

# Krev

**Krev** (ř. *haema*, odtud hematologie) je vysoce specializovaná tekutá tkáň. Představuje hlavní součást vnitřního prostředí organismu. Je tvořena suspenzí krevních elementů (erytrocytů, leukocytů a trombocytů) rozpouštěných v krevní plazmě.

## Význam a funkce krve

Obrovský význam krve spočívá v mnoha specifických funkcích, které napomáhají k dosažení homeostázy tzn. stálosti vnitřního prostředí v organismu:

1. Transport (dýchacích plynů, živin, hormonů, vitamínů, zplodin metabolismu)
2. Termoregulace
3. Udržování stálého vnitřního objemu a onkotického tlaku
4. Udržování acidobazické rovnováhy (stálost pH)
5. Účast na imunitních reakcích

## Složení krve

### Krevní plazma

Krevní plazma je tekutou složkou. Obsahuje asi 90 % vody, dále také organické a anorganické látky. Hodnota pH plazmy (krve) je 7,4 a je poměrně velmi stabilní. Objem plazmy u dospělého člověka je 2,8 až 3,5 litrů, což představuje zhruba 5 % tělesné hmotnosti. Přehled některých anorganických látek viz následující tabulka<sup>[1]</sup>.

Prvek	Koncentrace v plazmě	Fyziologický význam
sodík (natrium)	137-142 mmol/l	osmotický tlak, stálost objemu, udržení pH, hlavní kationt ECT
draslík (kalium)	3,8-5,1 mmol/l	aktivace enzymů, dráždivost nervů a svalů, hlavní kationt ICT
vápník (calcium)	2,25-2,75 mmol/l	srážlivost krve, dráždivost, nervosvalový přenos, svalová kontrakce, činnost srdce, kostní tkáň, atd.
hořčík (magnesium)	0,7-1,2 mmol/l	aktivace enzymů, tlumivé účinky na nervový systém
chloridy	96-106 mmol/l	spolu s Na udržuje osmolalitu, stálý objem i pH, žaludeční šťáva
bikarbonát (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	24-35 mmol/l	transport CO <sub>2</sub> , udržování pH
fosfor (phosphorum)	0,6-1,6 mmol/l	udržuje pH, kostní tkáň



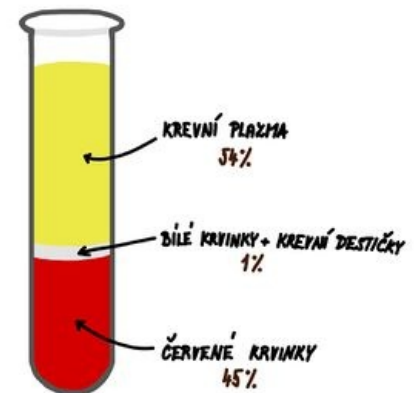
Rozdíl mezi venózní a arteriální krví

Jedny z nejdůležitější organických látek, které nalezneme v krevní plazmě, jsou bílkoviny, tzv. **plazmatické** bílkoviny. Množství těchto bílkovin je v rozmezí 60-80 g/l, v celém objemu plazmy je to přibližně 200 g. Rozlišujeme **albuminy**, **globuliny** a **fibrinogen**. Největší podíl zaujímají albuminy, a to přes 40 g/l. Globuliny celkem 26 g/l (z toho asi 15-16 g/l imunoglobuliny). Fibrinogen pak 4 g/l. Funkcí plazmatických bílkovin je několik: podíl na udržování stálého objemu plazmy, transportní funkce, udržování pH, obrana organismu a hemokoagulace. Plazma zajišťuje přenos i další důležité organické látky, **glukózy**. Její hladina (glykémie) se pohybuje mezi 3,3 až 6,1 mmol/l. Jedná se o hlavní energetický substrát.<sup>[1][2]</sup>

### Erytrocyty (ery)

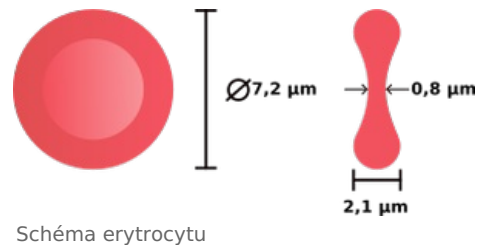
**Erytrocyty** jsou červené krvinky neboli červené krevní buňky. Jsou to buňky bezjaderné, měří v průměru 7,5 μm a jejich počet se pohybuje kolem 5 milionů na 1 μl u dospělého jedince (u mužů více než u žen). Obsahují krevní barvivo **hemoglobin Hb**, na který se váže kyslík a který také způsobuje červené zbarvení krve. Díky svému bikonkávnímu tvaru (podélný řez připomíná cukrářský piškot), pružnosti membrány a absenci jádra jsou schopny se přizpůsobit kapilárám, jejichž průměr je menší než průměr samotných krvinek. Erytrocyty v krevním řečišti přežívají asi 120 dní a pak jsou likvidovány ve slezině a kostní dřeni.<sup>[1]</sup>

### Vznik erytrocytů



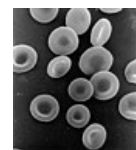
Složení krve

Vznik a vývoj erytrocytů se nazývá **erythropoéza**. Je to velmi náročný a zdlouhavý děj odehrávající se v červené kostní dřeni. Mateřskou buňkou je kmenová pluripotentní buňka, která se dělí. Vytvoří základ pro další předchůdce červených krvinek a z těch pak vznikají nezralé erytrocyty - **retikulocyty**. Retikulocyt je stadiem vývoje těsně před dozráním na definitivní bezjadernou buňku. Tato forma erytrocytu je vyplavena do krve, kde asi během dvou dnů dozraje. Během intrauterinního vývoje není hlavním místem krvetvorby kostní dřeň, ale **játra** a **slezina**. Vývoj červených krvinek je řízen hormonem **erythropoetinem (EPO)**. Pro zdravý vznik a vývoj krvinek je důležitá přítomnost železa, vitamínu B12, kyseliny listové a vitamínu C.<sup>[1][3]</sup>



## Funkce erytrocytů

Hlavní funkcí erytrocytů je transport dýchacích plynů mezi **plicemi** a tkáněmi. Erytrocyty donášejí **kyslík** k buňkám jednotlivých tkání těla, místo něj poté naváží oxid uhličitý, který je transportován krvinkou do plic, odkud ho vydechujeme z těla pryč. Nebezpečnou vazbou na erytrocyty je vazba na **oxidem uhelnatým**. Toto spojení je až 200krát silnější a **hemoglobin** ztrácí schopnost navázat kyslík.<sup>[1][3]</sup>



Erytrocyty ve skenovacím elektronovém mikroskopu

## Leukocyty (leu)

**Leukocyty** neboli bílé krvinky jsou důležitou součástí **imunitního systému**. Vyskytují se v poměrně nižší počtu než krvinky červené, tj. 6 až 10 tisíc leukocytů na 1 μl krve. Jsou to buňky jaderné. Podle obsahu granul v cytoplasmě rozdělujeme leukocyty na **granulocyty** a **agranulocyty**.<sup>[4]</sup>

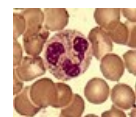


Granulocyty

### Granulocyty

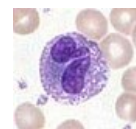
Granulocyty jsou leukocyty, v jejichž cytoplasmě nacházíme specifická granula. Podle barvitelnosti těchto granul rozlišujeme neutrofilní, eosinofilní a bazofilní granulocyty.

**Neutrofilní granulocyty** představují nejpočetnější druh všech leukocytů. V průměru měří 10-12 μm. V jádře zralých neutrofilů najdeme 2-5 segmentů. Mladé formy, u kterých není jádro ještě zcela segmentované, nazýváme **tyče**. V oběhu se vyskytují 6-7 hodin, poté se přesunují do tkání, kde žijí 1-4 dny. Úkolem těchto granulocytů je pohlcování **bakterií** a jejich likvidace.



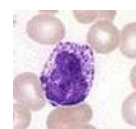
Neutrofilní granulocyt

**Eozinofilní granulocyty** tvoří 2-4 % leukocytů, jsou velké 12-14 μm. Jádro má většinou pouze dva segmenty. Jsou schopné **fagocytózy** v menším rozsahu než neutrofilů. Velmi aktivně **fagocytují imunokomplexy**.



Eozinofilní granulocyt

**Bazofilní granulocyty** zastávají pouze 1 % ze všech bílých krvinek. Průměrná velikost je 10 μm. Jádro má tvar písmene S. Specifická granula bazofilů obsahují **histamin**, **heparin**, chondroitinsulfát. Uvolněním heparinu a dalších látek zahajují alergickou reakci.<sup>[4]</sup>



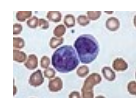
Bazofilní granulocyt

### Agranulocyty

Agranulocyty jsou monoklonální leukocyty. Jejich plazma neobsahuje specifická granula. Někdy mívají lehce vpáčené jádro. Agranulocyty dělíme na **lymfocyty** a **monocyty**.

**Lymfocyty** tvoří až 30 % z celkového počtu leukocytů. Jsou důležitou součástí imunitního systému. Lymfocyty můžeme dále dělit podle funkcí na lymfocyty T a B. B-lymfocyty zajišťují tzv. **buněčnou (protilátkovou) imunitu**. T-lymfocyty mají na starost celkovou regulaci imunitní odpovědi, tj. aby reakce nebyla přehnaná a aby tak nedošlo k poškození vlastního organismu. B-lymfocyty mají jedinečnou schopnost tvořit **protilátky** proti konkrétním choroboplodným zárodkům. Oba typy buněk mají "paměť". V případě, že se v těle objeví např. stejný druh **viru** podruhé, lymfocyty si to pamatují a dokážou zasáhnout daleko rychleji.

**Monocyty** jsou velké buňky. Představují 3-8 % leukocytů. Jádro bývá oválné a většinou obsahuje 1 až 2 jadérka. V krvi cirkulují 12 hodin i několik dní. Poté se přesouvají do tkání, kde se diferencují na **makrofágy**. Monocyty hlídají výskyt cizorodého materiálu. Umějí vystavit bakteriální antigen a takto "oznámit" zbývající leukocytům přítomnost nepřítele.<sup>[4]</sup>



Monocyt

## Trombocyty

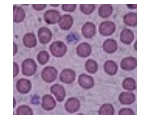
**Trombocyty** neboli krevní destičky jsou nejmenší formované krevní elementy. Jsou bezjaderné a mají diskovitý tvar. Normální počet trombocytů v 1 μl krve je 150-450 tisíc. Množství destiček je celý život stejné, ale musejí se neustále obměňovat, protože jejich životnost není nejdelší, jen asi 9-12 dní. V cirkulaci se nachází přibližně dvě třetiny z celkového počtu trombocytů, zbytek je sekvestrován ve slezině. Krevní destičky vznikají odštěpením cytoplazmy megakaryocytů, které najdeme v kostní dřeni. Alfa-granula trombocytů obsahují některé faktory, které se uplatňují při **hemokoagulaci**. Dalším úkolem trombocytů je **hemostáza (zástava krvácení)**.<sup>[1]</sup>



Lymfocyt

## Hemostáza

**Hemostáza** zajišťuje tekutost krve a v případě poruchy cévní stěny vede k zástavě krvácení. Ihned po porušení (odhalení) subendotelu cévní stěny nastává **vazokonstrikce**, která je výsledkem působení **serotoninu**. Znamená to, že se **céva** stáhne. V místě poranění se během několika vteřin aktivují trombocyty. Následně tyto aktivované krevní destičky přilnou (**adheze**) na poraněnou cévu, vzájemně se splétají a shlukují se do agregátů (**agregace**). Takto vzniklý útvar trombocytů se nazývá **destičkový trombus**, který uzavře otevřenou cévu. Poté započíná proces



Trombocyty

**hemokoagulace**, což je soubor enzymatických, na sebe navazujících dějů. Tyto děje probíhají za přítomnosti tzv. **plazmatických koagulačních faktorů**. Hemokoagulace se aktivuje dvěma cestami - **vnitřní** a **vnější**. Vnitřní systém je započat aktivací faktoru XII. Zevní systém se aktivuje účinkem tkáňového tromboplastinu. Společným cílem těchto dvou cest je aktivace faktoru X, odkud pak následující děje probíhají společně. Konečným výsledkem je aktivace **protrombinu** na **trombin**, který následně aktivuje přeměnu rozpustného **fibrinogenu** na nerozpustný **fibrin**. Působením všech faktorů vzniká **definitivní hemostatická zátka**, do které se ještě zachytávají erythrocyty. **Trombus** je v průběhu času odstraněn rozpadem trombocytů a fibrinu a rána je pomocí regeneračních a reparačních procesů zhojena.<sup>[1]</sup>

## Odkazy

### Související články

- [Krevní řečiště](#)
- [Poruchy koagulace](#)
- [Poruchy hemostázy](#)
- [Hemokoagulace](#)
- [Srdce](#)

### Reference

1. MOUREK, Jindřich. *Fyziologie : Učebnice pro studenty zdravotnických oborů*. 1. vydání. 2010. [ISBN 978-80-247-1190-4](#).
2. Wikipedia. *Krevní plazma* [online]. [cit. 2013-05-06]. <<https://www.wikiskripta.eu/w/Krev>>.
3. Medixa. *Erythrocyty* [online]. [cit. 2013-05-06]. <<https://cs.medixa.org/nemoci/erythrocyty-cervene-krvinky>>.
4. KONRÁDOVÁ, VAJNER, UHLÍK,. *Histologie : Přednášky pro bakalářské studium*. 1. vydání. 2005. [ISBN 80-7319-009-5](#).