

Temat: Budowa i funkcjonowanie układu odpornościowego oraz jego zaburzenia.

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

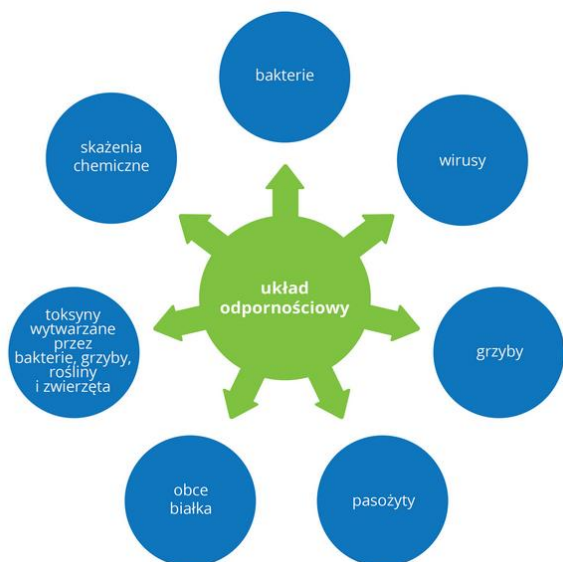
- Zdolność organizmu do obrony przed czynnikami patogennymi.
- Równowaga pomiędzy patogennością drobnoustroju, a zdolnością układu odpornościowego (immunologicznego) do jego niszczenia.
- Zdolność do utrzymania homeostazy, mimo naruszenia jej przez antygeny.

Immunologia – nauka o odporności

2. Funkcje układu odpornościowego:

- pozwala zwalczać infekcje wywoływane 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

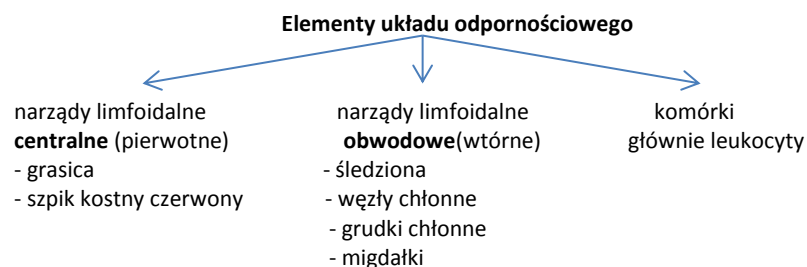
Antygenami są najczęściej **białka** lub **polisacharydy**, np. białka powierzchniowe wirusów, toksyny białkowe wydzielane przez grzyby, polisacharydy znajdujące się na powierzchni bakterii.

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.

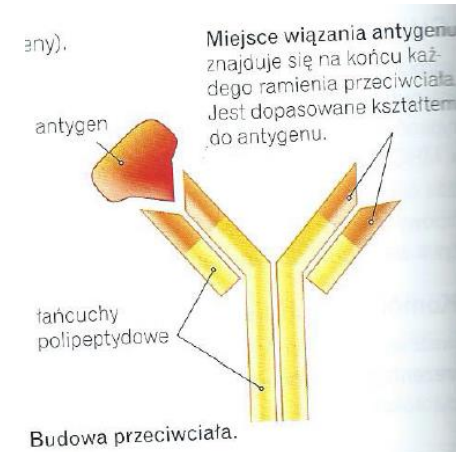
b) komórki

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)
- T_s (supresorowe)
- T_h (pomocnicze)

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.



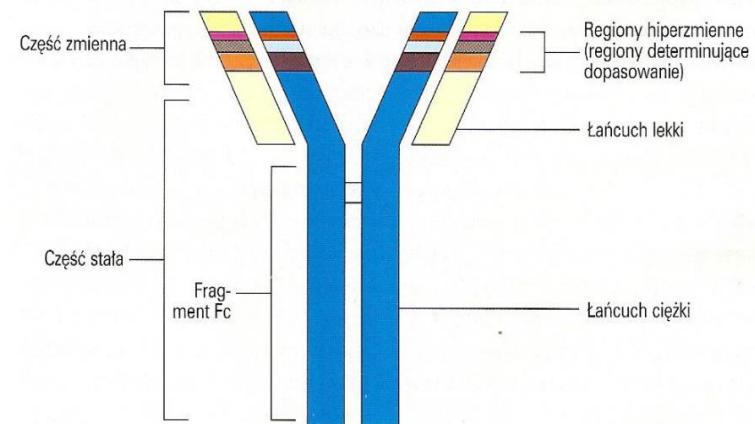
c) cząsteczki

- **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 (Charakterystyka – tabela w podręczniku)



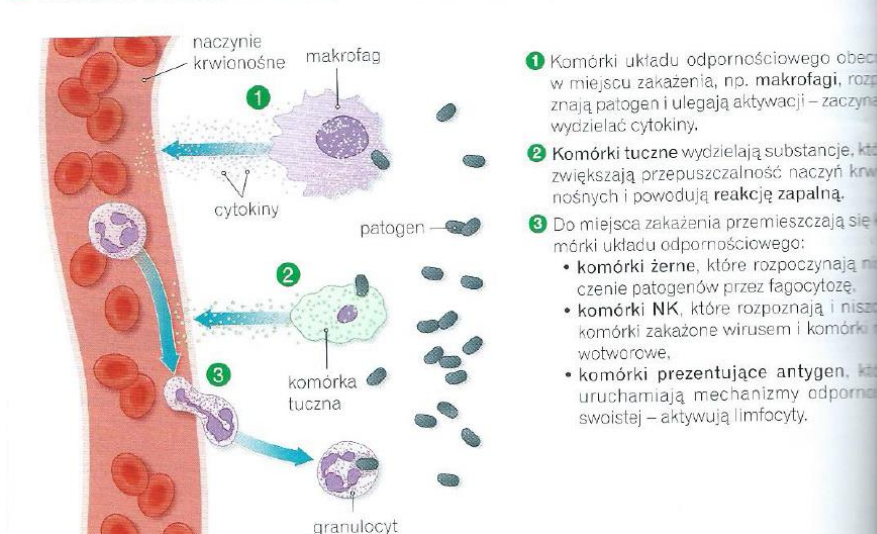
5. Rodzaje odporności:

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

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

ODPORNOŚĆ	
<p>nieswoista (wrodzona) – obecna w chwili narodzin, nie jest skierowana przeciwko konkretnym antygenom; obejmuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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) 	<p>swoista (nabyta) – kształtuje się w trakcie całego życia, jest skierowana przeciwko konkretnym antygenom, jej uruchomienie wymaga pewnego czasu; obejmuje odpowiedź:</p> <ul style="list-style-type: none"> • komórkową z udziałem limfocytów Tc • humoralną z udziałem przeciwciał produkowanych przez limfocyty B

Działanie mechanizmów odporności nieswoistej



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.

<p>Pierwsza linia obrony:</p> <ul style="list-style-type: none"> • element odporności nieswoistej, • oparta na naturalnych barierach ochronnych, • elementy: nieuszkodzona skóra, błony śluzowe, pot, sok żołądkowy, ślina, łzy. 	<p>Druga linia obrony:</p> <ul style="list-style-type: none"> • element odporności nieswoistej, • związana ze zdolnością niektórych leukocytów do fagocytozy, • elementy: neutrofile, eozynofile, makrofagi, • krótki czas reakcji. 	<p>Trzecia linia obrony:</p> <ul style="list-style-type: none"> • element odporności swoistej, • związana z mechanizmami wykształconymi przeciw konkretnym antygenom, • elementy: limfocyty B, limfocyty T, przeciwciała, • długi czas reakcji.
--	--	--

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	Utrudnianie 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 ślinie i wydzielinie nosa	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.

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

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

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

Zarówno czynna jak i bierna może być naturalna i sztuczna.

Odporność swoista			
czynna		bierna	
naturalna	sztuczna	naturalna	sztuczna
wytworzenie przeciwciał w reakcji na kontakt z drobnoustrojami, które wniknęły do organizmu samodzielnie, np. w wyniku przebycia choroby	wytworzenie przeciwciał w wyniku podania szczepionki	otrzymywanie przeciwciał wytworzonych przez organizm matki za pośrednictwem łożyska lub z mlekiem w czasie karmienia	otrzymywanie przeciwciał zawartych w surowicy odpornościowej

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**.

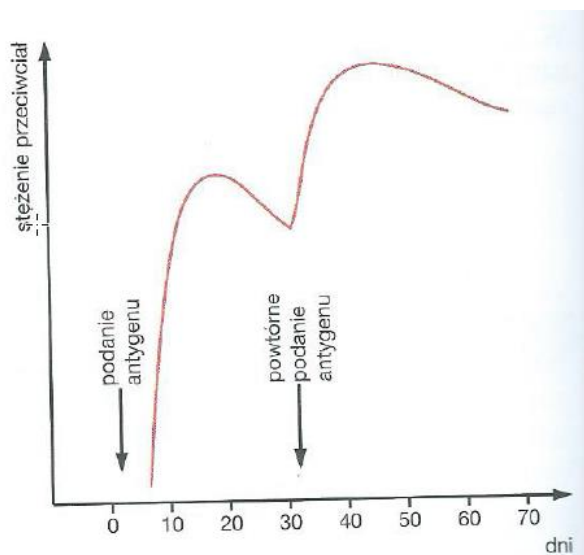
Limfocyty T warunkują odporność **komórkową**, polegającą na bezpośrednim atakowaniu patogenu przez limfocyty T_c

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

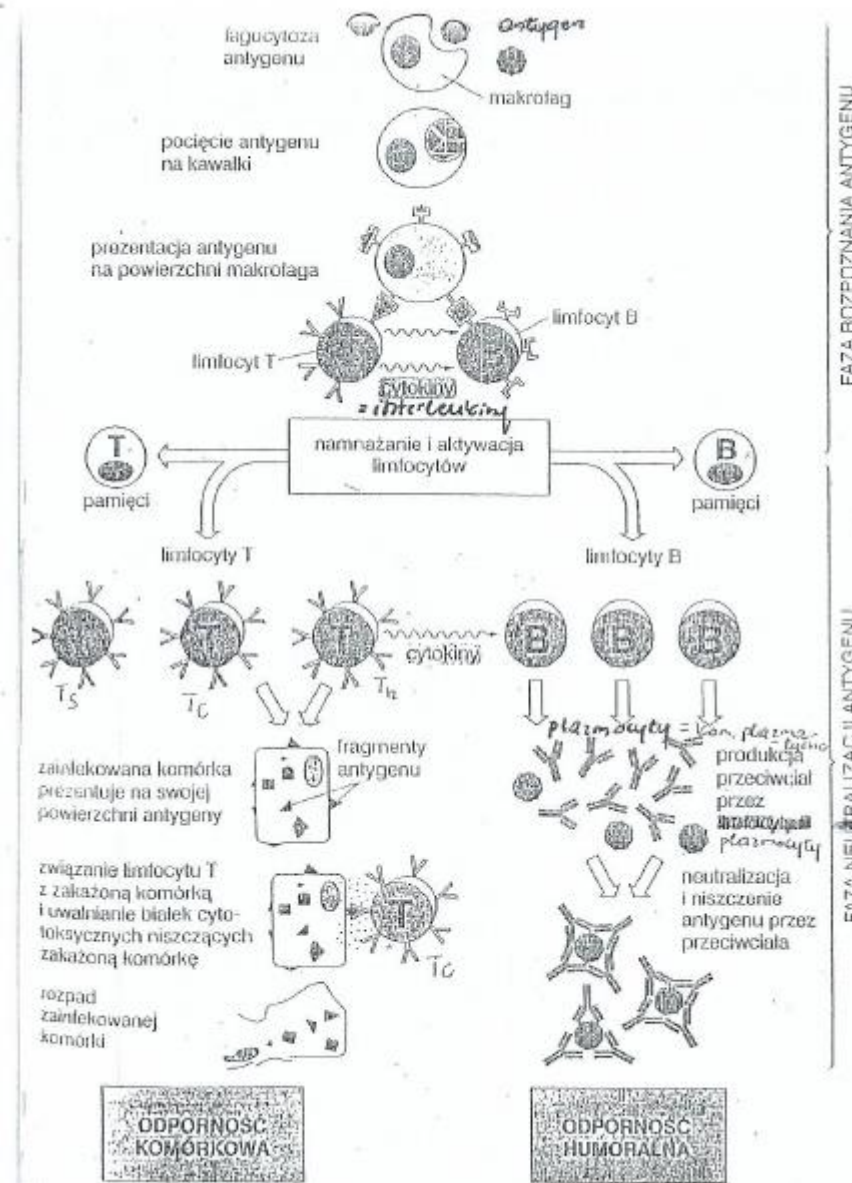
Termin **odporność komórkowa** odnosi się również do działalności leukocytów obdarzonych zdolnością do pochłaniania i wewnątrzkomórkowego trawienia(fagocytozy) m.in. makrofagów, neutrofilii i eozynofili.

9. Odpowiedź immunologiczna pierwotna i wtórna. Pamięć immunologiczna.

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



Stężenie przeciwciał w pierwotnej i wtórnej odpowiedzi immunologicznej.



9. Główny układ zgodności tkankowej.

W rozpoczęciu reakcji odpornościowej skierowanej przeciwko antygenowi biorą udział glikoproteiny, nazywana cząsteczkami MHC. Znajdują się one na powierzchni komórek, a ich główną funkcją jest wiązanie antygenów i prezentowanie ich limfocytom T. Cząsteczki MHC tworzą **główny układ zgodności tkankowej** tzw. MHC – u człowieka stosuje się nazwę HLA.

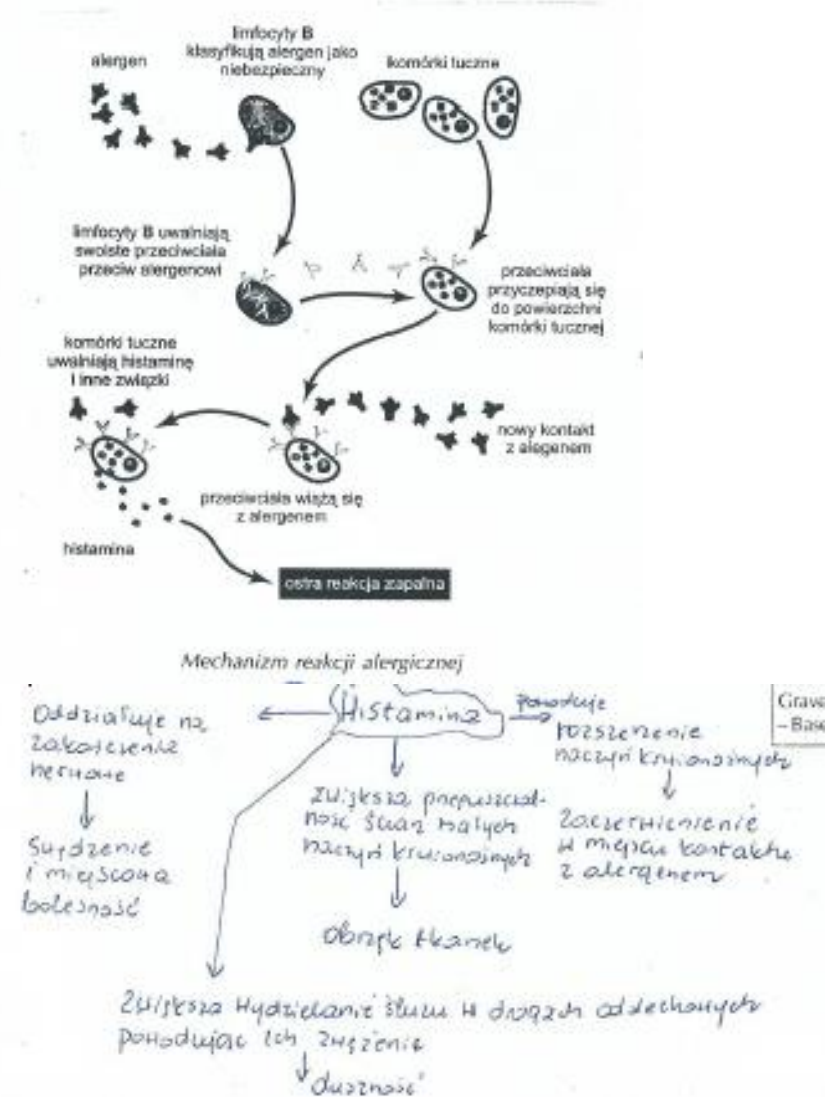
Każda osoba ma charakterystyczny zestaw cząsteczek MHC na powierzchni komórek, a jej układ odpornościowy traktuje cząsteczki MHC pochodzące od innej osoby jako antygeny. Dlatego cząsteczki MHC nazywa się również **antygenami zgodności tkankowej**.

10. Zaburzenia funkcjonowania układu odpornościowego:

a) choroby autoimmunizacyjne – choroby spowodowane autoagresją, czyli reakcją odpornościową skierowaną przeciwko własnym komórkom lub tkankom organizmu

Choroba	Atakowany narząd lub tkanka	Objawy
Stwardnienie rozsiane	rdzeń kręgowy i szata biała mózgu oraz rdzenia przedłużonego	zniszczenie długich włókien nerwowych, które przenoszą informacje z mózgu i do mózgu, zaburzenia wzroku, mowy, równowagi
Reumatoidalne zapalenie stawów	tkanka łączna stawów	sztymność stawów, bóle podczas wykonywania ruchów, zmiany zwyrodnieniowe stawów
Cukrzyca typu I (insulinozależna)	komórki trzustki wytwarzające insulinę (beta)	wytwarzające insulinę – niedobór insuliny powoduje podwyższenie poziomu cukru we krwi; zwiększone pragnienie, upośledzenie gojenia się ran, swędzenie skóry, czyraki, zmiany naczyniowe o charakterze miażdżycy
Pęcherzyca zwykła	skóra	pęcherze łatwo pękające, tworzące się na skórze i błonach śluzowych narządów
Łuszczyca	skóra	początkowo srebrzyste grudki na skórze, które tworzą łuszczące się ogniska najczęściej na łokciach i kolanach; choroba o charakterze nawrotowym
Toczeń rumieniowaty	tkanka łączna	plamy rumieniowe, zapalne i obrzękowe na skórze, obejmujące również narządy wewnętrzne, np. nerki
Choroba Gravesa- Basedowa	tarczycy	wyrzescz galek ocznych, powiększenie tarczycy (wole), przyspieszona praca serca, zwiększenie tempa przemiany materii

b) alergie **Alergia**- nieprawidłowa, wzmożona odpowiedź immunologiczna prowadząca do uszkodzenia tkanek i stanu chorobowego w reakcji na nieszkodliwy dla organizmu antygen. U jej podłoża leżą reakcje antygeny, zwanego **alergenem**, z przeciwciałami IgE.



c) **wrodzone niedobory odporności**- stan, w którym zdolność układu odpornościowego do odpowiedzi immunologicznej jest osłabiona lub zniesiona. W wyniku tego osoby chore zapadają na częste infekcje o ciężkim przebiegu oraz na choroby nowotworowe. Przykładem jest zespół SCID – ciężki złożony niedobór odporności.

d) **zespół nabytego upośledzenia odporności – AIDS**

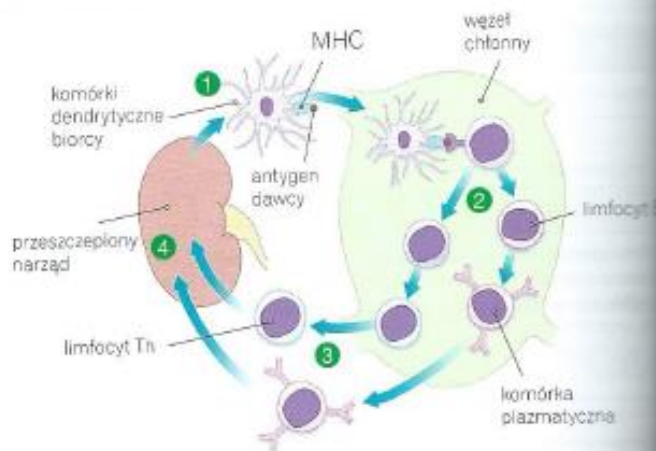
- budowa wirusa HIV
- drogi zakażenia
- przebieg infekcji
- profilaktyka

11. Przeszczepy tkanek i narządów. Immunosupresja.

Przeszczenie tkanki lub narządu uruchamia mechanizmy odporności biorcy skierowane przeciwko przeszczepowi. W ich następstwie może pojawiać się **reakcja odrzucania przeszczepu**, czyli silna reakcja obronna, która następuje na obce cząsteczki MHC. Z tego powodu dawcę i biorcę przeszczepu dobiera się w taki sposób, aby ich antygeny zgodności tkankowej były jak najbardziej podobne, a także stosuje się immunosupresję.

■ Powstawanie reakcji odrzucenia przeszczepu

- 1 Komórki dendrytyczne z przeszczepionego narządu przemieszczają się do węzła chłonnego biorcy i prezentują antygeny dawcy.
- 2 Limfocyty T i B biorcy ulegają aktywacji na skutek prezentacji antygeny.
- 3 Aktywowane limfocyty T i B dzielą się i przemieszczają do przeszczepionego narządu.
- 4 W przeszczepionym narządzie rozwija się odpowiedź immunologiczna skierowana przeciwko jego komórkom, co prowadzi do niewydolności narządu.



Immunosupresja- sztucznie wywołany (np. przez zastosowanie leków immunosupresyjnych) stan zmniejszonej lub zahamowanej odpowiedzi immunologicznej. Immunosupresja jest stosowana głównie po to, aby **zapobiec reakcji odrzucania przeszczepu**.

Zadanie domowe.

Powtórzyć wiadomości na temat HIV/AIDS (ustnie)

KARTA PRACY: : Budowa i funkcjonowanie układu odpornościowego oraz jego zaburzenia.

Zadanie 1 (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 2(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 wyzwalają u granulocytów zdolność do przechodzenia przez nieuszkodzone 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 3 (1 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 4 (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 5 (1 pkt.)

Przeczytaj opis sytuacji i wskaż poprawne zakończenie zdania.

Asia napisała w zeszycie, że układ odpornościowy odróżnia własne komórki od komórek

Nazwisko i imię

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

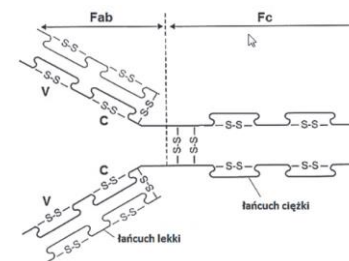
Zadanie 6 (1 pkt.)

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 7 (2 pkt.)

Na schemacie przedstawiono budowę cząsteczki przeciwciała – immunoglobuliny klasy IgG. Ta cząsteczka składa się z połączonych mostkami disiarczkowymi czterech łańcuchów polipeptydowych: •dwóch takich samych łańcuchów ciężkich •dwóch takich samych łańcuchów lekkich. Część fragmentu Fab oznaczona na schemacie literą V charakteryzuje się wysoką zmiennością struktury – każdy rodzaj przeciwciała ma w tym obszarze inną strukturę przestrzenną, natomiast fragment Fc jest stały, czyli taki sam dla wszystkich przeciwciał w danej klasie.



a) Na podstawie przedstawionych informacji i własnej wiedzy określ rolę fragmentu Fab i rolę fragmentu Fc tego przeciwciała. Wybierz odpowiedź spośród 1.–3. i wpisz w wyznaczone miejsce

- Fragment Fab 1. wiąże się specyficznie z określonymi antygenami
- Fragment Fc 2. łączy się z łańcuchami lekkimi innych przeciwciał.
- 3. przyłącza się do receptorów w błonie komórkowej komórek

efektorowych układu odpornościowego.

b) Zaznacz poprawne dokończenie zdania – wybierz odpowiedź spośród A–B oraz odpowiedź spośród 1.–4.

Przeciwciała są zawarte w

A.	szczepionce,	której podanie wywołuje odporność	1.	czynną naturalną.
			2.	czynną sztuczną.
B.	surowicy odpornościowej,		3.	bierną naturalną.
4.	bierną sztuczną.			

Zadanie 8 (1 pkt.)

Znajomość mechanizmów obronnych organizmu pozwala na ich wykorzystywanie do wzmocnienia jego odporności, np. przez stosowanie szczepień ochronnych. W niektórych sytuacjach zachodzi jednak konieczność osłabienia układu immunologicznego organizmu. **Podaj przykład sytuacji, w której istnieje konieczność osłabienia układu odpornościowego człowieka, oraz powód takiego postępowania.**

Zadanie 9 (

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.

Proszę zapisać temat lekcji, notatkę (przynajmniej w punktach) oraz rozwiązaną kartę pracy. Efekty swojej pracy proszę przesyłać na adres bozena.stopa@wp.pl do 30 kwietnia.