

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

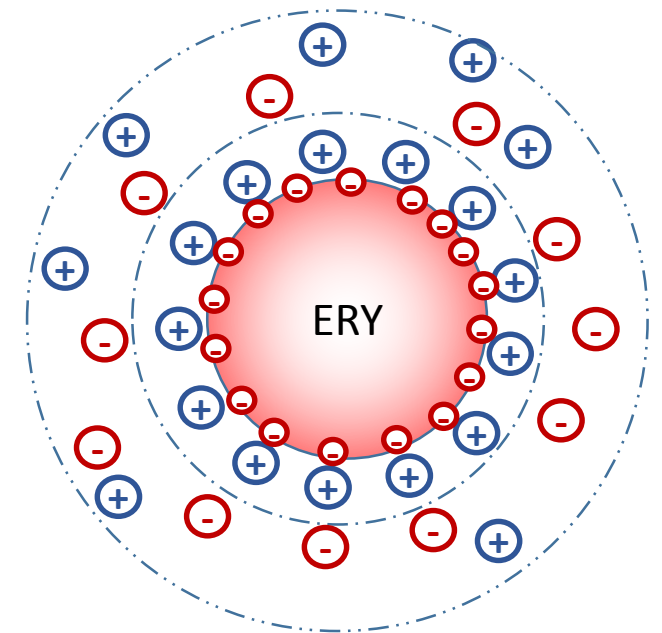
Fyziologie I - cvičení

# 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  $\text{Na}^+$ ) – 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 erytrocyty v neproudící nesrážlivé krvi postupně usazují (sedimentují)
- při narušení Helmholtzovi elektrické dvojvrstvy dochází ke skládání ery do válečků – penízkovatění (tvorba rouleaux) – které mají velký objem no malý povrch, a proto klesají rychleji
- narušení elektrické dvojvrstvy tak způsobí zvýšení sedimentační rychlosti

# Faktory ovlivňující rychlost sedimentace

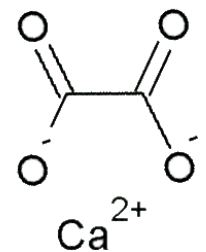
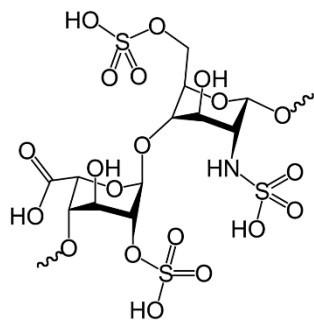
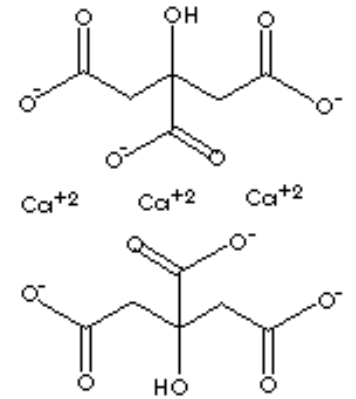
- Velikost ery: větší ery rychleji sedimentují
- Počet ery: čím více ery, tím pomaleji sedimentují
- Plazmatické bílkoviny
  - Albumin – má záporný náboj, udržuje suspenzní stabilitu
    - t.j. hypoalbuminémie = zvýšená sedimentační rychlost
  - Immunoglobuliny, fibrinogen – kladný i záporný náboj, narušují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

# Metody měření sedimentační rychlosti

- dle Fahraeus-Westergrena (FW, přímá metoda):
  - kapilára postavená kolmo
  - odčítává se po 1 hodině
- dle Wintroba (šikmá sedimentace):
  - kapilára sešikmená pod úhlem  $45^{\circ}$
  - odčítává se po 15 minutách

# Nesrážlivá krev

- Krev, ve které zabráníme koagulačnímu systému v jeho funkci
- Možnosti
  - Vывázáním  $\text{Ca}^{2+}$  iontů esenciálních pro koagulaci (chelatační antikoagulacia)
    - Citrát sodný
    - EDTA - kyselina ethylendiamintetraoctová
    - Oxalát sodný
  - Stimulací antikoagulačního systému
  - Heparin a nízkomolekulární deriváty heparinu – aktivace antitrombinu III



# 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**
  - Makrocytémie
  - Infekce
  - Nádory
  - Záněty
  - Nekrózy tkání (infarkt, trauma)
  - Relativní/ absolutní ztráty albuminu (nefrotický syndrom)
- Snížené FW:
  - Nepravidelný tvar ery – sferocytóza
  - Polycytemia vera
  - Leukocytóza
  - Dysproteinemie – hypofibrinogenemie, hypogamaglobulinemie
  - 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/kgH<sub>2</sub>O

# Tonicita

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

# 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 anemie
- Nižší hodnoty maximální osmotické rezistence
  - Polycytemia vera
  - Thalasemia
  - Srpková anemie
  - Nedostatek  $\text{Fe}^{2+}$
  - Status post splenectomii



# Izotonická hemolýza

- *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