

- (III.) Sedimentace červených krvinek
- (IV.) Stanovení osmotické rezistence
červených krvinek

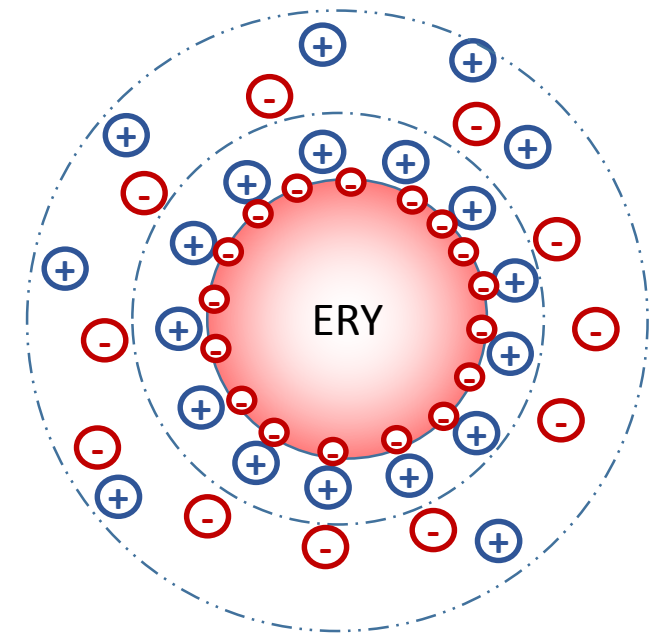
Fyziologie I - cvičení

Sedimentace erytrocytů

- fyzikální proces usazování erytrocytů (krevních elementů) v neproudící nesrážlivé krvi
- vyšetřuje se **sedimentační rychlost**
 - **nespecifická** laboratorní metoda - říkající nám pouze “něco se děje”
 - měříme rychlost poklesu ery ve sloupci **nesrážlivé** krve (v kapiláře)
- Sedimentační rychlost je nepřímo úměrná **suspenzní stabilitě krvi**

Suspenzní stabilita erytrocytů. Helmholtzova elektrická dvojvrstva

- na vnějším povrchu membrány ery se nachází **záporný náboj**, nesený zejména zbytky sialových kyselin membránových proteinů
- v těsném okolí membrány se elektrostatickými silami udržují **kladně nabitě** ionty (především Na^+) – tvoří 1. vrstvu iontů
- ke kladně nabitě vrstvě jsou přitahovány záporně nabitě ionty, které tvoří převážnou část 2. iontové vrstvy
- ery se díky svému „elektrickému obalu“ vzájemně odpuzují, co zajišťuje, že neproudící nesrážlivá krev po jistou dobu setrvává jako suspenze krevních elementů v plazmě (**suspenzní stabilita**)



Mechanismus sedimentace ery

- gravitace – pod vlivem této síly se erythrocyty v neproudící nesrážlivé krvi postupně usazují (sedimentují)
- při narušení Helmholtzovy elektrické dvojvrstvy dochází ke skládání ery do válečků – penízkovatění (tvorba rouleaux, agregátů) – které mají velký objem, ovšem relativně malý povrch, a proto klesají rychleji
- narušení elektrické dvojvrstvy tak způsobí zvýšení sedimentační rychlosti

Faktory ovlivňující rychlost sedimentace

- Velikost ery: větší ery rychleji sedimentují
- Počet ery: čím více ery, tím pomaleji sedimentují
- Plazmatické bílkoviny
 - Albumin – má záporný náboj, udržuje suspenzní stabilitu
 - t.j. hypoalbuminémie = zvýšená sedimentační rychlost
 - Immunoglobuliny, fibrinogen – kladný i záporný náboj, narušují suspenzní stabilitu krve
 - t.j. při zvýšené plazmatické koncentraci Ig (např. při zánětu) stoupá rychlost sedimentace ery

Metody měření sedimentační rychlosti

- dle Fahraeus-Westergrena (FW, přímá metoda):
 - kapilára postavená kolmo
 - odečítá se po 1 hodině
- dle Wintroba (šikmá sedimentace):
 - kapilára sešikmená pod úhlem 45°
 - odečítá se po 15 minutách

Nesrážlivá krev

- Krev, ve které zabráníme koagulačnímu systému v jeho funkci
- Možnosti
 - Vyvázáním Ca^{2+} iontů esenciálních pro koagulaci (chelatační antikoagulacia)
 - Citrát sodný
 - EDTA - kyselina ethylendiamintetraoctová
 - Oxalát sodný
 - Stimulací antikoagulačního systému
 - Aktivace antitrombinu III - heparin a jeho nízkomolekulární deriváty

Fyziologické hodnoty sedimentační rychlosti

- Muži: 2-8 mm/h
 - Ženy: 7-12 mm/h
 - Novorozenci: 2 mm/h
 - Kojenci: 4-8 mm/h
-
- Mezipohlavní rozdíly jsou způsobené různým počtem ery a odlišnostmi v koncentraci plazmatických proteinů

Změněné hodnoty FW

- Zvýšené FW:
 - **Těhotenství, menstruace**
 - Makrocytémie
 - Infekce
 - Nádory
 - Záněty
 - Nekrózy tkání (infarkt, trauma)
 - Relativní/ absolutní ztráty albuminu (nefrotický syndrom)

- Snížené FW:
 - Nepravidelný tvar ery – sférocytóza
 - Polycytemia vera
 - Leukocytóza
 - Dysproteinémie – hypofibrinogénémie, hypogamaglobulinémie
 - Dehydratace

Difuze

- Samovolný proces proudění částic po koncentračním gradientu

Filtrace

- Fyzikální separace rozpouštědla od „rozpuštěných“ částic přes membránu poháněná tlakovým gradientem

Osmóza

- proudění rozpouštědla přes semipermeabilní membránu po osmotickém gradientu
- **Osmotický tlak** – tlak potřebný k zastavení osmózy
- **Osmolarita** – udává koncentraci osmoticky aktivních částic na 1l roztoku
- **Osmolalita** – udává koncentraci osmoticky aktivních částic na 1 kg rozpouštědla
- Osmolalita plazmy (orientačně) = $2 * [\text{Na}^+] + [\text{glc}] + [\text{urea}]$
= 275-295 mmol/kgH₂O

Tonicita

- Udává osmolalitu roztoku ve vztahu k buňce
- **Hypotonické** prostředí
- **Isotonické** prostředí
 - 0,9% roztok NaCl = fyziologický roztok
- **Hypertonické** prostředí

Hemolýza

- zánik červené krvinky porušením její membrány
- vede k vylití obsahu cytoplasmy erytrocytů
- mechanismy:
 - Fyzikální
 - Osmotická
 - Chemická
 - Imunologická
 - Toxická

Osmotická rezistence

- testování rezistence ery vůči hypotonickému prostředí
- specifická metoda užívající se v diferenciální diagnostice hemolytických anémii
- **Minimální osmotická rezistence** – udává koncentraci hypotonického roztoku NaCl, při které dochází k hemolýze prvních ery – nad sedimentem pozorujeme růžové zakalení, zanikají nejméně odolné ery
 - 0,4-0,44%
- **Maximální osmotická rezistence** - udává koncentraci hypotonického roztoku NaCl, při které ještě nedochází k úplné hemolýze ery – poslední zkumavka obsahující sedimentované ery, ty nejvíce odolné
 - 0,3-0,33%
- **Osmotická rezistenční šíře** – rozdíl min. a max. osmotické rezistence
 - 10-14%

Patologické hodnoty osmotické rezistence

- Vyšší hodnoty minimální osmotické rezistence
 - Vrozené hemolytické anémie
- Nižší hodnoty maximální osmotické rezistence
 - Polycytemia vera
 - Thalasemia
 - Srpková anemie
 - Nedostatek Fe^{2+}
 - Stav po splenektomii

Izotonická hemolýza

- v *in vitro* podmínkách
- izotonický roztok glukózy: ery přijímají a metabolizují glc, roztok se stává hypotonický, dochází k osmotické hemolýze
- izotonický roztok močoviny: močovina volně prostupuje přes membránu do ery (difuzí po svém koncentračním gradientu) a okolní roztok se stává hypotonický