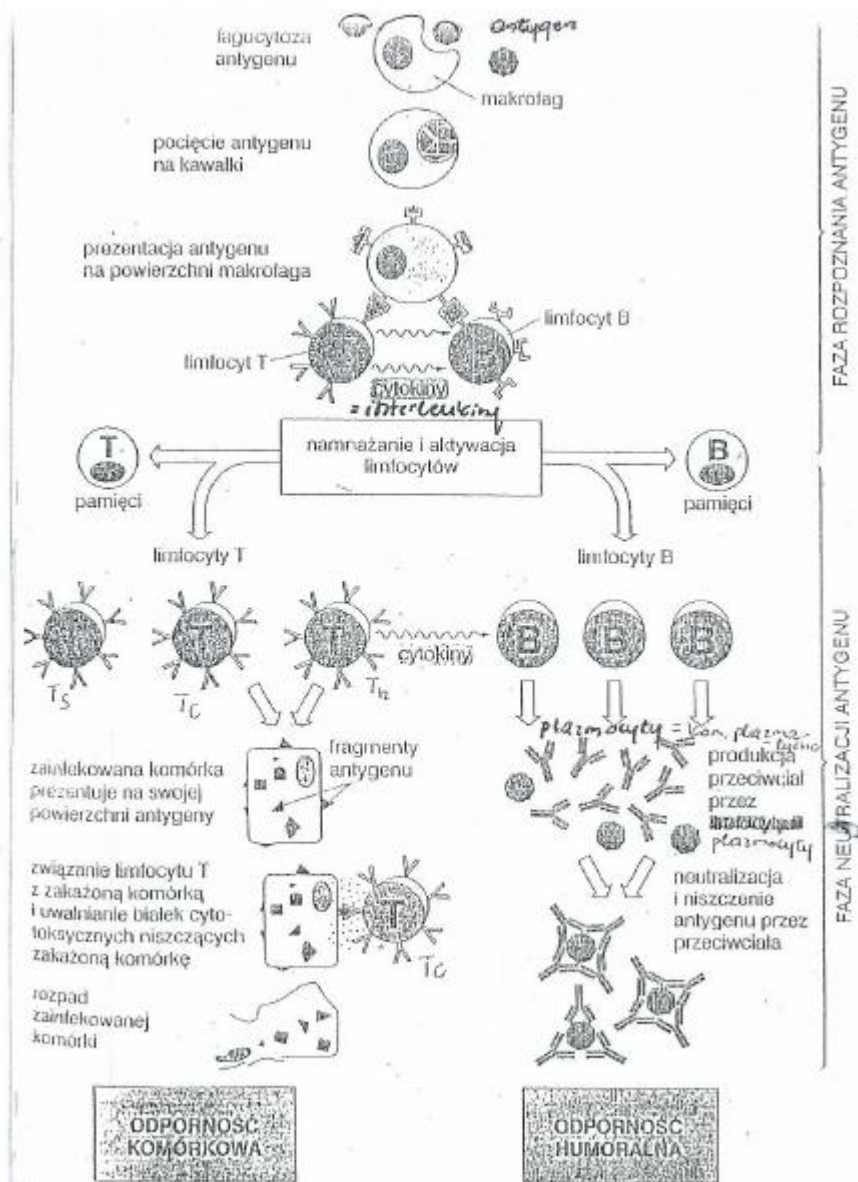
**Limfocyty B- humoralną** wywołaną obecnością w płynach ustrojowych przeciwciał.

Termin **odporność komórkowa** odnosi się również do działalności leukocytów obdarzonych zdolnością do pochłaniania i wewnątrzkomórkowego trawienia(fagocytozy) m.in. makrofagów, neutrofilii i eozynofili.



CZAS REAKCJI DO 12 GODZIN

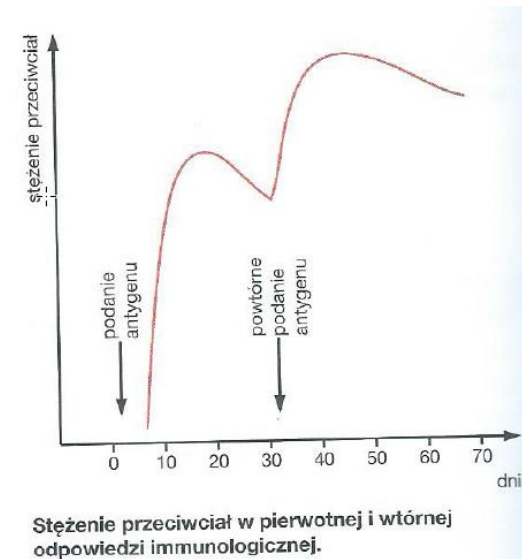




**9. Odpowiedź immunologiczna pierwotna i wtórna. Pamięć immunologiczna.**

podczas pierwszego kontaktu z patogenem organizm uruchamia mechanizmy odpornościowe- jest to **zw. pierwotna odpowiedź immunologiczna**. Po zwalczeniu patogenu w organizmie pozostają limfocyty T i B (komórki pamięci) oraz pewna ilość przeciwciał wytworzonych przeciwko temu antygenowi.. Stanowią one **pamięć immunologiczną**. Dzięki niej przy kolejnym kontakcie z tym antygenem reakcja obronna jest szybsza i znacznie silniejsza, często również przebiega bez objawów chorobowych. Taką reakcję nazywamy **wtórną odpowiedzią immunologiczną**.

**Pamięć immunologiczna** – zdolność organizmu do przyspieszonej i skuteczniejszej odpowiedzi immunologicznej podczas ponownego kontaktu z antygenem.



Stężenie przeciwciał w pierwotnej i wtórnej odpowiedzi immunologicznej.

Proszę zapisać temat lekcji, notatkę oraz rozwiązać zadania z karty pracy. Efekty swojej pracy proszę przesłać na adres [bozena.stopa@wp.pl](mailto:bozena.stopa@wp.pl) do 30 maja.

**KARTA PRACY: Układ odpornościowy. Nazwisko i imię .....**

**Zadanie 1 (1 pkt.)**

Wybierz i zakreśl właściwą odpowiedź. Odpornością organizmu nazywamy:

- A. równowagę pomiędzy patogennością ustroju a zdolnością układu immunologicznego do jego niszczenia
- B. powstawanie swoistych białek, niszczących antygeny np. wirusów i bakterii
- C. zdolność organizmu do wywoływania odpowiedzi na pojawiający się we krwi antygen
- D. stan, w którym komórki układu limfatycznego nie reagują na antygeny

**Zadanie 2 (1 pkt.)**

Zaznacz mechanizmy odporności wrodzonej:

- A. transport przeciwciał wraz z krwią
- B. wytwarzanie antygenów
- C. neutralizacja zarazków przez komórki pamięci
- D. wydzielanie śluzu przez nabłonki
- E. kichanie

**Zadanie 3 (3 pkt.)**

Jednym z rodzajów leukocytów we krwi człowieka są granulocyty obojętnochłonne – neutrofile. Pełnią one funkcje obronne, głównie przeciwbakteryjne. Substancje chemiczne wydzielane przez drobnoustroje chorobotwórcze wywołują u granulocytów zdolność do przechodzenia przez nieszkodzone ściany naczyń włosowatych, co umożliwia tym komórkom przemieszczanie się do ognisk zapalnych (skupisk bakterii). Tam fagocytują drobnoustroje chorobotwórcze i następnie trawią je dzięki enzymom zawartym w lizosomach.

a) Na podstawie powyższych informacji podaj dwie cechy granulocytów obojętnochłonnych, które umożliwiają im skuteczną walkę z bakteriami.

- 1.....
- 2.....

b) Wybierz i podkreśl dwie cechy opisanej odporności organizmu.

swoista, nieswoista, wrodzona, nabyta

**Zadanie 4 (2 pkt.)**

Uzupełnij poniższe zdania dotyczące limfocytów tak, aby zawierały one informacje prawdziwe. Podkreśl w każdym nawiasie właściwe określenie.

Limfocyty B i T biorą udział w mechanizmach odporności (swoistej / nieswoistej). W grasicy człowieka dojrzewają i nabywają kompetencji (limfocyty B / limfocyty T). Za wytwarzanie i uwalnianie przeciwciał odpowiadają (limfocyty B / limfocyty T) i jest to odporność (humoralna / komórkowa).

**Zadanie 5 (1 pkt.)**

Wskaż poprawne dokończenie zdania. Szczepionka:

- A. jest podawana osobie chorej
- B. zawiera gotowe przeciwciała
- C. ułatwia proces zdrowienia
- D. pobudza organizm do produkcji przeciwciał

**Zadanie 6 (1 pkt.)**

Przeczytaj opis sytuacji i wskaż poprawne zakończenie zdania.

Asia napisała w zeszycie, że układ odpornościowy odróżnia własne komórki od komórek obcych dzięki obecnym na jej powierzchni przeciwciałom. Zapis zrobiony przez Asię jest nieprawdziwy, ponieważ:

- A. przeciwciała stanowią mechanizm odporności nieswoistej
- B. komórki rozpoznają się dzięki obecnym na ich powierzchni antygenom
- C. przeciwciała powstają tylko w wyniku przedostania się bakterii do organizmu
- D. za rozróżnianie komórek własnych od obcych odpowiada układ limfatyczny

**Zadanie 7 (1 pkt.)**

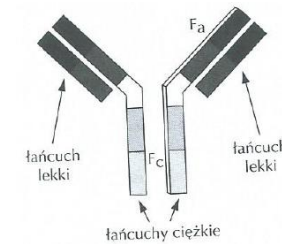
Oceń prawdziwość stwierdzeń dotyczących odporności organizmu człowieka. Zaznacz P, jeśli

stwierdzenie jest prawdziwe, lub I F, jeśli stwierdzenie jest fałszywe.

1. Mechanizmy obronne są uruchamiane w zetknięciu organizmu z antygenem	P	F
2. Odporność bierna jest krótkotrwała.	P	F
3. Odporność swoista ma charakter wrodzony.	P	F

**Zadanie 8 (2 pkt.)**

Schemat przedstawia budowę przeciwciała.



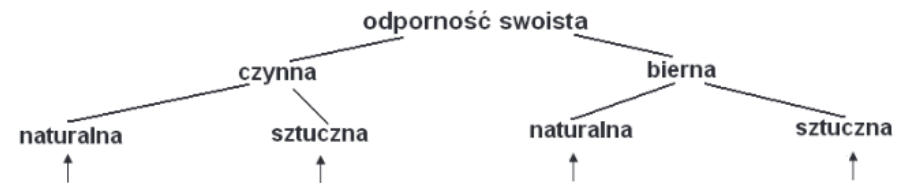
a) Zaznacz fragment wiążący się z antygenem

b) Wykaż rolę przeciwciał w procesach odpornościowych. ....

**Zadanie 9 (2 pkt.)**

Uzupełnij schemat – przyporządkuj poszczególnym rodzajom odporności swoistej czynniki, które prowadzą do jej wytworzenia. Wybierz je z wymienionych.

szczepienia ochronne    picie mleka matki    podanie surowicy    przebycie choroby



A..... B..... C..... D.....

**Zadanie 10 (3 pkt.)**

a) Wyjaśnij co to jest odpowiedź immunologiczna pierwotna i wtórna.

.....  
 .....  
 .....

b) Porównaj poziom przeciwciał w odpowiedzi pierwotnej i wtórnej.

.....  
 .....

c) Określ do którego rodzaju odporności, nieswoistej czy swoistej należy pamięć immunologiczna.

.....