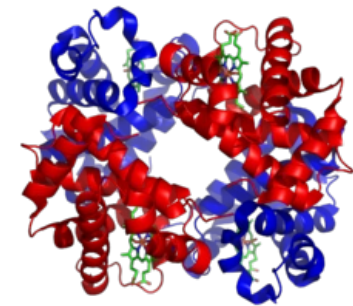


# Hemoglobin

**Hemoglobin** (Hb) je tetramerní metaloprotein, který je součástí erytrocytů obratlovců a některých dalších živočichů. Zásadní funkcí tohoto proteinu je **přenos krevních plynů** (zejména kyslíku). V erytrocytech savců tvoří cca 35 % celkového obsahu. Na jednu červenou krvinku připadá průměrně 28–32 pikogramů.<sup>[1]</sup> Uplatňuje se jako nárazníkový systém krve.

Referenční hodnoty pro množství hemoglobinu v krvi jsou proměnlivé dle jednotlivých pracovišť.<sup>[2] [3]</sup> Zde uvádíme přibližné fyziologické hodnoty dle učebnice prof. Trojana.<sup>[1]</sup>

Jedinec	Množství
Muži	135–170 g/l
Ženy	120–160 g/l
Novorozenec	120–180 g/l



Struktura hemoglobinu

## Stavba

Molekula hemoglobinu je **sférického tvaru** a skládá se ze **4 podjednotek**. Každá podjednotka je tvořena bílkovinnou částí – **globinem** a prostetickou (nebílkovinnou) částí – hemem. Všechny lidské hemoglobiny mají stejný hem, liší se v globinové složce.

### Hem

 *Podrobnější informace naleznete na stránce Hem.*

**Hem** je komplexní sloučenina tvořená tetrapyrolovým kruhem (protoporfyrin IX) s centrálním atomem železa — Fe<sup>2+</sup>. Přítomnost kovů je pro tetrapyroly typická (př. hořečnatý ion v chlorofylu).

### Globin

**Globin** je tvořen čtyřmi polypeptidy. Zaujímá asi 96 %<sup>[1]</sup> celé molekuly. Vždy dvojice polypeptidových řetězců je stejná. V lidském organismu se vyskytují řetězce *alfa*, *beta*, *gama*, *delta* atd. Na základě přítomnosti jednotlivých řetězců v molekule pak hovoříme o různých typech hemoglobinu. Vzájemně se liší **afinitou** k molekule kyslíku (schopnost vázání nebo uvolňování samotné molekuly O<sub>2</sub>).

## Typy hemoglobinu

Rozlišujeme několik typů hemoglobinu měnící se v průběhu vývoje jedince.

ontogeneze	typ Hb	zastoupení polypeptidových řetězců
Zárodek	Portland 1	ζ <sub>2</sub> γ <sub>2</sub>
	Portland 2	ζ <sub>2</sub> β <sub>2</sub>
	Gower 1	ζ <sub>2</sub> ε <sub>2</sub>
	Gower 2	α <sub>2</sub> ε <sub>2</sub>
Plod	HbF	α <sub>2</sub> γ <sub>2</sub>
Dítě	↓ HbF	α <sub>2</sub> γ <sub>2</sub>
	↑ HbA	α <sub>2</sub> β <sub>2</sub>
Dospělý	HbA	α <sub>2</sub> β <sub>2</sub>
	HbA2	α <sub>2</sub> δ <sub>2</sub>
Srpkovitá anémie	HbS	

### Lokalizace genů pro globinové řetězce

- **Skupina** (cluster) **genů příbuzných α-genu** je lokalizována na 16 chromosomu (16p13). Lokus pro α-globin je tetraplikován a gen pro zeta globin duplikován.
- **Skupina** (cluster) **genů příbuzných β -genu** je lokalizována na 11 chromosomu (11p15.5) a je tvořena genem beta a delta, genem gama G a gama A a genem epsilon.

Mechanismus přepínání transkripce genů globinu je následující: Transkripce genů hemoglobinu je aktivována v erytrocytech vazbou bílkoviny NF-E1 se specifickým DNA vážícím faktorem. DNA tak vytváří kličky, jelikož velikost rozhoduje o aktivaci lokusů pro tvorbu embryonálního, fetálního a dospělého hemoglobinu. DNA vážící faktory jsou **tkáňově specifické** a lokalizace krvetvorby tak ovlivňuje typ syntézy hemoglobinu.

## Změny struktury hemoglobinu v ontogenezi

Jedná se o typický příklad regulace genové exprese v ontogenezi. V průběhu vývoje dochází ke změnám v expresi jednotlivých genů – tzv. přepínání (switching) globinů. Nejprve je zahájena syntéza *zeta* a *epsilon* globinů (HbGower 1). Následně dochází k expresi *alfa* a *gamma* a globinů a vzniká tak fetální HbF; současně jsou suprimovány *zeta* a *epsilon* geny a ve fetálním období se tvoří převážně HbF. U novorozence obsahují erytrocyty si 70 % HbF; v dospělosti již jen 1 %.

Regulace tvorby hemoglobinu v ontogenezi souvisí s lokalizací tvorby červených krvinek. Embryonální hemoglobin se tvoří ve žlutkovém váčku, fetální v játrech a dospělý v kostní dřeni.

## Deriváty hemoglobinu

 *Podrobnější informace naleznete na stránce Deriváty hemoglobinu.*

**Deriváty hemoglobinu** vznikají zpravidla navazováním plyných látek na molekulu Hb, což různými způsoby ovlivňuje její vlastnosti. Výhodná pro organismus je zejména schopnost vázat dýchací plyny (kyslík, oxid uhličitý). Navázání některých jiných látek (např. oxidu uhelnatého) může mít naopak vážné patologické důsledky.

## Saturační křivka hemoglobinu

 *Podrobnější informace naleznete na stránce Saturační křivka hemoglobinu.*

Schopnost hemoglobinu vázat a uvolňovat molekuly plynů (zejména kyslíku) je znázorňována saturační křivkou. Změny pH, teploty, parciálních tlaků plynů a dalších proměnných pak způsobují změny afinity molekuly Hb, což se projeví posunem křivky.

## Odkazy

### Související články

- Hemoglobin jako pufr
- Hemoglobin v moči
- Hemoglobin a jeho deriváty (LF MU)
- Hemoglobin a jeho deriváty (1. LF UK, VL, Praktická cvičení z biochemie)

### Literatura

- KITTNAR, O, et al. *Lékařská fyziologie*. 1. vydání. Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3068-4.
- TROJAN, S, et al. *Lékařská fyziologie*. 3. vydání. Grada, 1999. ISBN 80-7169-788-5.
- ŠTEFÁNEK, Jiří. *Medicína, nemoci, studium na 1. LF UK* [online]. [cit. 11. 2. 2010]. <<http://www.stefajir.cz>>.

### Reference

1. TROJAN, Stanislav a ET AL.. *Lékařská fyziologie*. 4. vydání. Praha : Grada, 2003. 772 s. s. 128. ISBN 80-247-0512-5.
2. Mayo clinic. *Hemoglobin test results* [online]. [cit. 2016-07-20]. <<https://www.mayoclinic.org/tests-procedures/hemoglobin-test/about/pac-20385075>>.
3. ULBLD LF1. *Referenční meze pro hemoglobin* [online]. [cit. 2016-07-20]. <<https://ulbld.lf1.cuni.cz/seznam-lab-vysetreni?vysetreni=1463>>.