

Veri ja Hengitys I

(Kpl 11. ja 13.)

Veren koostumus

- Aikuisella ihmisellä verta 4-5 litraa
- Nestemäinen plasma
 - vesi
 - plasmaproteiinit (albumiini, globuliinit, fibrinogeeni)
 - suolat, glukoosi, aminohapot, rasvahapot etc.
- Verisolut
 - punasolut i. erytrosyytit
 - verihiutaleet i. trombosyytit
 - valkosolut i. leukosyytit

Plasmaproteiinit

- Maksan tuottamaa **albumiinia** n. 60 %
 - kolloidiosmoottinen paine, tärkeä kuljettaja
- **Globuliineja** n. 35 %
 - kuljettajia: lipoproteiinit, transferrini, transkortiini, seruloplasmiini
 - hyytymistekijöitä/hyytymän liukenemista edistäviä aineita
 - entsyymejä
- **Fibrinogeeniä** n. 5 %
 - plasman hyytyvä proteiini
- **SEERUMI** = veriplasma, josta poistettu hyytymistekijät ja fibrinogeeni

Punasolut I. erytrosyytit

- Kiekkomaisia, tumattomia soluja, jotka kykenevät helposti muuttamaan muotoaan
- Noin kolmasosa *hemoglobiinia* eli *verenpuna*
- Syntyvät punaisessa luuytimessä, sikiökaudella myös maksassa ja pernassa *verisolujen esiasteista*
- Keltainen, rasvoittunut luuydin ei tuota punasoluja
- Veressä EI epäkypsiä punasoluja paitsi veritaudeissa tai jos punasoluja syntyy tavallista enemmän
- Punasolun nuoruusmuoto = retikulosyytti (n. 1 %)

Doping

- Munuaisten erittämä erytropoietiini (EPO) lisää punasolujen tuotantoa
- EPO:n eritystä lisää matala happipitoisuus elimistössä (korkean paikan leirit) ja fyysinen kuormitus
- Voidaan käyttää myös hoitona tai dopingina

Hemoglobiini

- Miesten B-Hb 130-165 g/l ja naisten B-Hb 115-150 g/l
- Koostuu neljästä proteiinimolekyylisestä, joissa kaikissa happea sitova rautapitoinen kofaktori, *hemi*
- Kuljettaa happea ja hiilidioksidia
- *Karboanhydraasi* edistää hiilidioksidin muuttumista bikarbonaatiksi (hiilidioksidin tärkein kuljetusmuoto)

Punasolujen hajoaminen

- Punasolujen elinikä n. 4 kk
- Hajoavan punasolun solukalvo rikkoontuu ja hemoglobiinisäältä vapautuu (*hemolyysi*)
 - maksan ja pernan syöjäsolut poistavat solujätteet
 - hemoglobiini *bilirubiiniksi* (sappeen) ja *urobilinogeeniksi* (virtsaan)
- Liiallinen hemolyysi vaarallista elimistölle (hemoglobiini saostuu herkästi munuaistiehyihin → hengenvaarallinen munuaisvaurio)
- Fysiologinen keittosuolaliuos (0,9 % NaCl)

Veriryhmätekijät

- Punasolujen pinnassa *veriryhmätekijöitä* l. glykoproteiinien ja glykolipidien sokeritähteitä → veriryhmät
- Tärkeimmät veriryhmät ABO ja reesus, myös paljon vähemmän merkittäviä
- Verensiirroissa annettava oikean ryhmän verta, vääräryhmäisessä siirrossa saajan *vasta-aineet* aiheuttavat siirrettyjen punasolujen joukkotuhon → massiivinen hemolyysi → munuaisvaurio

ABO-veriryhmäjärjestelmä

- A, B, AB ja O
- Jokaisella ryhmällä oma rakenteensa (G s. 302)
- Vasta-aineet muita ryhmiä kohtaan suolistobakteerien vaikutuksesta
- AB-ryhmä *yleisvastaanottaja*
- O-ryhmä *yleisluovuttaja*
- Ristikoe eli sopivuuskoe ennen verensiirtoa

Reesusveriryhmäjärjestelmä

- Useita reesustekijöitä, tärkein D
- Jos D-tekijä löytyy verestä, kyseessä *reesuspositiivinen* henkilö (88 % suomalaisista)
- Jos D-tekijää ei löydy, kyseessä *reesusnegatiivinen* henkilö
- Vasta-aineet *immunisaation* kautta (esim. verensiirto)
- Reesusneg. äiti, joka synnyttää reesuspos. lapsen saattaa immunisoitua synnytyksessä (verikontakti)
- Seuraavan reesuspos. raskauden yhteydessä äidin vasta-aineet istukan läpi sikiöön → sikiön hemolyysi, kernikterus

Valkosolut I. leukosyytit

- Granulosyytit I. jyvässolut
 - Neutrofiiliset 40-70 %
 - Eosinofiiliset 1-6 %
 - Basofiiliset 0-1 %
- Lymfosyytit (imusolut) 20-45 %
 - B-imusolut
 - T-imusolut
 - Luonnolliset tappajat
- Monosyytit 2-10 %
 - Makrofagien esiasteita
- Valkosolujen elinikä ja määrä veressä vaihtelee suuresti

Trombosyytit I. verihiutaleet

- Pieniä tumattomia soluja, osallistuvat veren hyytymiseen
- Syntyvät luuytimessä *megakaryosyyteista*, osa syntyy myös keuhkoissa
- Elinikä muutama vrk, tuhoutuvat pääsääntöisesti pernassa
- Korjaavat pieniä verisuonten vaurioita tarttumalla aukkoon ja toisiinsa ”paikaksi”, samalla verisuonen lihassyt supistuvat → vuodon pysäyttäminen

Veren hyytyminen

- Kaksi kilpailevaa ja vastakkaista järjestelmää: hyytymistä edistävä ja hyytymistä estävä (*fibrinolyttinen*)
- Hyytymistekijät = erilaiset toisiaan pilkkovat entsyymit (esim. hyytymistekijät XII, XI, IX, X) ja **kalsium**
- Verihiutaleista ja tuhoutuvista kudoksista vapautuu hyytymistekijöitä aktivoivia aineita
- Lopulta *protrombiinista* syntyy *trombiinia*, joka pilkkoo plasman *fibrinogeenistä* *fibriiniä* → *fibriini* saostuu säikeiseksi verkoksi, johon tarttuu veren soluja → verihyytymä
- Hyytymän leviämistä ehkäisee ennen kaikkea veren virtaus

Verikokeita

- B-Hb (veren hemoglobiinipitoisuus)
- Hkr (hematokriitti)
- PVK (perusverenkuva, pieni verenkuva)
 - Hb, hkr, punasolujen kokonaismäärä ja valkosolujen kokonaismäärä
- TVK (täydellinen verenkuva)
 - edelliset + verihiutaleiden kokonaismäärä ja valkosolujen erittelylaskenta

Punasolujen sedimentoituminen

- Punasolut pyrkivät takertumaan toisiinsa seisovassa veressä
- ”Raharullat”
- Suuremmat punasolukasat laskeutuvat nopeammin
- Valkuaisaineiden kasvu plasmassa lisää punasolujen yhteenkasautumista

Tulehduskokeita

- Lasko I. senkka
 - mittaa punasolujen laskeutumisnopeutta, johon vaikuttavat lähinnä plasman proteiinit
 - 20 cm korkea lasiputki, veren hyytyminen estetään esim. natriumsitraatilla, seisotetaan tunti ja mitataan muodostuneen plasmakerroksen korkeus
- CRP (C-reaktiivinen proteiini)

Veren sairauksia

- Anemia
 - hemoglobiinin niukkuus, hapenkuljetus heikkenee
 - syitä: verenvuoto, punasolujen heikentynyt tuotanto (raudanpuutos, B12-vitamiinin puutos, foolihapon puutos, proteiinipuutos), EPO:n puutos, liiallinen hemolyysi, punasoluja muodostavan kudoksen tuhoutuminen
- Polysytemia
 - punasolujen määrä tavallista suurempi
- Leukemia
 - valkosolujen pahanlaatuinen kasvaintauti eli syöpä
 - eri alatyyppejä

Veren sairauksia

- Verenvuototaudit
 - hyytyminen vajavaista
 - trombosyyttien/verisuonten toimintahäiriöt, hyytymistekijöiden puute
 - perinnölliset hemofiliat
- Trombi
 - verisuoneen (tyypillisesti alaraajalaskimoon) muodostunut hyytymä
 - riskejä: leikkaukset, synnytyksen jälkeinen aika, pitkäkestoinen liikkumattomuus
 - tärkein ehkäisykeino jaloittelu

Hengitys

Hengityselinten rakenne

Hengityselimet

- Hengitystiet
 - ylähengitystiet
 - alahengitystiet
- Keuhkot

Hengitystiet

- Hengitysteiden pintaa peittää hengitystieepiteeli (valekerrostunut, värekarvaepiteeli)
- Hengitystiet (sekä ylä- että ala-) puhdistavat, lämmittävät ja kosteuttavat niiden läpi virtaavaa hengitysilmaa

Ylähengitystiet

- Nenäontelo
- Nenäontelon sivuontelot
- Nielu
- Kurkunpää

Alahengitystiet

- Henkitorvi
- Keuhkoputket

Nenäontelo

- Väliseinä jakaa ontelon kahteen puoliskoon
- Kummankin puoliskon sivuseinällä kolme *nenäkuorikkoa* (ylä-, keski- ja alakuorikko)
- Kunkin kuorikon alla *nenäkäytävä* (ylä-, keski- ja alakäytävä)
- Yhteys silmään *kyynelkanavan* eli *kyynelkäytävän* kautta (avautuu alakuorikkoon)
- Nenäontelon katossa pari neliösenttimetriä *hajuepiteeliä*, jossa *hajureseptorisoluja*
- Nenäkarvat ja limakalvon lima poistavat hiukkasia

Nenäontelon sivuontelot

- Poskiontelot
 - Otsaontelot
 - Seulaluun lokerot
 - Kitaluun ontelot
-
- Lapsuudessa vain matalia kuoppia, syvenevät iän myötä
 - Suora yhteys nenäonteloon, voivat tulehtua herkästi

Nielu

- Ruoansulatuskanavan ja hengitysteiden risteyskohta
- Nenänielusta yhteys välikorvaan *korvatorven* välityksellä

Kurkunpää

- Koostuu viidestä rustosta:
 - Kurkunkannenrusto
 - Kilpirusto
 - Sormusrusto l. rengasrusto
 - Kannurustot (2 kpl)
- Sulkeutuu esim. nieltäessä, estää paineen karkaamisen rinta- ja vatsaontelosta esim. ulostettaessa tai taakkaa nostettaessa
- Äänenmuodostus
- Yhteydessä kieliluuhun

Kurkunpää

- Kurkunkansi = kurkunkannenrusto + sitä peittävä limakalvo, sulkee kurkunpään (ei täydellisesti)
- Kilpirusto, suurin rusto, ”aataminomena”
- Rengasrusto I. sormusrusto, umpinainen rengas, ahtain paikka
- Kaksi kannurustoa rengasruston takaosan yläpuolella
- *Äänijänteet* yhdistävät kannurustoja kilpiruston takapintaan
- *Äänihuulet* = äänijänteet, niihin liittyvät lihakset ja peittävät limakalvot
- *Taskuhuulet*, limakalvopoimut äänihuulten yläpuolella

Äänenmuodostus

- Äänihuuleen liittyvät lihakset jännittävät äänihuulet
- Uloshengityksen ilmavirta saa äänihuulet värähtelemään (fonaatio) → ääni
- Ääneen vaikuttavat myös ylemmät hengitystiet, kieli, posket, hampaat ja huulet (artikulaatio)
- Äänen korkeuteen vaikuttavat kurkunpään koko, äänihuulten pituus, paksuus ja jännitystila

Henkitorvi I. trakea ja keuhkoputket I. bronkukset

- Trakea n. 10 cm pitkä, joustava putki
- 15-20 rustokaarta, jotka takaosastaan auki
- Trakea haarautuu alaosastaan kahdeksi pääkeuhkoputkeksi, jotka kulkevat keuhkovaltimoiden- ja laskimoiden mukana vas. ja oik. keuhkoportista sisään
- Keuhkoputket haarautuvat edelleen pienemmiksi ja pienemmiksi haaroiksi, samalla rusto vähenee
- Pienimpien keuhkoputkenhaarojen (d~1mm) ympärillä pelkkää sileää lihaskudosta
- Astma ja adrenaliini

Keuhkot

- Oikeassa keuhkossa kolme lohkoa, vasemmassa kaksi
- Lohkot jakautuvat jaokkeisiin eli segmentteihin (10 kpl kummassakin keuhkossa)
- Kaasujenvaihto *alveoleissa* (l. keuhkorakkuloissa)
- Alveolien välissä hiussuonia
- Keuhkokudoksessa myös valtimoita, laskimoita ja imusuonia, jotka seuraavat keuhkoputkenhaaroja
- Keuhkoporteissa suuria imusolmukkeita

Keuhkopussi l. pleura

- Kumpaakin keuhkoa ympäröi oma keuhkopussinsa
- Suljettu tila
- Sisempi lehti verhoaa keuhkon pintaa, ulompi lehti rintaontelon sisäseinämää
- *Keuhkopussinontelo l. pleuraontelo*, kitkaa vähentävää nestettä

Välikarsina I. mediastinum

- Keuhkojen välinen sidekudostila
- Sydän, kateenkorva etuosassa
- Taempana aortta, ylä- ja alaonttolaskimo, rintatiehyt, ruokatorvi, henkitorvi ja pääkeuhkoputket