

Fyziológia tekutín tela a krvi

Ján Jakuš

Objem a rozdelenie telových tekutín

Celková telová voda : MUŽ CTV = 42l (60%), 35l (50%) ŽENA

z toho: A. Intracelulárna tekutina: ICT = 28l

B. Extracelulárna tekutina: ECT = 14 l

Intravaskulárna tekutina (krvná plazma v cievach): IVT = 3,5l

**Extravaskulárna (intersticiálna) tekutina (tkanivový mok):
EVT= 10,5l**

**Paracelulárna tekutina , tiež Transcelulárna tekutina (liquor,
vnútroočná tekutina, tráviace šťavy...) do CTV sa nepočíta**

ZLOŽENIE: Extracelulárne je viac Na^+ (145 mmol/l), Ca^{2+} (2), Cl^- (120)

**Intracelulárne je viac K^+ (155 mmol/l), fosfátov a menej
 Cl^-**

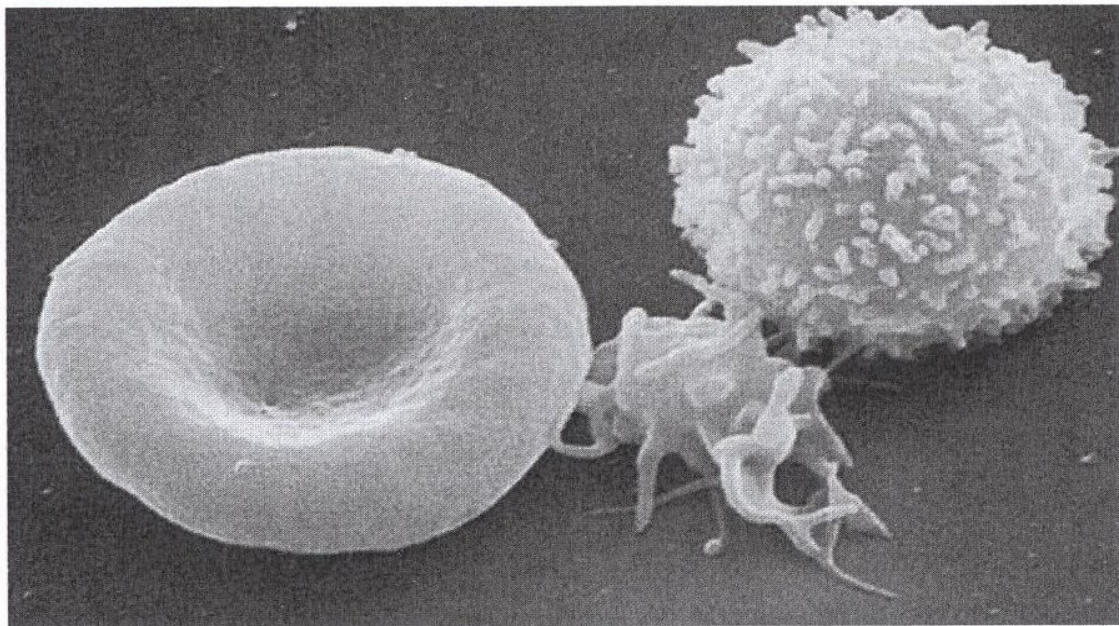
pH ICT= 6,8-7,4 (kyslé metabolity obsahujú H^+ ión),

pH ECT =pH krvi = 7,4 (-log H^+)

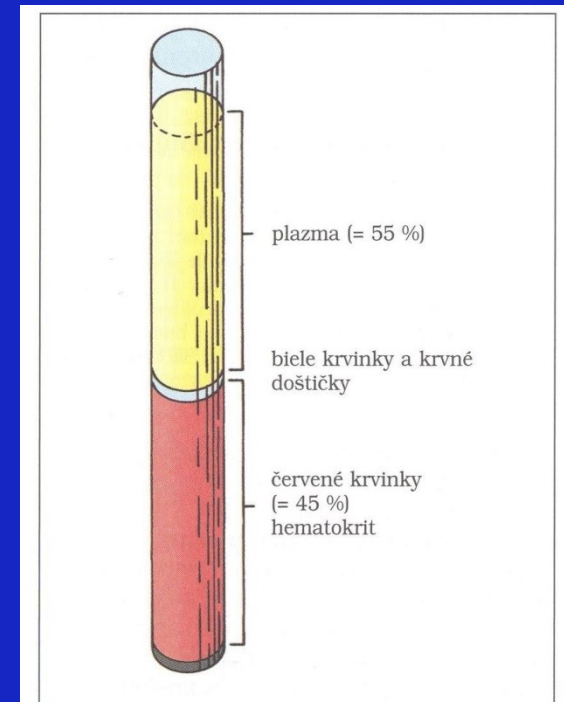
Rozsah hodnôt pH krvi zlučiteľných so životom je od 7,0-7,8 (-log H^+)

Krv –suspenzia červených krviniek, bielych krviniek a krvných doštičiek v krvnej plazme

- **Množstvo krvi**: 4,5 - 6l (7% hmotnosti tela) Normovolémia, Hypo- a hypervolémia
- **Hematokrit**: pomer objemu krviniek a plazmy **Muž: 44%, Žena: 39%**(v centrifúge)
- **Sedimentácia FW**: (závisi od pomeru bielekvin plazmy): **Norma 2-5mm/1 hod (M)** **3-8 mm/1 hod (Ž)**
(z citrátovej krvi)
Pri zápale, anémii, v tehotenstve a počas menštruácie sa FW zrýchľuje.



erythrocyt, trombocyt, leukocyt



Vzhľad vzorky krvi v kapiláre po centrifugácii

Poččet ERYYS- MUŽ : 4,3-5,3 x10¹² v litri. (- x10⁶ v mm³) ŽENA: 3,8-4,8 x10¹² v l

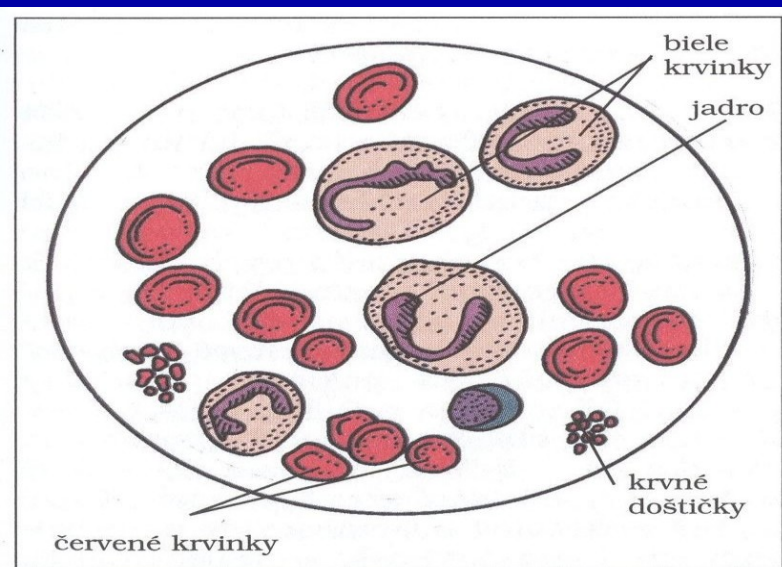
krvi. Tvar bikonkávne disky s d=7,4 um, Tvorja sa v kostnej dreni kostí, Životnosť 90-120 dní, rozpadajú sa hemolýzou v slezine, sú bez jadra a organel. Hemoglobín : MUŽ 135-170 g/l, ŽENA: 120-158 g/l. (syntéza : z vit . C, B6, B12, Fe , AK)

Význam: prenos O₂ a CO₂ naviazaných na Hemoglobín

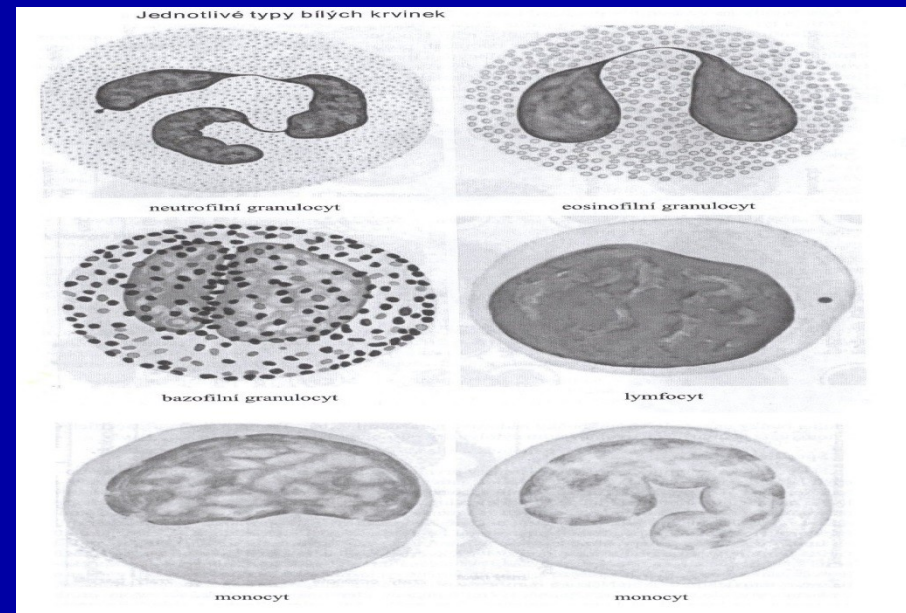
Poččet LEU- MUŽ aj ŽENA : 4 -11 x10³ l krvi (lymfy) (nie sú pohlavné rozdiely)

Význam- **Imunita:** obrana organizmu pred virusmi , baktériami a inými cudzorodými látkami najmä formou fagocytózy

Druhy LEU: A. Granulocyty- Neutrofilné- akútny zápal , počet 50-70% Eozinofilné- alergické a parazitárne ochorenia, 1-3%, Bázofilné-0,5-1%, alergické reakcie, tvorba histamínu a heparínu –vazodilatácia ciev



Formované elementy v nátere z periférnej krvi



B. Agranulocyty : *Lymfocyty*- počet 25-40 %, zodpovedné za tvorbu Imunoglobulínov .(IMUNITA: humorálna- l ymfocyty B) (IMUNITA bunková- lymfocyty T, Killer a dalsie)

Monocyty- počet 3-8%, objavujú sa pri chronickom zápale spolu s lymfocytmi, výrazne fagocytujú.

Trombocyty: krvné doštičky- nepravidelný tvar s $d = 2-4 \mu\text{m}$, bezjaderné bunky ,počet $150-400 \times 10^3 /\text{l}$, zivotnost cca 10 dní, sú hlavne v krvi, ale aj v slezine. Granulá trombocytov obsahuju :Serotonin, ATP ,faktor zrážania č. IV, fibrinogén, faktor V - všetky potrebné pre zrážanie krvi.

KRVNÁ PLAZMA: tekutá zložka krvi, množstvo asi 3,5l, Zloženie:90% vody a 10% látok (bielkoviny+ iné organické látky+ plazmatické faktory zrážania krvi+ anorganické soli). **Bielkoviny** (60-80g/l) : albumíny(43 g/l), alfa1, alfa2, beta1, beta2, ,Gama globulíny (16g/l), Fibrinogén (4g/l) **Osmolarita plazmy:** 290 mosm/l

Iné organické látky: glukóza (glykémia nalačno=3,5-6,4 mmol/l), lipidy (lipémia= 5,7-8,2g/l), cholesterol (celkový do 5,2 mmol/l), nebielkovinný dusík(azotémia- močovina(urea), kreatín, kreatinín

Koncentrácia niektorých anorganických súčastí plazmy u dospelých jedincov a ich funkcie

Názov	Referenčné hodnoty	Jednotka	Význam
Sodík	135-145	mmol/l	Udržiavanie stáleho objemu plazmy, stáleho osmotického tlaku a pH
Draslík	3,6-4,8	mmol/l	Udržiavanie správnej srdcovej činnosti, regulácia nervovej dráždivosti, činnosť svalov
Vápnik - celkový - ionizovaný	2,15-2,55 1,13-1,32	mmol/l mmol/l	Kontraktilita srdcového svalu, nervosvalová dráždivosť, zrážavosť krvi, permeabilita bunkových membrán
Fosfor - anorganický	0,87-1,45	mmol/l	Udržiavanie stáleho pH
Horčík	0,79-1,09	mmol/l	Aktivita enzýmov, znižovanie svalovej dráždivosti a tlmový vplyv na CNS
Chloridy	98-106	mmol/l	Stály objem, osmotický tlak a pH plazmy, tvorba HCl v žalúdku
Železo Ž (40 rokov) M (40 rokov)	4,1-24,0 6,3-30,1	μmol/l μmol/l	Tvorba hemoglobínu, súčasť enzýmov potrebných na biologickú oxidáciu
Meď Ž M	12,4-20,6 11,6-19,2	μmol/l μmol/l	Súčasť niektorých enzýmov, význam pre krvotvorbu
Hydrogénuhličitaný	22-29	mmol/l	Udržiavanie stáleho pH plazmy, transport CO ₂
Jód - anorganický	0,78-23,6	nmol/l	Syntéza hormónov štítnej žľazy

Ž - ženy, M - muži

Koncentrácia niektorých organických súčastí plazmy u dospelých jedincov

Názov	Pohlavie	Referenčné hodnoty	Jednotka
Bielkoviny - celkové		66-87	g/l
Albumíny		35-50	g/l
α ₁ -globulíny		1,3-3,9	g/l
α ₂ -globulíny		5,4-9,3	g/l
β-globulíny		5,9-11,4	g/l
γ-globulíny		5,8-15,2	g/l
Fibrinogén		1,5-3,5	g/l
Nebielkovinové dusíkaté látky		0,18-0,42	g/l
Močovina	Ž M	2,2-6,7 3,8-7,3	mmol/l mmol/l
Kyselina močová	Ž M	< 340 < 420	μmol/l μmol/l
Kreatín		12,2-30,5	μmol/l
Kreatinín	Ž M (< 50 rokov) M (> 50 rokov)	< 97 < 115 < 124	μmol/l μmol/l μmol/l
Glukóza		3,05-6,4	mmol/l
Bilirubín - celkový - konjugovaný		< 22,2 < 5,1	μmol/l μmol/l
Lipidy		5,7-8,2	g/l
Cholesterol - celkový		2,8-5,2	mmol/l
Mastné kyseliny - voľné		0,15-0,71	mmol/l
Fosfolipidy - celkové		1,25-1,75	g/l
Triacylglyceroly	Ž M alebo	0,35-1,40 0,40-1,60 < 1,6	g/l g/l mmol/l

Ž - ženy, M - muži

Hemostáza (zastavenie krvácania): do 3-4 min. ,pozostáva zo stiahnutia ciev, nahromadenia trombocytov, vznikom bielej, provizórnej hemostatickej zátky.

Hemokoagulácia (zrážanie krvi) :do 10 minút *in vitro* je súbor reakcií,ktoré vedú ku premene rozpustného proteínu plazmy fibrinogénu (faktor č. I) na nerozpustný fibrín (**vid'. schéma zrážania krvi a fibrinolýza Michalský s. 62**)

Plazmatické faktory zrážania krvi-vznik v jätrech : I. fibrinogén, II. Protrombín, III. Tkanivový tromboplastín (jediný nie je z plazmy ,ale z poranených tkanív),IV. Ca^{2+} , V.proakcelerín, VI. Akcelerín, VII. Prokonvertín, VIII. Antihemifilický globulín (ked chýba vznikne hemofí-lia A).IX.Christmas faktor (PTC), X. Stuart-Prowerovej faktor, XI. Rosenthalov faktor (PTA- ked chýba vzniká hemofíla B), XII. Hagemanov faktor-povrchový, XIII. Fibrín-stabiizujúci faktor.

Zrážanie krvi- **VONKAJŠÍ systém** kaskády: aktivuje sa pri poranení tkanív -sled reakcií: Ca^{2+} a f.III zahajujú zrážanie, výsledkom je premena f.II. na (f IIa) Trombín a tento zmeni f .I. na **Fibrínové vlákna**, ktoré spevnia bielu provizórnu hemostatickú zátku a vzniká **sekundárna zátku (červená)**

VNĚTORNÝ systém kaskády: F XII sa aktivuje stykom s kolagénom poškodených ciev, postupne sa aktivujú f. XI, IX, VIII, X za vzniku tzv. **Aktivátoru protrombínu**, ktorý spolu s Ca^{2+} , mení f. II na **trombin (f. IIa)** a tento zmení f. I (**fibrinogén**) na Fibrín (fibrinové vlákna) . Tieto su stabilizované f. XIII.

Zrážanie krvi (**koagulácia**) a rozpúšťanie zrazeniny (**fibrinolýza**) ,pomocou **plazmínu** , musia byť v rovnováhe. **Protizrážavé látky:** citrát sodný, štavelan, heparín, kumarín

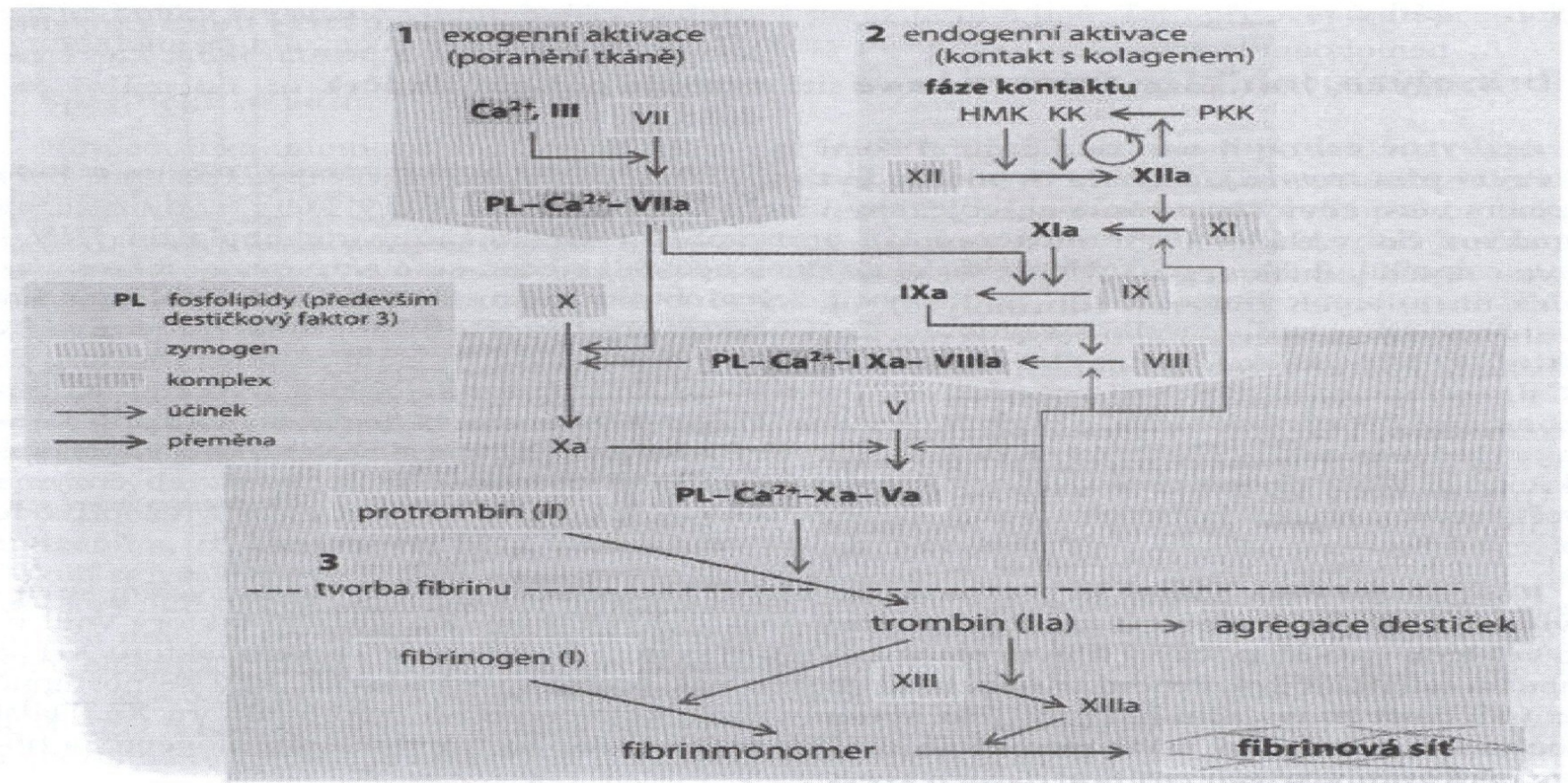


Schéma koagulace (zevní a vnitřní systém).

Hematopoéza: krv sa tvorí v kostnej dreni dlhých kostí (novorode-
.nec, dieťa) a v plochých kostiach lebky a v stavcoch (v dospelosti).
Všetky bukové elementy krvi (erytrocyty, leukocyty a trombocyty)
vznikajú zo spoločnej **totipotentnej kmeňovej bunky**. Z nej vznikajú
unipotentné bunky az nich postupne vyzrievajú : **Erytrocyty- erytropoé-
za, leukocyty- leukopoéza, trombocyty-trombopoéza.**

Stavebné prvky Erytropoézy: Fe^{2+} a Fe^{3+} potrebné na syntézu krvného
farbiva-hemoglobínu, Aminokyseliny, Cu^{2+} , Kobalt ,Vitamin B12 (kya-
nokobalamin), kyselina listová

Nedostatok: Anémia

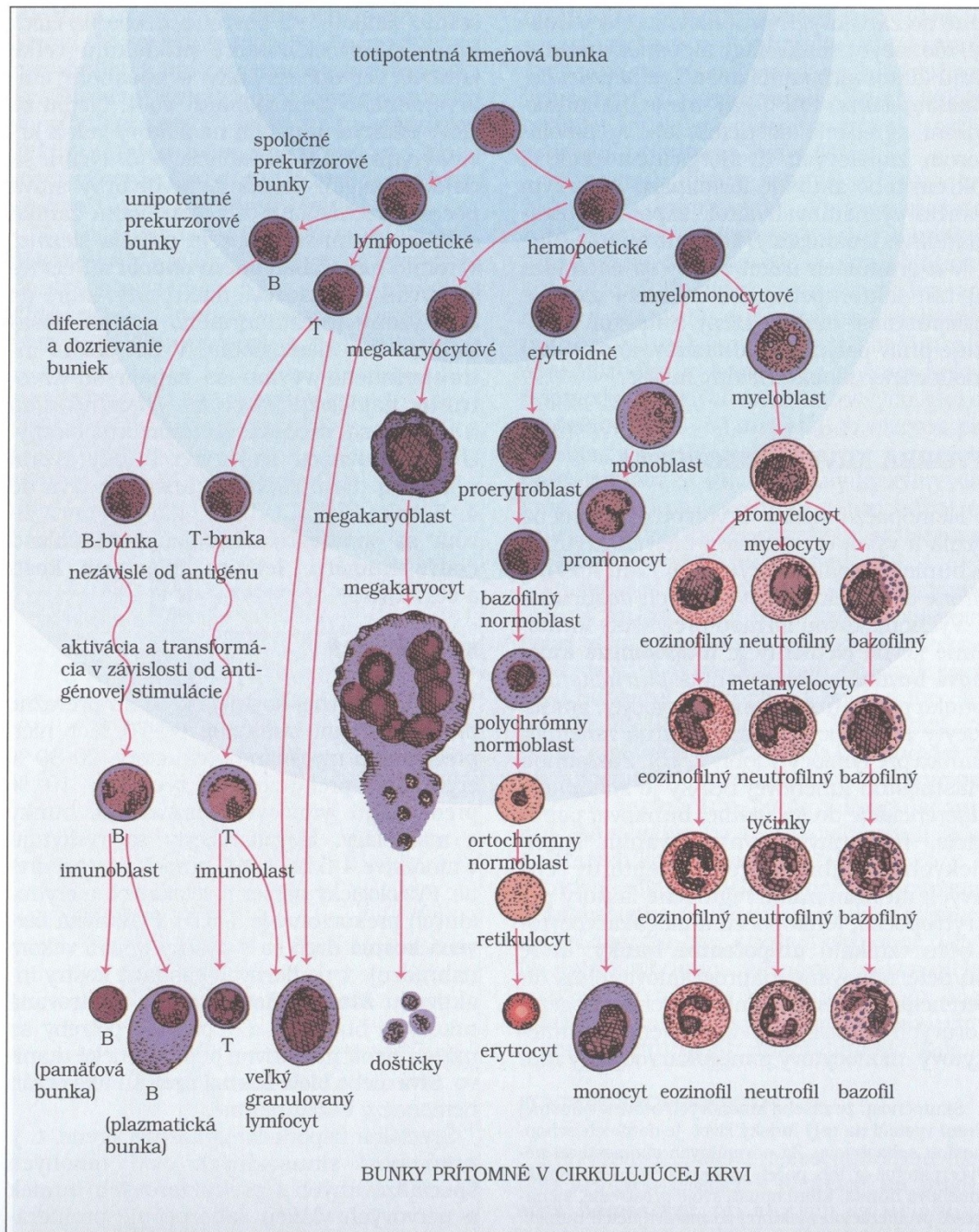
Nadbytok: Polycytémia

Leukopoéza : myeloblasty: granulocyty a agranulocyty
Lymfocyty B- dozrievajú v kostnej dreni, reagujú s antigenmi za vzniku
plazmatických buniek produkujúcich špecifické protilátky (imunoglo-
bulíny). Lymfocyty T v tymuse, sú v lymf. uzlinách a v slezine.

Trombopoéza : trombocyty z megakaryoblastu a
megakaryocytu.

Regulácia krvotvorby : hormón **Erythropoetín** z glomerula obličiek,-
zvýšenie tvorby ERYS v kostnej dreni a vyplavenie do krvi. **Hormóny**
nadobličiek, štítnej žľazy, rastový hormón – zvýšenie tvorby. **Testosterón**
zvýšenie tvorby, **estrogény** –pokles

Granulopoetín zvýšenie tvorby leukocytova ďalšie početné látky.



Vývojové rady krvných elementov

Krvné skupiny- podľa prítomnosti glykoproteínov(aglutinogénov)) na povrchu ERYs sa delia na **A, B, 0, AB a Rh** Objavitelia: Landsteiner z Viedne a Janský z Prahy (1907). Výskyt: A= 41%, 0 =38%, B=14% AB= 7%

A skupina obsahuje **aglutinogén A** a **protilátky(aglutiníny) anti B**,
B skupina obsahuje **aglutinogén B** a **protilátky anti A**

0 skupina je bez **aglutinogénov** ,ale má **protilátky anti -A a anti -B**

AB skupina má **aglutinogény A,B** ale je **bez protilátok**.

(Protilátky sa vyskytujú pravidelne)

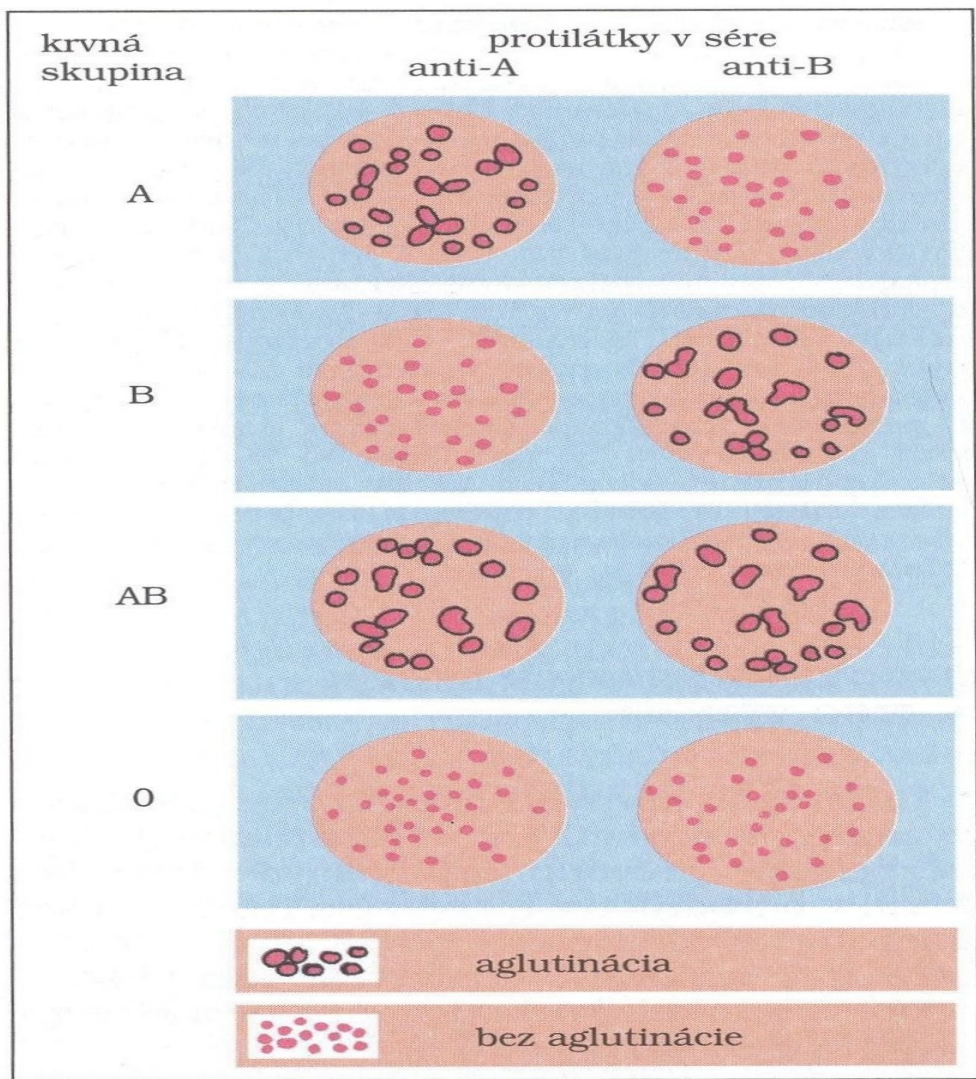
Všeobecný darca: **Skupina 0**, všeobecný príjemca :**skupina AB**

Rh +(pozitívna) obsahuje **aglutinogén H** (protilátky sa vyskytujú nepravidelne)

Rh- (negatívna matka) je bez **aglutinogénu**, ale po imunizácii krvou skupiny **Rh+(plodu)** matka vytvára **protilátku anti D** (vzniká hemolýza obvyčajne počas 2. tehotenstva , uvoľní sa bilirubín ktorý sa ukladá v mozgu , vzniká tzv.jadrový ikterus co vedie k vážnemu poškodeniu CNS plodu)

Preto sa **Rh-** dievčatam nesmie podávať **Rh+** krv, v prípade že sa to stalo podáva sa im po porode (potrate) **anti D serum**,(zničí Erys plodu)
Pri transfúzii inkompatibilnej krvi v systéme **ABO** dochádza k rýchlej a masívnej hemolýze co ohrozuje život pacienta.

Pred podaním krvnej transfúzie sa musí urobiť Skúška kompatibility- na sklicku, v skumavke , zisťuje sa **aglutinácia** –používajú sa testovacie sera **anti A, anti B, anti AB,, anti D**, pred vlastnou transfúziou sa robí **križová skúška** a **biologický pokus**.



Krvné skupiny systému ABO



Prajem Vám pekný deň