

ELEMENTY MORFOTYCZNE KRWI

Erytrocyty :

- w życiu pozapłodowym wytwarzane przez szpik kostny
- krążą we krwi obwodowej 120 dni
- czas rozpadu erytrocytów to 28 dni
- giną w śledzionie w układzie siateczkowo-śródbłonkowym
- rozpad połowiczny erytrocytów $T_{1/2}$ oznaczamy metodą znakowania erytrocytów izotopem chromu
- transportują tlen z płuc do tkanek i CO_2 z tkanek do płuc
- pozbawione jądra, dwuwklęsłe

Charakteryzują je wilekości :

- liczba na 1L
- średnia średnica erytrocytu **MCD** = 8um
- średni ciężar hemoglobiny **MCH**
- średnia objętość **MCV**
- średnie stężenie hemoglobiny **MCHC**
- zawartość hemoglobiny w erytrocycie **Hb**
- wskaźnik hematokrytu **Hct**

Budowa erytrocytu

- cytoskielet zbudowany jest z spektryny (białko 2 łańcuchowe zbudowane z podjednostki L i B połączone są ze sobą aktyną)
- otoczka erytrocytów jest błoną półprzepuszczalną
- do wewnętrznej powierzchni otoczki przymocowane są ankiryny
- ciśnienie osmotyczne panujące wewnątrz jest **IZOTONICZNE** , przy zwiększeniu NaCl staje się hipertoniczne i erytrocyty obkurczają się, natomiast, gdy stężenie NaCl jest mniejsze , płyn staje się hipotoniczny i może dojść do rozpadu erytrocytu.

NaCl > hipertoniczny = obkurczanie

NaCl < hipotoniczny = rozpad

Hemoglobina

- średnie procentowe stężenie hemoglobiny **MCHC**= 34%
- hemoglobina zbudowana jest z → globiny (białko zbudowane z 4 łańcuchów polipeptydowych) oraz z 4 cząsteczek hemu (każda cząsteczka hemu połączona jest z 1 łańcuchem polipeptydowym)

Rodzaje hemoglobiny:

- A1 97% występowania u dorosłych
- A2 2,5%
- F 0,5 tzw.hemoglobina płodowa

W skład A1 wchodzi ; -2 łańcuchy polipeptydowe typu L

-2 łańcuchy typu B

W skład A2 wchodzi ; -2 łańcuchy polipeptydowe typu L

-2 łańcuchy typu delta

W skład HF wchodzi ; -2 łańcuchy polipeptydowe typu L

-2 łańcuchy typu gamma

Hemoglobina płodowa w życiu płodowym występuje w największym procencie i zaraz po urodzeniu jej ilość szybko się zmniejsza.

Oksyhemoglobina

Cząsteczka hemoglobiny – hem (zawierająca atom Fe²) wiąże się z 1 cząsteczką O₂ tworząc hemoglobinę zawierającą tlen tzw. OKSYHEMOGLOBINE Hb₄O₈

Stopień wysycenia hemoglobiny tlenem zależy od :

- prężności tlenu – PO₂
- temperatury krwi – T
- prężności Co₂ – PCo₂
- stężenia jonów wodorowych – pH

Wraz ze zwiększeniem prężności tlenu we krwi zwiększa się wysycenie Hb tlenem.

Wraz ze spadkiem temperatury krwi i przy zachowaniu tej samej prężności tlenu zwiększa się Hb z O₂ .

Krzywa dysocjacji hemoglobiny przedstawia równowagę pomiędzy wiązaniem Hb i O₂ i uwalnianiem o₂ z Hb₄O₈.

- PO₂ > to < wysycenie Hb tlenem
- >T i = PO₂ to < wiązanie Hb z tlenem
- <PCO₂ to > stopień wysycenia Hb tlenem
- >pH krwi to -//-

Rola hemoglobiny :

- udział w transporcie tlenu z płuc do tkanek jako oksyhemoglobina
- transport CO₂ z tkanek do płuc
- hemoglobina i mioglobina związane z O₂ stanowią magazyn tlenu w organizmie

Tlenek węgla ma większe powinowactwo do Hb i wypiera tlen z oksyhemoglobiny tworzy → KARBOKSYHEMOGLOBINE

→ Methemohemoglobina nie ma zdolności transportu O₂

Hemoglobina syntetyzowana jest w

- szpiku kostnym
- komórkach potomnych proerytroblastu
- erytroblastach zasadochłonnych
- erytroblastach polichromatofilnych

Dojrzałe erytrocyty to → NORMOCYTY

Podczas rozpadu krwinka uwalnia hemoglobinę która jest rozkładana na globinę (a ona na aminokwasy) , natomiast hem zamieniany jest na BILIWERYDYNĘ, a odczepione atomy żelaza powracają do osocza krwi , żelazo zostanie wykorzystane do syntezy hemoglobiny.

Biliwerdyna metabolizowana jest do BILIRUBINY, która w komórkach wątrobowych wiąże się z kwasem glukuronowym i w tej postaci wydalany jest do dwunastnicy.

GRUPY KRWI

W błonach komórkowych elementów morfologicznych znajdują się antygeny , w osoczu krwi u innych ludzi obecne są naturalne przeciwciała przeciwko tym antygenom.

Spośród wielu odkrytych grup krwi praktyczne znaczenie mają grupy krwi układu :

- ABO
- Rh
- ludzkie antygeny leukocytarne

Antygeny grupowe ABO :

-występują w otoczce erytrocytu

-są to cząsteczki polisacharydów

-występują 4 główne grupy krwi (ale można wyróżnić 6 grup) ; A, B , AB, O

U ludzi u których antygen A znajduje się w otoczce erytrocytów, w osoczu znajduje się neutralne przeciwciała anty-B

U ludzi u których antygen B znajduje się w otoczce erytrocytów , w osoczu występuje naturalne przeciwciała anty-A

U ludzi z grupą AB w osoczu nie występuje przeciwciała

U osób 0 substancja grupowa ma bardzo słabe właściwości antygenowe praktycznie nie mają antygeny w osoczu występuje przeciwciała anty-B i anty-A

Antygen A nie jest jednorodny , dzieli się na A1 i A2 dlatego wyróżniamy 6 grup krwi

Niezależnie od podziału krwi na 6 grup na podstawie występowania antygenów A, Bm i H istnieje podział na 2 grupy układu Rh

-Rh (+) posiada antygen D

-Rh (-) brak antygeny

Antygen D bierze udział przy konflikcie serologicznym pomiędzy ujemną matką Rh(-) a dodatnim Rh(+) dzieckiem, może dojść do immunizacji i powstania przeciwciał anty-D u matki.

Przed przetoczeniem krwi przeprowadza się próbę krzyżową czyli inkubację erytrocytów dawcy z osoczem biorcy i erytrocytów biorcy z osoczem dawcy.

Po inkubacji sprawdza się czy nie nastąpiła aglutynacja.

Na powierzchni leukocytów i trombocytów występują również antygeny grupowe.

Osoba z grupą AB jest uniwersalnym biorcą

Osoba z grupą 0 jest uniwersalnym dawcą

WSKAŹNIK HEMATOKRYNOWY – jest to procentowa objętość elementów morfotycznych w stosunku do pełnej krwi, wynosi 36-47% (kobiety) i 40-54% (mężczyźni). Wskaźnik ten może zmieniać się.

POLICYTEMIA – nadmierna produkcja elementów morfologicznych

ERYTROCYTOPENIA- niedokrwistość

RETIKULOCYTY- młode, bezjądrzaste komórki

MAKROCYTOZA – zwiększenie objętości krwinki

MIKROCYTOZA – zmniejszenie spowodowane niską wartością syntezy hemoglobiny

ERYTROCYTOPOEZA

W szpiku kostnym czerwonym z komórek macierzystych linii erytrocytów powstaje :

-proerytroblasty -należy do puli komórek dzielących się

-erytroblasty zasadochłonne I i II - -//-

-erytroblasty polichromatofilne - -//-

-erytroblasty ortochromatyczne

-retikulocyty (bez jądra , tworzą pulę rezerwy szpikowej)

→cykl rozwojowy trwa 5 dni

→ w krwi obwodowej retikulocyty stanowią 0,5% puli erytrocytów

→czynnikiem wzrostowym pobudzającym erytropoezę jest erytropoetyna-EPO (białko) wytwarzane w 85% w nerkach i 15% w wątrobie

→jony Fe są niezbędne w biosyntezie hemoglobiny

Erytroblasty pozyskują jony żelaza za pośrednictwem białka osocza – transferyny, wychwytyują żelazo z osocza dzięki receptorom, najczęściej mają ERYTROBLASTY ZASADOCHŁONNE

-erytrocytopoeza uzależniona jest od vit.B12 i kwasu foliowego (zapotrzebowanie dobowe 1-3mg w wątrobie zmagazynowane są na 3 lata).

Potrzebne są do procesu erytrocytopoezy

- erytropoetyna
- wit.B12
- kwas foliowy
- żelazo
- hormony gruczołu tarczowego (zwiększają proces)

Leukocyty

Dzieli się na :

1.Granulocyty-zawierają ziarnistości w cytoplazmie

- neutrofile
- eozynofile
- bazofile

2.Limfocyty wytworzone w :

- szpiku kostnym czerwonym
- grasicy
- węzłach chłonnych
- śledzionie
- grudkach chłonnych przewodu pokarmowego

3.Monocyty- stanowią część układu siateczkowo-śródbłonkowego

Limfocyty i Monocyty należą do agranulocytów.

GRANULOCYTY

1.Granulocyty obojętnochłonne (neutrofile)

-stanowią od 35-71% wszystkich krążących we krwi leukocytów

2.Granulocyty kwasochłonne (eozynofile)

-od 0-8% wszystkich leukocytów

3.Granulocyty zasadochłonne (bazofile)

-od 0-2% wszystkich leukocytów

neutrofile

Okres połowicznego krążenia neutrofilów =7h

Liczba segmentów jąder neurofilów = 1-5

Neutrofile utrzymują równowagę pomiędzy makroorganizmem człowieka i drobnoustrojami.

Czynność neutrofilów związana jest z ich właściwościami :

- przemieszczania się
- fagocytozy
- degranulacji
- oddychania wybuchowego
- odbioru i wysyłania humoralnych sygnałów w postaci CYTOKIN

DIAPEDEZA- przyczepianie się neutrofilów do komórek śródbłonka w naczyniach włosowatych i kierowanie się do ognisk zapalnych

CHEMOKIN- substancja wytwarzana przez uszkodzone komórki

REAKCJA DEGRANULACJI- po dotarciu do ognisk zapalnych

Neutrofile wytwarzają wolne tlenowe rodniki przy udziale NADPH. W czasie tzw. oddychania wybuchowego, nasila się pod wpływem cytokin takich jak :

-czynniki hematopoetyczne wzrostowe

Neutrofile aktywowane są przez :

-interferon gamma INF-G

-czynnik martwicy nowotworów TNF-L

-interleukiny 1,4,8

eozyofile

-inaktywują substancje wywołujące stan zapalny w warunkach fizjologicznych

-nasilają odczyn zapalny podczas procesu zapalnego

-wykazują te same właściwości diapedezy, chemotaksji i fagocytozy co neutrofile

-podstawową ich funkcją jest niszczenie obcych białek np. alergennych

-wytwarzają leukotrieny C4 i B4 oraz czynniki wzrostu

bazofile

-uczestniczą w reakcjach związanych z bezpośrednią nadwrażliwością i w reakcjach anafilaktycznych

-immunoglobuliny E wyznaczają degranulację bazofilów, uwalniają się wtedy zmagazynowane w ziarnistościach heparyna i histamina

-spełniają rolę komórek tucznych

Limfocyty

Wytwarzane są w :

-szpiku kostnym czerwonym

-grasicy

-węzłów chłonnych

-grudek błon śluzowych

-śledziony

Limfocyty dzielimy na

-T (grasiczozależne) 70%

-B (szpikozależne) 15%

-NK (natural killer – naturalni niszczyciele) 15%

Limfocyty T dzielą się na ;

-pomagające 40% CD4

-cytotoksyczne 30% CD8 (hamują aktywację limfocytów B, niszczą obce antygeny)

Limfocyty B

-żyją 4-10 dni

-odpowiedzialne za humoralny mechanizm odpowiedzi immunologicznej

-wytwarzają immunoglobuliny

*pierwotna odpowiedź immunologiczna

Antygen zostaje sfagocytowany i dezaktywowany, zostaje uwolniony i dostaje się do węzłów chłonnych. Przyczepia się do makrofagów. Dochodzi do aktywacji limfocytów B i przekształcenie ich w kom.plazmatyczne, które przenikają do immunoglobulin

Antygen → makrofagi (aktywacja) → lim.B → kom.plazmatyczne → immunoglobuliny

*wtórna odpowiedź immunologiczna

Antygen → przeciwciała limfo.B → plazmoblast → immunoglobuliny

Immunoglobuliny budowa

-zbudowane z 4 łańcuchów polipeptydowych z 2 lekkich i z 2 ciężkich

-łańcuchy połączone są ze sobą wiązaniami dwusiarczkowymi

-poszczególne immunoglobuliny różnią się między sobą :

*odmienną sekwencją aminokwasów
w łańcuchach polipeptydowych oraz występowaniem w postaci oddzielnych pojedynczych jednostek o 4 łańcuchach lub w postaci połączonych ze sobą 2 i więcej jednostek.

Monocyty

- żyją 3-5dni
- pochodzą ze szpiku kostnego czerwonego
- pozostają we krwi 8-72h
- monocyty po przejściu z krwi do tkanek stają się makrofagami tkankowymi np.:
- *makrofagi w jamie otrzewnej, torebkach stawowych

Monocyty i makrofagi biorą udział w :

- regulacji biosyntezy immunoglobulin
- reakcje przeciwbakteryjne przeciw pasożytnicze etc.
- usuwanie uszkodzonych tkanek
- angiogeneza
- kierowanie czynnością fibroblastów

Trombocyty- płytki krwi

- wytwarzane z megakariocytów
- uczestniczą w homeostazie
- biorą udział w kaskadzie krzepnięcia
- żyją od 8-10dni

OSOCZE KRWI

-należy do płynu zewnątrzkomórkowego i zawiera składniki nieorganiczne i organiczne

Składniki nieorganiczne:

- kationy Na i K
- aniony Cl i C

Składniki organiczne :

- białka
- składniki pozabiałkowe
- lipidy

We krwi występują bufory :

- wodorowęglowy
- fosforanowy
- białek osocza
- krwinek czerwonych

Białka osocza 70-75%

- albuminy 55,1%
- globuliny 38,4%
- fibrynogen 6,5 %

albuminy

- wytwarzane w wątrobie
- wiążą H₂O (wywiera ciśnienie koloidoosmotyczne =3,3kPa)
- na albuminowych cząsteczkach osadzają się np. hormony (pełnią funkcję nośnika we krwi)

globuliny

- mukoproteiny i glikoproteiny (są połączeniem białka z węglowodorami)
- lipoproteiny
- globuliny (wiążą jony metali)
- gamma-globuliny dzielą się na :

- G = IgG
- A = IgA
- M = IgM
- D = IgD
- E = IgE
- wytwarzane w węzłach chłonnych
- funkcją jest inaktywowanie antygenów

fibrynogen

- zbudowany z 2 podjednostek (każda z 3 łańcuchów połączonych mostkiem disiarczkowym)

W osoczu występują 2 enzymy nieaktywne

→protrombina

→plazminogen

Aktywny enzym plazmina tworzy fibrynogen

Lipidy 5-8g

-cholesterol

-fosfolipidy

-triacylglicerole

-vit.

-hormony

-wolne kw. tłuszczowe –FFA

POBUDLIWOŚĆ I MIĘŚNIE

Pobudzenie- jest to zdolność błony komórkowej lub metabolizmu komórkowego do zmiany właściwości pod wpływem bodźców.

Bodźce dzielimy na :

-chemiczne

-fizyczne np.; fale świetlne, akustyczne , energia cieplna, mechaniczna

Każdy bodziec chemiczny lub fizyczny o odpowiednim natężeniu może wywołać efekt pobudzenia komórek.

Bodźce fizjologiczne- to takie bodźce które nie uszkodzają komórki i wywołują odwracalne efekty.

Pobudliwość- jest to zdolność reagowania na bodźce.

Substancje chemiczne znajdujące się w płynie zewnątrzkomórkowym wiążące się z receptorami w błonie komórkowej, otwierają kanały dla prądów jonowych lub aktywują enzymy w niej zawarte.

TKANKI POBUDLIWE:

-m.poprzecznie prążkowane

-m.gładkie

-m.sercowy

Potencjał spoczynkowy błony- pomiędzy wnętrzem komórek tk.pobudliwej , a płynem zewnątrzkomórkowym występuje (-) ujemny POTENCJAŁ KOMÓRKOWY czyli potencjał spoczynkowy błony komórkowej

→ wewnątrz neuronu i jego wypustek = od -60 do -80 (średnio -70)

→ m.poprzecznie prążkowane = od -80 do -90

Wewnątrz komórki panuje (-) ujemny potencjał spoczynkowy

POMPA SODOWO-POTASOWA

Aby utrzymać odpowiednie stężenie K i Na wymaga to aktywnego transportu obu takich kationów przez błonę komórkową, przeciwko gradientowi stężeń.

Kationy Na napływają do komórki przez kanały jonowe, zostają po stronie wewnętrznej błony komórkowej związane z enzymem (znajduje się on na zew.stronie błony) i transportują jony na zewnątrz błony (ten sam enzym zabiera jony K z zew.powierzchni błony do wnętrza)

Enzym ten potrzebuje nakładu energetycznego, który czerpie z hydrolizy ATP → ADP

Nazywa się Adynozotryfosfataza

Rozpad ATP → ADP zachodzi w obecności jonów Mg zawartych w płynie wewnątrzkomórkowym.

PRACA POMPY I OPTYMALNA POBUDLIWOŚĆ WYMAGA :

-dopływu O₂ i substancji energetycznych

-resyntezy ATP → ADP i fosforanu

-stałego odprowadzenia produktów przemiany materii i CO₂

-odpowiedniego stosunku Na i K w płynie zew.kom.

-odpowiedniej temperatury ok.37 stopni dla procesów energetycznych

Zatrzymanie pompy sodowo-potasowej prowadzi do zmian składu wew.kom oraz zew.kom, w którym stężenie jonów Na zmniejsza się a jonów K zwiększa się.

Komórki tkanek pobudliwych tracą swoje właściwości przestają reagować na bodźce i stają się nie pobudliwe.

KOMÓRKA NERWOWA

Rola neuronu – przekazywanie informacji zakodowanych w formie impulsów

Budowa neutronu :

-ciało komórkowe

-dwa rodzaje wypustek :

-akson

-dendryty

Wielkość ciała neutronu od 4-150um utworzone są z jądra wraz z otaczającą go cytoplazmą.

Ciało neutronu jest miejscem metabolizmu i syntezy składników komórkowych.

Zsyntetyzowana cytoplazma wraz ze strukturami komórkowymi przesuwa się do aksonów

Stale przez nie przepływa w kierunku **ortodromowym (postępującym)**

od ciała neutronu → zakończeń aksonu

RODZAJE PRZEPIYU ORTODROMOWEGO;

-transport szybki 400mm/24h

-transport wolny od 0,5-10mm/24h

Przeptyw antydromowy aksoplazmy (wsteczny) około 200mm/24mm mający istotne znaczenie dla neuronów.

od unerwionych narządów → ciała neutronów

Ciało neutronów utworzone jest z tkanki podporowej jaką jest tkanka GLEJOWA.

Komórki dzielą się na

-makrogleju

-mikrogleju

Aksony rozpoczynają się na powierzchni ciała neutronu od wzniesienia zwanego—

WZGÓREKIM AKSONU przechodzącego w odcinek początkowy aksonu.

Aksony tworzą odgałęzienia tzw.**KOLATERALE**

Z zewnątrz akson otaczają komórki glejowe (pośredniczą w wymianie produktów, substancji odżywczych, metabolitów pomiędzy aksonem a płynem międzykomórkowym oraz stanowią ochronę mechaniczną).

Aksony pokrywa otoczka mielinowa (rdzenna) utworzona z **OLIGODENDROCYTÓW** w ośr.u.nerwowym i **NEUROLEMOCYTÓW** w obwodowym u.nerwowym.

RÓŻNE

HOMEOSTAZA

W.B Canon nazwał tak, różne fizjologiczne mechanizmy dążące do przywrócenia normalnego stanu środowiska wewnętrznego po jego zakłóceniu. Wiele z tych mechanizmów regulacji działa na zasadzie sprzężenia zwrotnego.

IZOHYDRIA – stałe pH

IZOJONIA - stałość jonów

IZOTONIA – stałe ciśnienie

IZOWOLENIA - stała objętość

Dyfuzja – wymiana składników poprzez błony półprzepuszczalne

Osmoza – wyrównanie stężeń

Potencjał Nernsta-nazywany również potencjałem dyfuzyjnym lub równowagi, oznacza potencjalną energię elektryczną konieczną do zrównoważenia energii ukierunkowanej gradientem

Kanały błonowe-to układ białek reagujących na zmiany napięcia

Rodzaje :

-bramkowe napięciem

-bramkowe ligandem

Refrakcja-okres niebudliwości komórki

Ból somatyczny-czuciowy, pochodzący z nerwów rdzeniowych

Ból trzewny-włókna przebywają razem z autonomicznymi

Prawo F.Stallinga - siła skurczu jest zależna od rozciągnięcia mięśnia

Objętość wyrzutowa krwi = 70 ml natomiast w sercu jeszcze pozostaje 50 ml tzw objętości zapasowej.

Pojemność minutowa – jest to ilość krwi wydalana w ciągu 1 minuty = **5,4l/min**

Wskaźnik sercowy – ilość krwi wyrzuconej na m²/min = **3,2l/m²**

Pojemność wyrzutowa serca – zależy od skurczu mięśnia

Zasada Bernoulhego - gdy ciecz przepływa przez zwężony odcinek rury , energia kinetyczna przepływu zwiększa się wraz ze wzrostem objętości przepływu, a zmniejsza się energia ciśnienia

Pojemność dyfuzyjna – oznacza zdolność gazu do przenikania

Obligatoryjne wydalanie moczu – to jest taka ilość , która w ciągu 24 h musi być wydalona aby pozbyć się substancji przemiany materii = 0,5 L

Klirens – jest to ilość osocza która została oczyszczona z danej substancji w określonym czasie.

Zjawisko autoregulacji - jeśli zwiększa się ciś.to zwiększa się przepływ krwi, zwiększenie filtracji.

Prawo Belle-Magendiego - impulsy czuciowe wchodzi do rdzenia kręgowego korzeniami tylnymi a wychodzą korzeniami przednimi.

Odruch rozciągania = dodatnie sprzężenie zwrotne – odruch obronny (rdzeniowy, ruchomy, odruch własny).

Układ zabezpieczający mięśnie przed rozciągnięciem – nerwy ścięgniaste.

Odruch zginania – polisynaptyczny , odruch unikania

HABITUACJA – zmniejszenie odpowiedzi po wielokrotnym powtarzaniu bodźca nie będącego bodźcem szkodliwym.

SENSYTYZACJA (uwrażliwienie lub pseudo-warunkowanie) – zwiększenie odpowiedzi na wiele różnych bodźców po uprzednim zadziałaniu bardzo silnego lub szkodliwego bodźca

Bibliografia:

Traczyk Władysław Z. FIZJOLOGIA CZŁOWIEKA W ZARYSIE