

3. Kraujas ir jo funkcijos

3.1. Kraujas

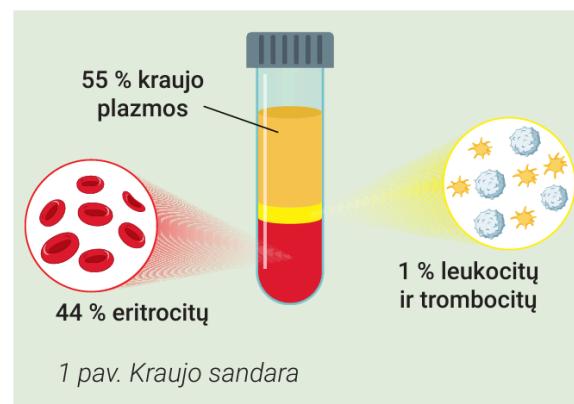
Mokymosi turinio punktai iš Bendrujų ugdymo programų

Mokomasi apibūdinti kraują kaip jungiamajį audinį, kurį sudaro kraujo ląstelės ir kraujo plazma. Susieti eritrocitų sandarą su deguonies pernaša, leukocitų – su organizmo apsauga, trombocitų – su kraujo krešėjimu. Mokomasi apibūdinti kraujo plazmos sudėtį ir susieti ją su medžiagų pernašos, apsaugine ir termoreguliacijos funkcija.

Kraujas

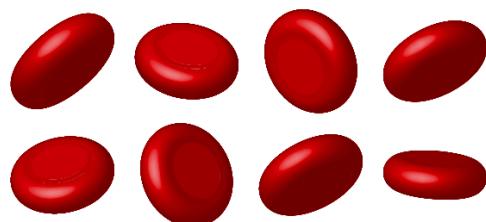
Kraujas – tai skystas jungiamasis audinys, sudarytas iš **kraujo kūnelių** ir tarpląstelinės medžiagos, vadinamos **kraujo plazma** (1 pav.). Kraujas sudaro apie 7 procentus kūno masės, jo pH = 7,4.

Kraujyje cirkuliuoja trijų rūšių kraujo kūneliai – **eritrocitai** (raudonieji kraujo kūneliai), **leukocitai** (baltieji kraujo kūneliai) ir **trombocitai** (kraujo plokštelių) (2 pav.).

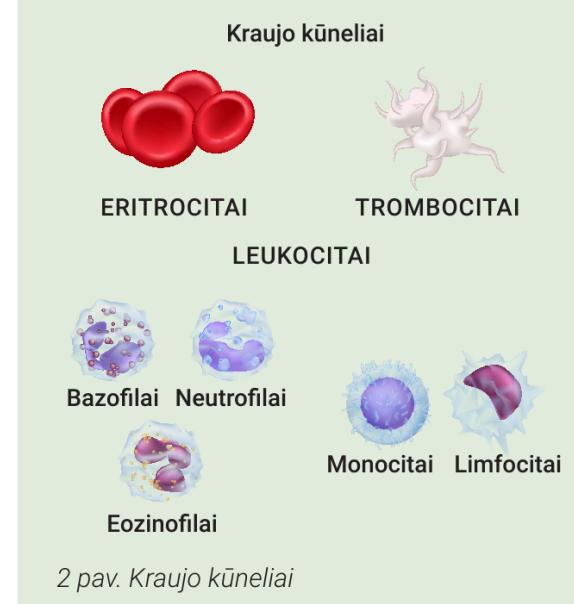


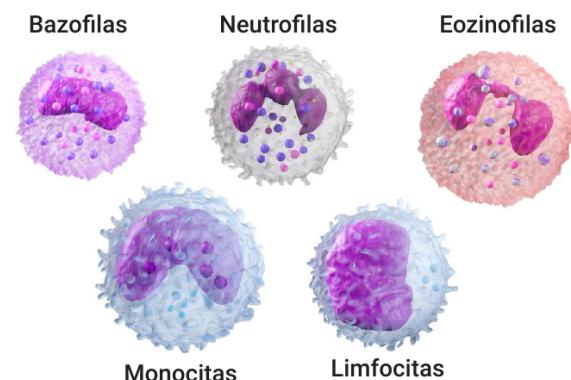
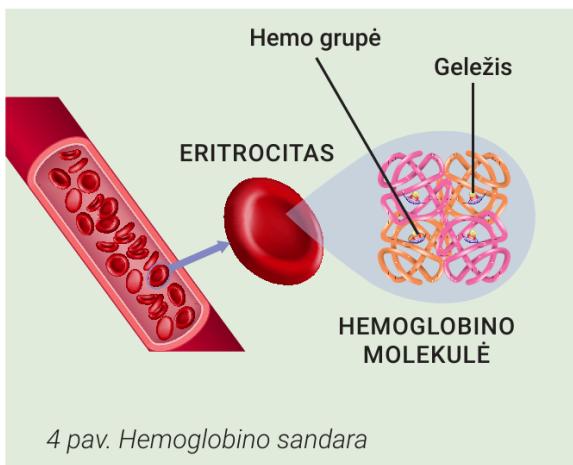
Kraujo kūneliai

Eritrocitai – raudonieji kraujo kūneliai, neturintys branduolio, bet turintys **hemoglobino**. Gaminasi raudonuojuose kaulų čiulpuose. Gyvena apie keturis mėnesius, todėl nuolat atsinaujina. Sveiko žmogaus 1 mm^3 kraujo vidutiniškai yra 5 mln. eritrocitų. Jie yra abipus įgaubtos disco formos, įgaubtumas atsiranda suirus branduoliui. Taip padidėja eritrocito paviršiaus plotas, palyginti su jo tūriu (3 pav.).



3 pav. Eritrocitai





Suirus branduoliui, eritrocite gali tilpti daugiau baltymo **hemoglobino**. **Hemoglobinui** sudaryti būtina **geležis**. Dėl hemoglobino eritrocitų kraujas jgauna raudoną spalvą. **Eritrocitai** atlieka **dujų pernašos funkciją**. Hemoglobininas su deguonimi sudaro nepatvarų junginį **oksihemoglobiną**. Iš plaučių į kūno audinius eritrocitai perneša deguonį, o iš audinių į plaučius padeda pernešti dalį anglies dioksido dujų (didžioji dalis anglies dioksido pernešama kaip bikarbonatai krauko plazmoje). Eritrocitų dujų pernašos funkciją gali sutrikdyti į kraują patekusios smalkės (anglies monoksidas) ar švinas. Ir švinas, ir smalkės su hemoglobinu sudaro patvarų junginį ir nebeleidžia prisijungti deguoniui ir anglies dioksidui. Jei kraujyje sumažėja eritrocitų arba trūksta hemoglobino, susergama **mažakraujyste** (4 pav.).

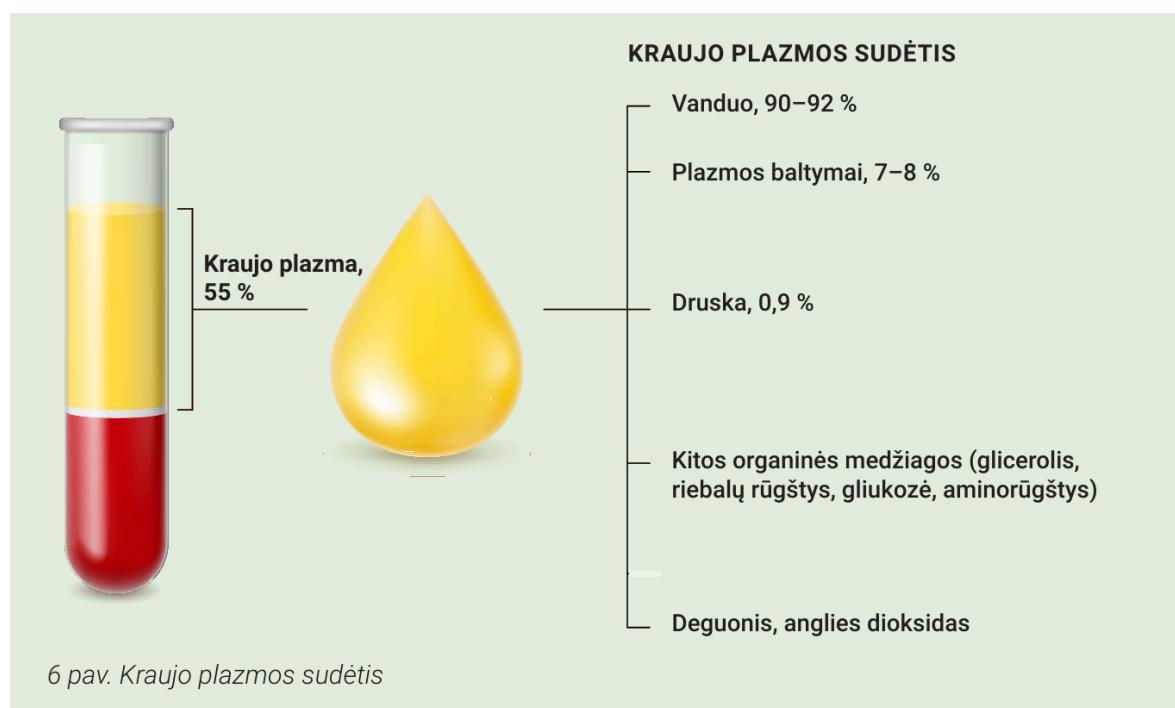
Leukocitai – branduolių turinčios apvalios arba nepastovios formos bespalvės ląstelės, nes jose nėra hemoglobino. Jų gyvavimo trukmė įvairi – nuo kelių parų iki kelių dešimtmečių. Sudaro kaulų čiulpuose, limfiniuose mazguose, blužnyje. Išskiriamos penkios leukocitų rūšys. Visi jie dalyvauja susiformuojant imunitetui ir saugo organizmą nuo ligų sukélėjų (5 pav.).

Leukocitai su ligų sukélėjais kovoja dviem būdais: **fagocituoja**, tai yra apgaubia plazmine membrana, ligos sukélėją įtraukia į vidų ir suvirškina; į krauko plazmą išskiria **antikūnų**, jie jungiasi su antigenais ir taip nukenksmina ligų sukélėjus. Antikūnus išskiria limfocitai. Limfocitų išskirti antikūnai ligų sukélėjų antigenus atitinka kaip raktas spyną. Vadinasi, jei susidarę antikūnai neutralizuoją A tipo gripo virusus, jie neveiks hepatito A tipo virusų. Svarbu ir tai, kad leukocitai atpažįsta mutavusias kūno ląsteles ir jas sunaikina. Taip jie saugo organizmą nuo vėžio.

Trombocitai, dar vadinami krauko plokšteliemis, yra labai smulkūs ir susidaro raudonuosiouose kaulų čiulpuose. Trombocitai saugo organizmą, kad nenukraujuotų. Sveiko žmogaus 1 mm^3 krauko yra 150–400 tūkst. trombocitų. Jų gyvavimo laikas – 5–7 dienos. Jeigu jų sumažėja, blogiau kreša kraujas, gali imti kraujuoti iš nosies, dantų ar vidinių organų.

Krauko plazma

Krauko plazma – tai **skystoji krauko dalis**. Jos sudėtyje yra vandens, baltymų, druskų, glikozės, aminorūgščių, riebalų rūgščių, glicerolio, vitaminų, hormonų ir medžiagų apykaitos produktų (6 pav.). Krauko plazmos baltymai – **fibrinogenas** ir **antikūnai** – atlieka **apsauginę funkciją**. Antikūnai nukenksmina į organizmą patekusius antigenus. Susižeidus fibrinogenas



dalyvauja **kraujo krešėjimo procese** ir taip apsaugo organizmą, kad nenukraujuotų. Iš kraujo plazmos pašalinus baltymą fibrinogeną, gaunamas kraujo serumas.

Kraujo funkcijos

Kraujas atlieka toliau nurodytas funkcijas.

Pernašos – eritrocitai perneša deguonį ir anglies dioksidą, o kraujo plazma – ištirpusias medžiagas. Nė viena ląstelė negalėtų gyvuoti, jei negautų gliukozės, aminorūgščių, glicerolio, riebalų rūgščių arba jei nebūtų pašalinami apykaitos produktai – šlapalas, vanduo, šlapimo rūgštis, druskos.

Apsauginė – leukocitų išskirti antikūnai sunaikina ir nukenksmina į organizmą patekusius antigenus, o trombocitai ir kraujo plazmos baltymas fibrinogenas padeda susidaryti krešuliu i ir taip saugo organizmą, kad nenukraujuotų.

Termoreguliacijos – tekédamas organizme kraujas tolygiai paskirsto šilumą tarp organų, nes dėl didelės vandens savitosios šilumos vanduo sugeria daug šiluminės energijos ir gali daug jos atiduoti vėsesnėse kūno vietose. Kai kūno temperatūra pakyla, išsiplėtus kraujagyslėms, jas priplūsta daugiau kraujo ir šiluma iš organizmo vidaus pernešama į odos paviršių. Dėl didelės savitosios garavimo šilumos garuojant prakaitui kūnas praranda daug šilumos. Taip kūnas atsivésina ir nepraranda per daug vandens. Susiaurėjus kraujagyslėms šiluma susilaikoma organizme.

Humoralinės reguliacijos – iš endokrininių liaukų pagaminti hormonai patenka į kraują ir kraujas juos perneša į atitinkamus organus.

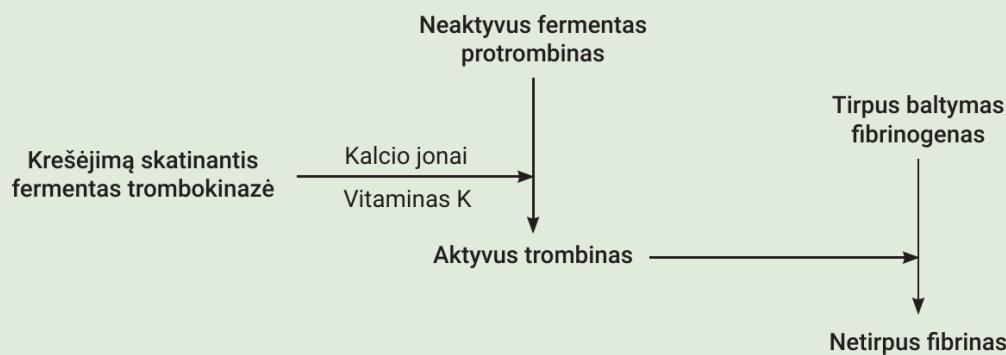
3.2. Kraujo krešėjimas ir kraujo tyrimai

Mokymosi turinio punktai iš Bendrijų ugdymo programų

Analizuojant schemas mokomasi paaiškinti kraujo krešėjimo procesą ir jo svarbą. Analizuojant kraujo tyrimų duomenis, mokomasi paaiškinti, kaip kraujo sudėties pokyčiai (sumažėjęs eritrocitų skaičius ir hemoglobino kiekis, padidėjęs leukocitų skaičius, sumažėjęs trombocitų skaičius) gali turėti įtakos organizmui.

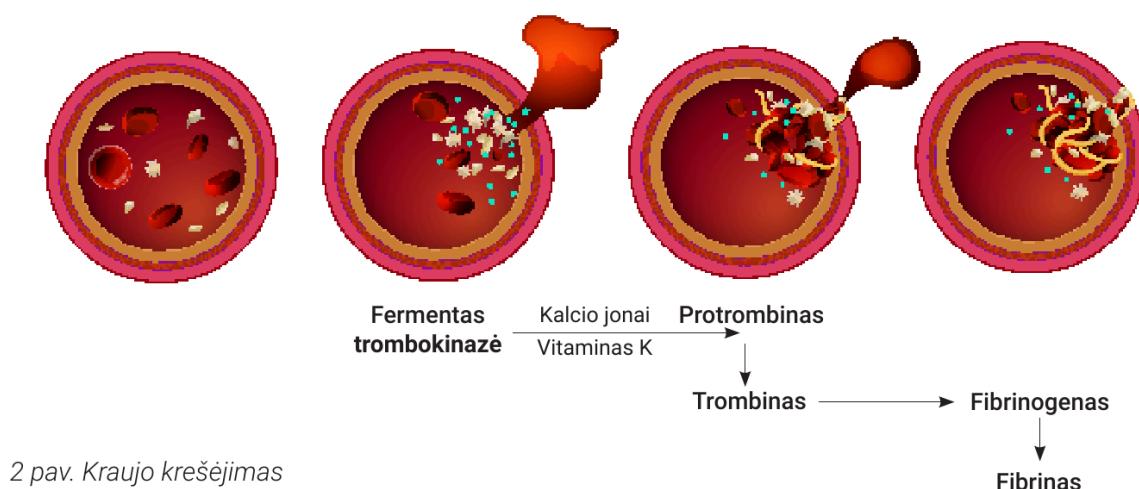
Kraujo krešėjimas

Kraujo krešėjimas – sudėtingas biocheminis procesas, apsaugantis organizmą ir neleidžiantis jam nukraujuoti. Pažeidus kraujagylės sieneles, **trombocitai** tampa aktyvūs. Jie keičia savo formą – iš disco formos tampa daugiašakiai su iškyšomis, kad geriau sukibtu su kitais trombocitais ir pažeista vieta. Aktyvinti trombocitai pradeda jungtis tarpusavyje ir sudaro trombocitu kamštį. Išsiskiria kraujo krešėjimą skatinantis fermentas **trombokinazė**, ir ji su kalcio jonais kraujo plazmoje esantį neaktyvų fermentą **protrombiną** paverčia aktyviu **trombinu**. Kad gamintysi protrombinas, reikia **vitamino K**. Trombinas tirpę kraujo plazmos baltymą **fibrinogeną** paverčia netirpiu **fibrinu** (1 pav.). Fibrinas, susijungęs su kitais baltymais, sudaro tvirtą krešulio struktūrą, stabilizuojančią pažeistą kraujagylės vietą. Kietėdami fibrino siūlai sutraukia žaizdos sieneles ir kaupiantis naujiems trombocitams susidaro krešulys – jis ir užkemša pažeistą kraujagylę. Tarp fibrino siūlų įstrigę eritrocitai krešulį nudažo raudonai. J krešulio paviršių išsiskiria gelsvo skysčio – kraujo serumo.



Krešulys sulaiko bakterijas, todėl žaizda būna švari ir po kurio laiko užgyja. Išgydžius kraujagylę, organizmas pradeda krešulio tirpinimo procesą, kad atkurtų normalią kraujo tėkmę. Šį procesą reguliuoja fermentas plazminas – tai jis skaido fibriną (2 pav.).

Paprastai kraujas sukreši per 3–5 minutes. Aukštesnėje temperatūroje kraujas kreši greičiau. Kraujo krešėjimą slopina padidėjęs anglies dioksido kiekis, žema aplinkos temperatūra, tam tikri maisto produktai ir gérimalai, turintys natūralių antikoagulantų (česnakų, žaliosios arbatos), vitamino K stoka, dėlių seilių išskiriamos medžiagos.



Kraujo sudėties pokyčiai

Kraujo sudėties pokyčiai yra susiję su kraujo plazmos ir kraujo kūnelių skaičiaus pasikeitimu. Tokių pokyčių gali atsirasti dėl jvairių veiksnų, tokius kaip mityba, ligos, vaistai, gyvenimo būdas ar kiti aplinkos veiksniai. Eritrocytų, leukocytų, trombocitų padidėjimas ar sumažėjimas lemia daugybę sveikatos problemų.

Eritrocytų skaičiaus sumažėjimas. **Mažakraujystė,** arba **anemija,** vystosi netekus kraujo, trūkstant geležies, vitamino B12 ar folio rūgšties, dėl létinių ligų ar kaulų čiulpų problemų. Sumažėjus hemoglobino kiekiui ir eritrocytų skaičiui, pernešama mažiau deguonies iš plaučių į kūno audinius. Tai gali sukelti nuovargį, silpnumą ir mažesnį fizinį pajėgumą, galvos skausmus ir svaigulį, dusulį, odos blyškumą. Eritrocytų skaičiaus padidėjimas būdingas kalnų gyventojams. Kalnų oras retesnis, tame mažiau deguonies ir kalnų gyventojai kraujyje eritrocytų turi apie 30 proc. daugiau. Eritrocytų skaičiaus padidėjimas gali padidinti kraujo klampumą, kraujo krešulių susidarymo riziką.

Leukocitų skaičiaus padidėjimas gali būti jvairių sveikatos būklės rodiklis. Padidėjęs leukocitų skaičius rodo, kad organizmas kovoja su infekcija arba uždegimu. Vykdant alerginėms reakcijoms dėl alergenų, tokius kaip žiedadulkės, maistas ar vaistai, gali padidėti leukocitų skaičius. Esant traumoms, nudegimams ar per chirurgines operacijas taip pat padidėja leukocitų skaičius, nes kūnas reaguoja į audinių pažeidimus ir siekia juos atkurti. Mažas leukocitų skaičius rodo padidėjusią infekcijų riziką, susilpnėjusią imuninę sistemą. ŽIV virusas mažina leukocitų skaičių, silpnina imuninę sistemą, padarydamas organizmą pažeidžiamesnį infekcijoms ir ligoms.

Trombocitų sumažėjimas gali paveikti organizmo gebėjimą sustabdyti kraujavimą. Tam tikros virusinės ar bakterinės infekcijos, létinis kraujavimas, kraujosruvos gali sukelti trombocitų skaičiaus sumažėjimą, tuomet padidėja kraujavimo rizika, atsiranda mėlyniai, kraujosruvų. Padidėjęs trombocitų skaičius rodo kraujo krešulių susidarymo riziką, galimus kraujagyslių užsikimšimus.

Svarbu reguliariai atlirkti bendrąjį kraujo tyrimą. Jo rezultatus visuomet turėtų įvertinti gydytojas. Tik jis, atsižvelgęs į bendrą paciento sveikatos būklę ir kitus simptomus, gali tiksliai nustatyti kraujo pokyčių priežastį ir paskirti tinkamą gydymą.

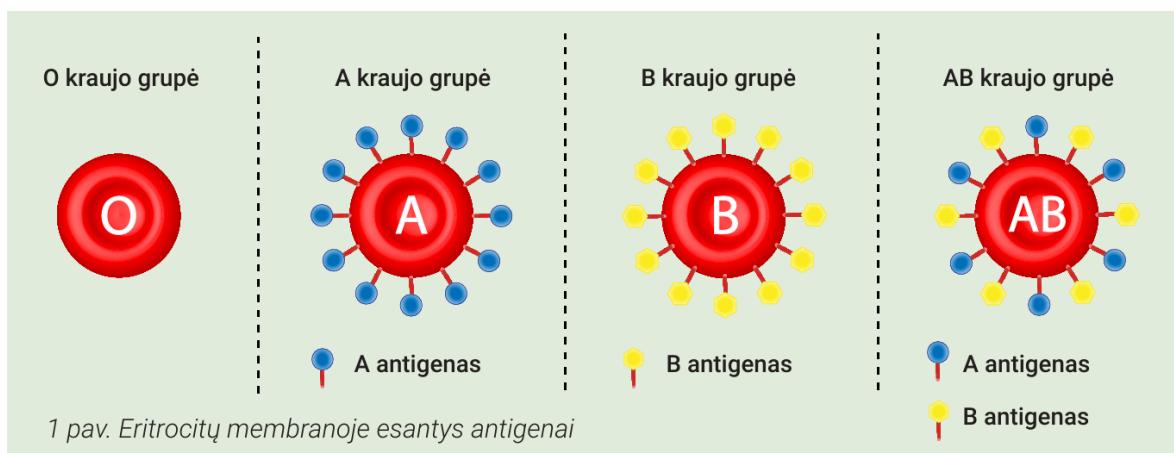
3.3. Kraujo grupės

Mokymosi turinio punktai iš Bendrujų ugdymo programų

Mokomasi apibūdinti ABO sistemos ir Rh sistemos kraujo grupes, kurias nulemia antigenai, esantys eritrocitų membranoje; mokomasi apibūdinti, kaip ir kokiui tikslui nustatomos ABO sistemos kraujo grupės. Mokomasi paaškinti, kuo informacija apie Rh sistemą yra svarbi, perpilant kraują ir laukiantis kūdikio.

Kraujo grupės

Kraujo grupė dažniausiai nustatoma pagal ABO ir Rh (rezus faktoriaus) sistemas. Yra keturios kraujo grupės: **O, A, B ir AB**. Kraujo grupė paveldima ir nesikeičia visą gyvenimą. Ji priklauso nuo eritrocitų membranoje esančių baltymų **antigenų (agliutinogenų)** (A, B). **Kraujo plazmoje** yra baltymų **antikūnų (agliutininų)** (anti-A, anti-B) (1, 2 pav.).

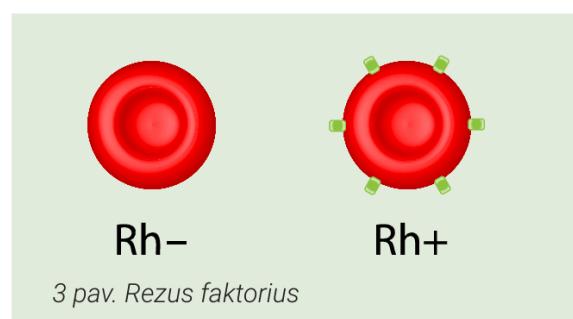


Kraujo grupė	Antigenai (agliutinogenai) eritrocitų membranoje	Antikūnai (agliutininai) kraujo plazmoje
O (I)	Néra	Anti-A, Anti-B
A (II)	A	Anti-B
B (III)	B	Anti-A
AB (IV)	A ir B	Néra

2 pav. Kraujo grupės

Rezus faktorius – baltymas antigenas Rh aptinkamas eritrocituose. Jis taip pat žinomas kaip D antigenas. Žmonių, kurių eritrocituose yra šio baltymo, kraujas yra rezus teigiamas (Rh+), o kurių eritrocituose jo nėra – rezus neigiamas (Rh-) (3 pav.).

Kraujo plazmos baltymas antikūnas anti-A sulipina eritrocitus, kurie savo membranoje turi antigeną A, o antikūnas anti-B – eritro-



citus, kurie savo membranoje turi antigeną B. Pacientui, kurio kraujo grupė yra neigiamą (Rh-), negalima perpilti teigiamos grupės kraujo (Rh+), nors ir tos pačios pagal ABO sistemą. Perpylus rezus teigiamo kraujo, kai paciento kraujas yra neigiamas, jo organizmas ims gaminti antikūnus, kovojančius su rezus teigiamais eritrocitais. Tuomet sulips eritrocitai kraujagylėse. Eritrocitų sulipimas vadinamas **aglutinacija**. Sulipę eritrocitai gali užkimšti kapiliarus. Kad eritrocitai nesulipstyti, gyvybiškai svarbu pacientui perpilti tinkamos grupės kraują. Geriausia perpilti tos pačios grupės kraują pagal ABO ir Rh sistemas. Ypač skubiausias atvejais taikomas kraujo perpylimas pagal tam tikrą sederinamumą (4 pav.).

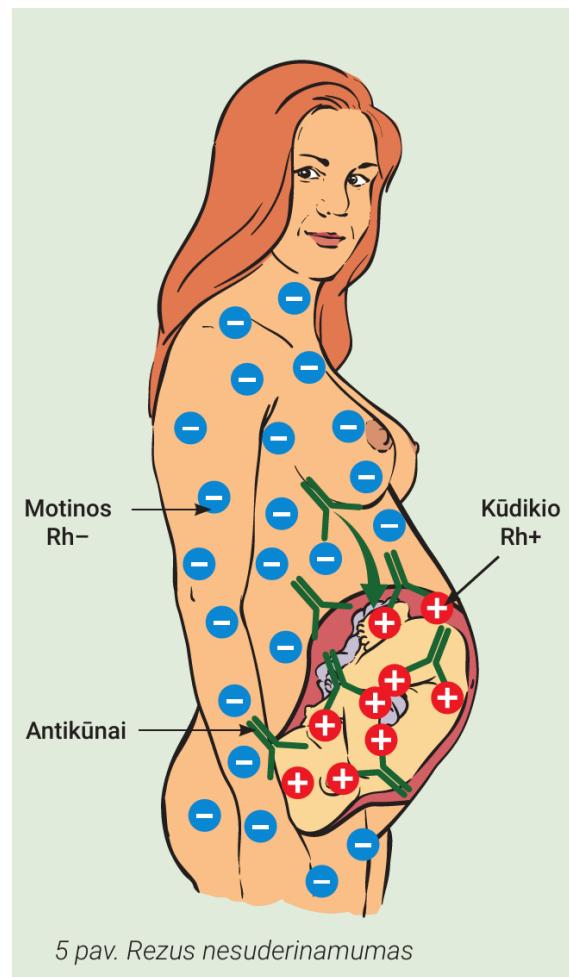
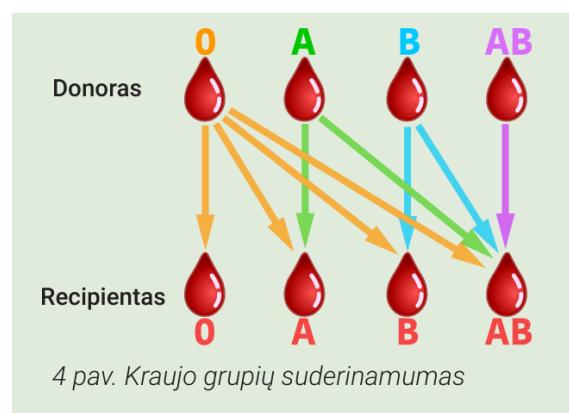
Žmogus, duodantis kraujo ligoniu arba sužeistajam, vadinas **donoru**. Žmogus, kuriam perpilamas kraujas, vadinas **recipientu**.

Kodėl svarbu nustatyti kraujo grupę

Kraujo grupės svarbios perpilant kraują, transplantuojant organus, néštumo metu, duodant kraujo, atliekant genetinius tyrimus. Labai svarbu tiksliai nustatyti paciento kraujo grupę. **Perpilant kraują tinkamas** kraujo grupės nustatymas užtikrina, kad pacientui bus perpiltas sederinamas kraujas ir bus išvengta gyvybei pavojingų imuninės sistemos reakcijų. Pasitaiko jvairių situacijų, kai žmogaus gyvybę gali išgelbėti tik kraujo perpylimas.

Organų ir audinių transplantacijos metu labai svarbus kraujo grupių sederinamumas. Jei donoro ir recipiento kraujo grupės nesuderinamos, transplantatas gali būti atmestas. Transplantatas yra biologinė medžiaga, perkelta iš vienos kūno dalies į kitą arba iš vieno organizmo į kitą, siekiant atkurti pažeistus audinius ar organus.

Néštumo metu Rh faktorius (teigiamas arba neigiamas) gali turėti didelę reikšmę. Rezus nesuderinamumo problema (rezus konfliktas) dažnai jvyksta tarp besilaukiančios motinos, kurios kraujas yra Rh-, ir vaisiaus, kurio kraujas yra Rh+. Néštumo pabaigoje gali padidėti placentos pralaidumas ir kraujas gali pradėti gaminti antikūnus (5 pav.).



Žinoti kraujo grupę svarbu ir dėl kraujo donorystės, nes tam tikros grupės, ypač retų grupių, kraujas gali būti labai reikalingas. Pavyzdžiui, O neigiamą kraujo grupę laikoma universaliaja. Kraujo donorystė – kilni misija, gelbstinti gyvybes ir padedanti išgelbėti tuos, kuriems skubiai reikia perpilti kraują dėl įvairių priežasčių. Ši procedūra trunka iki 10 minučių. Vienos donacijos metu paimama standartiškai 450 ml kraujo. Vyrai kraujo gali duoti kas 2 mėnesius, moterys – kas 3 mėnesius. Kraujo donorais gali būti sveiki 18–65 metų amžiaus asmenys.

4. Kraujotaka

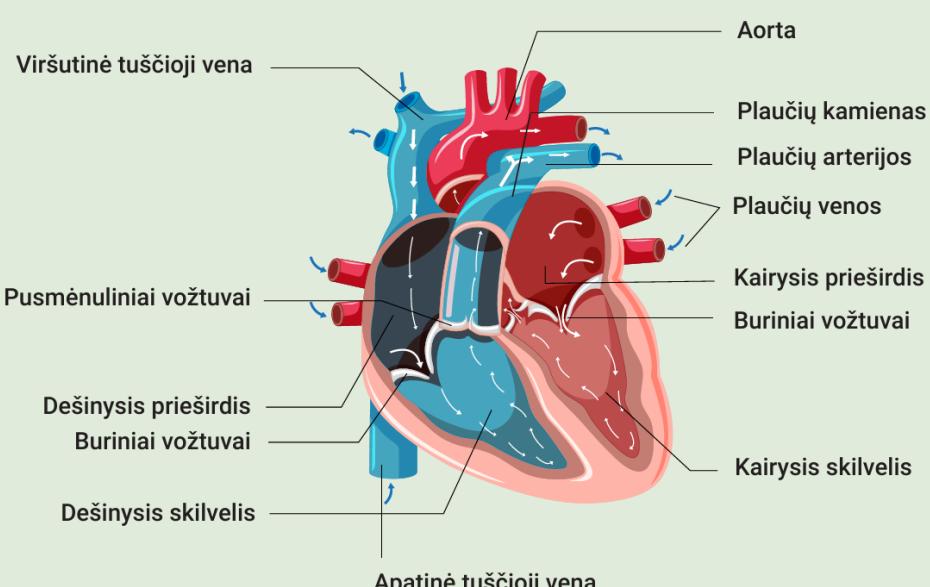
4.1. Širdies sandara ir darbo ciklas

Mokymosi turinio punktai iš Bendrujų ugdymo programų

Remiantis supratimu apie širdies sandarą ir širdies darbo ciklą, mokomasi paaiškinti sistolinę ir diastolinę krauso spaudimą. Nagrinėjant elektrokardiogramas, mokomasi paaiškinti širdies darbo ciklą. Mokomasi apibūdinti širdies automatizmą. Mokomasi paaiškinti, kaip, veikiant nervų sistemai ir adrenalinui, reguliuojamas širdies darbo ciklas, prisitaikant prie pakitusių organizmo poreikių.

Širdies sandara

Širdis – tai tuščiaviduris raumeningas organas, skirtas pumpuoti kraujui organizme. Širdies sienelė sudaryta iš širdies skersaruožio raumens, vadinamo miokardu. Širdies raumenį raižgo tankus ją maitinančių kraujagyslių tinklas – vainikinės arterijos. Jomis atnešamas deguonis ir energijai reikalingos maisto medžiagos. Žmogaus širdis sudaryta iš keturių skyrių. Viršuje yra dešinysis ir kairysis prieširdžiai, žemiau – dešinysis ir kairysis skilveliai. Abiejų prieširdžių sienelės yra plonesnės, o skilvelių – storesnės. Kairiojo skilvelio raumeninė sienelė yra storesnė nei dešiniojo. Dešiniajį širdies pusę nuo kairiosios skiria raumeninga širdies pertvara. Ji atskiria ir neleidžia susimaišyti dešinėje pusėje esančiam veniniam kraujui su kairėje pusėje esančiu arteriniu krauju. Prieširdžius nuo skilvelių atskiria buriniai vožtuvai, o puseménuliniai vožtuvai yra tarp skilvelių ir arterijų (1 pav.). Traukiantis prieširdžiams, buriniai vožtuvai atsidaro ir kraujui leidžia tekėti iš prieširdžių į skilvelius. Traukiantis skilveliams, buriniai vožtuvai užsidaro ir kraujas iš skilvelių teka per atsidariusius puseménulinius vožtuvus į arterijas – aortą ir plaučių kamieną.



1 pav. Širdies sandara