

Tartu Ülikool
Loodus- ja täppisteaduste valdkond
Ökoloogia ja maateaduste instituut
Loodusteadusliku hariduse keskus

Anette Reiu

**Õppematerjali koostamine, selle abil õpetamine ja mõju
hindamine 11. klassile teemal „Immuunsüsteem ja selle häired“**

Magistritöö

Gümnaasiumi loodusteaduste õpetaja

Juhendaja: Anne Laius, PhD

TARTU

2024

Õppematerjali koostamine, selle abil õpetamine ja mõju hindamine 11. klassile teemal „Immuunsüsteem ja selle häired“

Magistritöö raames loodi ADDIE mudelit kasutades õppematerjal teemal „Immuunsüsteem ja selle häired“, et arendada 11. klassi õpilaste teadmisi ja oskusi teemal „Inimese talitluse regulatsioon“ – inimkeha kaitseliinid, immuunsüsteemi häired. Õppematerjali mõju uurimiseks rakendati õppematerjali õpilastega, kes vastasid teadmiste ja oskuste testile õppematerjali rakendamise eel ja pärast. Eel- ja järeltesti tulemuste võrdlemisel leiti, et õppematerjal mõjutas õpilaste teadmiste ja oskuste kujunemist. Lisaks andsid nii õpilased kui ka bioloogiaõpetajad tagasisidet, kas õppematerjal vastab väljatöötatud kriteeriumitele. Tagasiside õppematerjalile osutus positiivseks – õppematerjal vastas kriteeriumitele.

Märksõnad: immuunsüsteem, õppematerjalid

CERCS: S272 Õpetajakoolitus

Preparation of Learning Object, Instruction, and Assessment of Impact for 11th Grade on the Topic “The Immune System and Its Disorders“

Using the ADDIE model, learning object “The Immune System and Its Disorders” was created for the master’s thesis in order to develop 11th grade students’ knowledge and skills on the topic of “Human Function Regulation” – defense lines of the human body, disorders of the immune system. To study the impact of the learning object, the learning object was used on students, who were tested on knowledge and skills prior to using the learning object and afterwards. Comparison of the test results revealed that the study material is effective in developing the knowledge and skills of students. Students and biology teachers gave feedback to the learning objects’ compliance with the developed criteria. The feedback was positive: the learning object met the criteria.

Keywords: immune system; learning objects

CERCS: S272 Teacher education

Sisukord

Sissejuhatus.....	4
1. Kirjanduse ülevaade.....	6
1.1 Õppematerjali loomise protsess	6
1.2 Õppematerjali kvaliteet.....	7
1.3 Õppematerjali koostamise kriteeriumid.....	8
1.4 Õppematerjali seos riikliku õppekavaga.....	9
2. Metoodika	11
2.1 Uuringu disain.....	11
2.2 Valim.....	11
2.3 Uurimisinstrumendid	11
2.4 Andmete analüüsimine.....	12
2.5 Eetika	13
3. Tulemused.....	14
3.1 Õppematerjali mõju immuunsüsteemi-alastele teadmistele ja oskustele.....	14
3.2 Sihtrühma hinnang õppematerjalile	19
3.3 Ekspertide hinnang õppematerjalile.....	21
4. Arutelu ja järeldused	25
5. Kokkuvõte.....	29
6. Kasutatud allikad	31
7. Summary	33
8. Lisad.....	35

Sissejuhatus

Immuunsüsteem omab organismi jaoks üliolulist rolli. Immuunsüsteem kaitseb organismi erinevate haigustekitajate eest; loob kiiresti ja efektiivselt immuunvastuse mitmesugustele välismõjudele ning takistab vähirakkude tekkimist ja paljunemist. Kui aga immuunsüsteem ei tööta korralikult või on nõrgenenud, siis haigestutakse. Tänu immuunsüsteemile tekib immunoloogiline mälu ning puutudes haigustekitajaga uuesti kokku, suudab organism reageerida kiiremini ja tõhusamalt. Samuti on immuunsüsteem oluline organismi homöostaasi säilitamisel – kontrollib põletikku, autoimmuunreaktsioone ja allergilisi reaktsioone. Immuunsüsteemi häirete korral võivad lisaks infektsioonidesse haigestumisele olla ka teistsugused tagajärjed. Näiteks võivad tekkida autoimmuunhaigused, mille puhul organism ründab omaenda kudesid ja elundeid, põhjustades põletikku, valu, kudede kahjustusi ning kroonilisi haigusi, näiteks diabeeti ja tsöliaakiat. Samuti on allergilised reaktsioonid tingitud immuunsüsteemi ebanormaalsest ülitundlikkusest, mis võivad põhjustada isegi surma. Kui on aga tekkinud immuunpuudulikkus, siis ei suuda immuunsüsteem täita kaitsefunktsiooni ja haigestutakse ka sellistesse haigustesse, mis terveid inimesi ei ohusta. Immuunpuudulikkusega inimestel kulgevad haigused raskemalt ja ravi on keerulisem.

Seetõttu on oluline arendada õpilaste teadmisi ja oskusi teemal „Immuunsüsteem ja selle häired“. Hetkel on Eesti Bioloogiaõpetajate Ühingu lehel olemas vaid üks selle teemaline slaidiesitus, mis on aastast 2016 ning veebileheküljelt Opiq on vabavaraaliselt leitav vaid lihtsustatud õppekavaga 9. klassile mõeldud tööleht. Tartu Ülikoolil on olemas gümnaasiumiõpilasele iseseisvalt läbitav bioloogia kursus, kus käsitletakse seda teemat ja suunatakse lahendama e-koolikotis olevaid harjutusi. Seetõttu otsustati luua sellel teemal põhinev õppematerjal, mis koosneb esitlusest, kus on lisaks teema ülevaatele kokkuvõtvad videod ja meditsiiniteemalised ülesanded. Selle töö väärtus seisneb selles, et magistritöö tulemusena valmis õppematerjal, mida on võimalik edaspidi kasutada nii töö autoril kui teistel aineõpetajatel.

Eelnevast lähtuvalt püstitati magistritöö peamiseks eesmärgiks koostada õppematerjal 11. klassile teemal „Immuunsüsteem ja selle häired“, selle abil õpetamine ja õppematerjali mõju hindamine 11. klassile. Õppematerjali rakendamise abil arendati 11. klassi õpilaste teadmisi ja oskusi, sealhulgas kognitiivseid oskusi teemal „Inimese talitluse regulatsioon“ – inimkeha kaitseliinid, immuunsüsteemi häired. Uuriti koostatud õppematerjali mõju teemaga seotud ainealaste teadmiste ja kognitiivsete oskuste omandamisele ning saadi tagasisidet õppematerjali vastavusele väljatöötatud kriteeriumidele.

Lähtuvalt uurimistöo eesmärkidest püstitati järgnevad uurimisküsimused:

1. Millised on õpilaste eelteadmised ja kognitiivsed oskused teemal „Immuunsüsteem ja selle häired“?
2. Missugune on õppematerjali mõju õpilaste teadmiste ja kognitiivsete oskuste kujunemisele?
3. Missugune on õpilaste tagasiside õppematerjali kasutamisele?
4. Missugune on eksperthinnang õppematerjalile?

Töö autor tänab kõiki uuringus osalenud õpilasi ja õpetajaid, kes andsid oma panuse magistristöo raames valminud õppematerjali loomise protsessi. Lisaks tänatakse töö juhendajat, kes oli abiks mitmesuguste nõuannetega töö juhendamisel.

1. Kirjanduse ülevaade

1.1 Õppematerjali loomise protsess

Õppematerjali kavandamiseks ja koostamiseks on olemas erinevad protsessimudelid. Khalil ja Elkhider (2016) on toonud välja sellised mudelid nagu ADDIE (*Analysis Design Development Implementation Evaluation Model*), Dick ja Carey ning 4CD/ID (*Four-Component Instructional Design*). Nii ADDIE kui ka Dick ja Carey mudelid lähtuvad õppematerjali kavandamisel biheivioristlikust ehk käitumuslikust õppimisteooriast, aga 4C/ID mudel on seotud kognitiivse õppimisteooriaga ja keerukatele teemadele õppematerjali loomisega (Khalil & Elkhider, 2016). Villems jt (2012) toovad välja, et enamik mudeleid toetuvad siiski ADDIE-le. ADDIE mudeli puhul koosneb õppematerjali loomine viiest etapist – analüüsimine, kavandamine, väljatöötamine, kasutamine ja hinnangu andmine (Davis, 2017; Khalil & Elkhider, 2016; Peterson, 2003; Villems et al., 2012).

Analüüsimise etapis hinnatakse sihtrühma omadusi, näiteks olemasolevaid teadmisi, kogemusi, huve ja hoiakuid (Davis, 2017; Khalil & Elkhider, 2016; Peterson, 2003; Villems et al., 2012). Villems jt (2012) on toonud välja järgnevad küsimused, millele tuleks mõelda analüüsimise etapis: „Miks on õpiobjekt vajalik?; Kes oleks õpiobjekti kasutajad?; Milline peaks olema õpiobjekti sisu planeeritud õpiväljundite saavutamiseks?; Millised ressursid on olemas õpiobjekti loomiseks (aeg, raha, oskused, tehnilised vahendid)?“. Peterson (2003) toob välja, et sarnaste eesmärkidega õppesisu ja õppekavade uurimine aitab analüüsida, millise õppesisuga õppematerjali on vaja. Analüüsimise etapi tulemusena valmib plaan õppematerjali loomiseks koos võimaliku ajakavaga (Davis, 2017). Õppematerjali sisu ja loomise protsessi kavandamiseks selgitatakse kavandamise etapis välja õppematerjaliga saavutatavad õpitulemused ja eesmärgid (Khalil & Elkhider, 2016; Peterson, 2003; Villems et al., 2012). Samuti valitakse kavandamise etapis edastusmeetodid, õppetegevuse liigid ja meediatüübid (tekst, graafika, audio, video, animatsioon) (Khalil & Elkhider, 2016; Villems et al., 2012). Villems jt (2012) toovad välja, et kavandamise etapis planeeritakse ka õppematerjali väljatöötamist, rakendamist ja hinnangu andmist. Kavandamise etapis tuleb tähelepanu pöörata sellele, et lähtutakse analüüsimise etapis saadud informatsioonist (Peterson, 2003). Väljatöötamise etapis luuakse esmane versioon õppematerjalist koos vastava sisuga (Khalil & Elkhider, 2016; Villems et al., 2012) ning ka hindamismudel (Khalil & Elkhider, 2016). Peterson (2003) on toonud välja, et väljatöötamise etapis antakse esmane hinnang enne õppematerjali rakendamist – hinnatakse, kas koostatud materjal on õpetlik ja kas on võimalik

veel parandusi teha. Väljatöötamise etapile järgneb rakendamise etapp, mis hõlmab õppematerjali kasutamist õpilastega (Khalil & Elkhider, 2016), selle analüüsimist ja täiustamist (Peterson, 2003). Järgneb viimane ehk hinnangu andmise etapp, milles antakse hinnang õppematerjalile – selle üldisele efektiivsusele (Khalil & Elkhider, 2016), eesmärkide saavutamisele ning paranduste ja täienduste vajalikkusele (Peterson, 2003).

1.2 Õppematerjali kvaliteet

Sarnaselt õppematerjali kavandamiseks ja koostamiseks, on ka avatud õppematerjalide kvaliteedi hindamiseks erinevaid mudeleid, näiteks Yuan ja Recker (2015) on oma töös võrrelnud 14 hindamismudelit. Üheks digitaalse õppevara hindamismudeliks on *Learning Object Review Instrument*, lühendatult LORI mudel (Leacock & Nesbit, 2007), mille põhjal hinnatakse järgnevat kriteeriume: (1) sisu kvaliteeti – tõesust, täpsust, detailsuse asjakohasust; (2) õpieesmärkide sobivust – vastavust õppe-eesmärkide, tegevuste, hinnangute ja õppijate omaduste vahel; (3) tagasisidet ja kohandamist – sisu ja tagasiside kohandatavust lähtuvalt õppijast; (4) motiveeritust – võimet tekitada huvi ja motiveerida õppijaid; (5) esitluse kujundust – visuaalse ja audiaalse teabe sobivust õppimise efektiivsuse tõstmiseks; (6) interaktsiooni kasutatavust – navigeerimise hõlpsust, kasutajaliidese etteaimatavust ja abi kvaliteeti; (7) ligipääsetavust – sobivust erivajadustega õppijatele ja mobiiltelefonide kasutajatele; (8) taaskasutatavust – võimalik kasutada erinevate õppijatega, võimalik ümber kohandada; (9) standarditele vastavust – rahvusvahelistele standarditele ja spetsifikatsioonidele vastavust (Leacock & Nesbit, 2007; Nesbit *et al.*, 2003).

Kuigi paljud hindamismudelid on mõeldud ekspertidele või autoritele hindamiseks, on ka hindamismudel, mis on sobilik kasutamiseks just õppijatele: *Learning Object Evaluation Scale for Students* ehk lühendatult LOES-S (Kay & Knaack, 2009). LOES-S ankeedis hinnatakse 5-pallilisel Likerti skaalal 12 väidet, mis on jagatud kolme gruppi – õppimine, kvaliteet, kaasahaaravus (Kay & Knaack, 2009; Põldoja, 2014). Õppimise osas annavad õpilased endapoolse hinnangu, mil määral nad õppematerjali abil õppisid (Kay & Knaack, 2009). Kvaliteedi puhul hindavad õpilased õppematerjali arusaadavust ja organiseeritust (Kay & Knaack, 2007b) ning kaasahaaravuse puhul motiveerivust/huviäratavust, soovi kasutada õppematerjali uuesti (Kay & Knaack, 2009). Lisaks väidetele on ankeedi lõpus kaks avatud küsimust selle kohta, mis õppematerjali juures meeldis ja mis ei meeldinud (Kay & Knaack, 2009; Põldoja, 2014).

1.3 Õppematerjali koostamise kriteeriumid

Efektiivne õppematerjal arendab õpilaste teadmisi ja oskusi, sealhulgas kognitiivseid oskuseid. Hasanah ja Shimizu (2020) on toonud välja, et loodusteaduste õpetamisel on kõige olulisemateks kognitiivseteks oskusteks protsessioskus, kriitilise mõtlemise oskus ning põhjendamise oskus (edaspidi oskused), mis toetavad teadmiste konstrueerimist, probleemide lahendamist ning järelduste tegemist. Kirjanduses on välja toodud erinevaid kriteeriume, millele efektiivne õppematerjal vastab.

Efektiivne õppematerjal peaks vastama järgnevatele põhikriteeriumitele: (1) on hästi mõistetav, arusaadav; (2) vastab oodatavatele õpitulemustele; (3) sisaldab ainult olulist informatsiooni; (4) on illustreeritud; (5) kajastab õpilastele relevantset sisu; (6) sisaldab päriselulisi teemasid; (7) võimaldab õpilastel lahendada ülesandeid; (8) on lihtsasti kasutatav; (9) on võimalik kasutada korduvalt; (10) on lihtsasti täiendatav, ajakohastatav (Şahin & Yıldırım, 1999, viidanud Sayan & Mertoğlu, 2020; Villems *et al.*, 2012). Cimer (2012) on samuti välja toonud, et mõisted tuleb lahti seletada ning võõrsõnade kasutamist on vaja vähendada, et õppematerjal oleks mõistetav ja tõhus bioloogia õppimiseks: vastasel juhul tundub õpilastele bioloogia õppimine kui võõrkeele õppimine. Abstraktseid mõisteid ja nähtusi aitab arusaadavamaks muuta visuaalne materjal (tekst, pildid, graafikud, joonised) (Cimer, 2012; Kay & Knaack, 2007b); ka Villems jt (2012) toovad välja, et teksti illustreerimine jooniste ja piltidega muudab sisu köitvamaks, mõistetavamaks ja meeldejäavamaks. Visuaalseks materjaliks võivad olla lisaks piltidele, graafikutele ning joonistele ka videod (Şahin & Yıldırım, 1999, viidanud Sayan & Mertoğlu, 2020). Videote kasutamine stimuleerib nii kuulmis- kui ka nägemismeeli (Villems *et al.*, 2012) ning Sayan ja Mertoğlu (2020) on toonud välja, et mitmete meeleeelundite kaudu informatsiooni saamine õppimisel võimaldab saavutada pikemaajalisemad ja püsivamad teadmised. Samas peab õpiobjekti paigutus olema hästi organiseeritud (Kay & Knaack, 2007b). Õpilased väärtustasid nii Cimer'i (2012) kui ka Kay' ja Knaack'i (2007a) uuringutes õppematerjalidena visuaalse materjali kasutamist. Lisaks soovitasid õpilased Cimer'i (2012) uuringus bioloogia tõhusaks õpetamiseks siduda õpetatava sisu igapäevaeluga ja luua erinevate teemade vahel seoseid. Õpetava sisus sidumine igapäevaeluga ja erinevate teemadega võimaldab õpilastel näha üldist pilti ning kasutada saadud teadmisi ja oskusi probleemide lahendamisel ja ka saavutada kõrgemaid õpitulemusi (Cimer, 2012). Ka Kay ja Knaack (2007a, 2007b) leidsid oma uuringutes, et motiveeriv ja õpilastele kasulikku informatsiooni sisaldav õppematerjal on õpilastele kasulik.

Õppematerjal peab vastama haridus- ja teadusministri määrusest „Õpikute, töövihikute, tööraamatute ja muu õppekirjanduse riiklikule õppekavale vastavuse kinnitamise tingimused ja kord ning nõuded õpikutele, töövihikutele, tööraamatutele ja muule õppekirjandusele“ (2007), tulenevalt riiklikust õppekavast. Gümnaasiumi riiklikku õppekava (edaspidi GRÕK) järgides tuleb loodusainete õpet kavandades ja korraldades lähtuda õppekava alusväärtustest, üldpädevustest, õppeaine eesmärkidest, õppesisust ja oodatavatest õpitulemustest (GRÕK, 2011, 2023). Samuti tuleb toetada lõimingut nii loodusainete valdkonna siseselt kui ka teiste õppeainetega ja läbivate teemadega (GRÕK, 2011, 2023).

1.4 Õppematerjali seos riikliku õppekavaga

Gümnaasiumi bioloogia põhineb põhikoolis omandatud teadmistel, oskustel ja hoiakutel. Sellest tulenevalt tuleb õppematerjali „Immuunsüsteem ja selle häired“ koostamisele eelnevalt tutvuda kolmanda kooliastme lõpuks saavutatavate õpitulemustega teemal „Immuunsüsteem ja selle häired“. Lähtudes põhikooli riiklikust õppekavast (edaspidi PRÕK) saab välja tuua, et kolmanda kooliastme lõpuks õpilane selgitab naha ülesandeid (PRÕK, 2011) ning analüüsib naha ehituse ja talitluse kooskõla kaitsefunktsiooni täites (PRÕK, 2011, 2023). Kolmanda kooliastme õpitulemuseks on ka, et õpilane selgitab immuunsüsteemi osa bakteri- ja viirushaiguste tõkestamisel ning neist tervendamisel (PRÕK, 2011). PRÕK (2023) järgi aga „õpilane selgitab vere osa organismi lühi- ja pikaajalise immuunsuse kujunemisel, immuunsüsteemi häirete tekkimist ning vaktsineerimise tähtsust nakkushaiguste vältimiseks“ ning õpilane väärtustab immuunsüsteemi tugevdavat eluviisi ja seostab vere koostisosade ehituse eripära nende talitlusega. Põhikooli riiklikust õppekavast (2011) tuleb välja, et õpilased peaksid teadma mõisteid: nahk, valge vererakk, lümf, lümfisõlm, antikeha, immuunsus, immuunsüsteem, HIV, AIDS. Aastal 2023 kinnitatud põhikooli riiklikus õppekavas ei ole eraldi välja toodud, milliseid mõisteid õpilane peaks teadma.

Lähtuvalt gümnaasiumi riiklikust õppekavast (2011) käsitletakse bioloogia II kursusel inimorganismi kaitsemehhanisme, immuunsüsteemi ja selle levinumaid häireid teema “Inimese talitluse regulatsioon” raames. Vastavaid teemasid käsitletakse kirjastuse AVITA gümnaasiumi bioloogia õpiku II osas kolmanda peatüki „Inimese talitluse regulatsioon“ alapeatükkides „Inimkeha kolm kaitseliini“ ja „Levinumad immuunsüsteemi häired“ (Tenhunen *et al.*, 2012). GRÕK (2023) kohaselt aga käsitletakse immuunsüsteemi ja selle häireid gümnaasiumi bioloogia IV kursusel „Inimene ja keskkond“ inimese talitluse regulatsiooni teema juures. Samuti käsitletakse immuunsust ka seoses viiruste ja bakterite teemaga vastavalt gümnaasiumi õppekavale bioloogia III ja II kursusel (GRÕK, 2011, 2023).

Koostatud õppematerjaliga on võimalik saavutada GRÕK (2011) õpitulemust – õpilane selgitab inimorganismi kaitsesüsteeme ning immuunsüsteemi tähtsust ning GRÕK (2023) õpitulemust – õpilane selgitab inimorganismi kaitsesüsteeme ja vaktsineerimise tähtsust ning selgitab vere püsiva koostise tagamise mehhanisme ja selle tähtsust (GRÕK, 2023).

Magistritöö raames koostatud õppematerjal arendab 2023. aastal kinnitatud gümnaasiumi riikliku õppekava üldpädevusi järgmiselt: (1) kultuuri- ja väärtuspädevust – õpilane oskab hinnata HI-viirusesse nakatumise viise; (2) enesemääratluspädevust – õpilane teab, kuidas käituda ohutult ja järgida tervislikke eluviise, näiteks õpilane mõistab enesekaitsevahendite kasutamise vajalikkust HI-viirusega nakatumise vältimiseks ning teab allergia puhul anafülaktilise šoki põhjuseid ja esmaabi; (3) õpipädevust – õpilane seostab omandatud teadmisi varasemalt õpituga; (4) suhtluspädevust – arendab õpilaste eneseväljendusoskust ja loodusteaduslikku sõnavara; (5) matemaatika-, loodusteaduste- ning tehnoloogiaalane pädevust – selgitab immuunsüsteemi kaitsesüsteemide toimimist; interpreteerib laboris saadud vereanalüüside tulemusi võrreldes referentstulemustega; teab kiirtestide kasutamisele võtmise tähtsust meditsiinis. Koostatud õppematerjal aitab kujundada GRÕK (2023) ainevaldkonna „Loodusained“ välja toodud valdkonnapädevusi. Õppematerjal kujundab õpilast, kes kasutab sel teemal omandatud teadmisi ja oskusi immuunsüsteemi ja selle häirete selgitamiseks ning analüüsimiseks mikro-, makro- ja megatasandil, kasutades selleks loodus- ja täppisteaduste omast keelt. Samuti aitab kujundada õpilast, kes analüüsib ja tõlgendab uuringute tulemusi ja teeb nende põhjal kehtivaid järeldusi. Õppematerjalis kasutatud meditsiiniteemalised ülesanded ja elulised näited aitavad kujundada õpilast, kes: (1) lahendab probleeme ja langetab igapäevaeluga seotud põhjendatud otsuseid, rakendades süsteemseid loodusteaduslikke teadmisi ning kasutades loovat ja kriitilist mõtlemist; (2) käitub turvaliselt ning järgib tervislikke eluviise; (3) teab loodusteaduste ning tehnoloogiaga seotud karjäärivõimalusi. Õppematerjalil on lõiming ka teiste õppeainetega, näiteks keele ja kirjandusega, sealhulgas võõrkeeltega. Õpilane oskab selgitada võõrkeelse algupäraga mõisteid ning vaadates kokkuvõtlikke videoid teemal „Immuunsüsteem“ areneb õpilaste võõrkeeleoskus. Lisaks omab õppematerjal lõimingut matemaatikaga, kuna võimaldab õpilastel interpreteerida vereanalüüsi tulemuste põhjal kassiallergia olemasolu ja allergia klassi referentstulemuste põhjal. Õppematerjalis on ka rakendatud kahe läbiva teemana elukestvat õpet ja karjääri ning tehnoloogiat ja innovatsiooni. Nimelt tutvustab õppematerjal õpilastele selle teemaga seotud eriala nagu bioanalüütik ning kiirtestide (POCT – *Point-of-care testing*) tööpõhimõtet ja selle rolli meditsiinis.

2. Metoodika

2.1 Uuringu disain

Magistritöö raames koostati ADDIE mudeli alusel 11. klassile õppematerjal teemal „Immuunsüsteem ja selle häired“. ADDIE mudelit kasutati, kuna sellel on olemas kõik vajalikud etapid õppematerjali kavandamiseks ja väljatöötamiseks. Samuti on ADDIE mudel paindlik ja seda on võimalik kasutada erinevate õppekeskkonda puhul (Davis, 2017; Peterson, 2003). Õppematerjali koostamise analüüsimise ja kavandamise etapp toimus 2023. aasta jaanuaris, mil õppematerjalile seati eesmärgid, kriteeriumid ning otsustati, millise sisuga õppematerjali järgi on vajadus. Kavandamise etapis valiti välja õppematerjali edastusmeetodiks slaidiesitus. Väljatöötamise etapp toimus veebruarist kuni maini aastal 2023. Väljatöötamise etapis koostati slaidiesitus kasutades usaldusväärseid veebiallikaid, õpikuid ning videomaterjale. Väljatöötamise etapile järgnes rakendamise etapp mais 2023. Rakendamise etapis viidi eelnevalt läbi uuring eelteadmiste väljaselgitamiseks ja seejärel rakendati õppematerjali koos õpilastega kolmes 75-minutilises tunnis. Õppematerjali rakendamise järgselt hinnati õppematerjali mõju õpilaste immuunsüsteemi-alastele teadmistele ja oskustele ning toimus õppematerjalile hinnangu andmise etapp. Õpilased andsid õppematerjalile hinnangu mais 2023 õppematerjali rakendamise etapi järgselt. Ekspertidelt hinnangu saamine õppematerjalile toimus mais aastal 2024.

2.2 Valim

Õppematerjali mõju hindamiseks ja õpilastelt tagasiside saamiseks õppematerjali kohta ning eksperthinnangu saamiseks kasutati mugavusvalmit. Valimi moodustasid ühe Tartu linna kooli kahe 11. klassi õpilased. Õppematerjali mõju hindamiseks mõeldud testile vastas enne õppematerjali kasutamist 67 õpilast, neist 58 õpilast vastas ka õppematerjali rakendamise järgselt läbiviidud testile. Õppematerjalile andis tagasisidet 51 õpilast. Ekspert hinnangu andis õppematerjalile kolm bioloogiaõpetajat.

2.3 Uurimisinstrumendid

Õppematerjali mõju hindamiseks koostati elektroonne test kasutades Google vormi (lisa 1). Ühte ja sama elektroonset testi kasutati nii õpilaste eelteadmiste ja oskuste hindamiseks kui ka õppematerjali rakendamisel omandatud teadmiste ja oskuste hindamiseks. Test oli koostatud õppematerjali põhjal; lisaks toetuti *Australian Curriculum (v8.4) Library - Stile* (s.a.) leheküljel

olevatele teadmiste ja kognitiivsete oskuste kontrollimiseks mõeldud küsimustele. Testis oli ka kolm küsimust taustaandmete saamiseks.

Samuti Google vormi kasutades koostati õpilastelt õppematerjalile tagasiside saamiseks elektroonne tagasiside küsimustik (lisa 2). Küsimustik sisaldas kahte avatud küsimust ja üheksat Likerti (1–5) skaalaga väidet. Küsimustiku koostamisel lähtuti LOES-S hindamismudelist ning kasutati tõlgituna Kay' ja Knaack'i (2009) artiklis välja toodud tagasiside küsimustikku. Eelnevast tulenevalt andsid õpilased hinnangu õppematerjalile tuginedes ette antud väidetele. Lisaks oli võimalik õpilastel välja tuua, mis neile koostatud õppematerjali juures meeldis ja mis ei meeldinud või saaks parendada õppematerjali puhul.

Õppematerjalile eksperthinnangu saamiseks paluti ekspertidel tutvuda õppematerjaliga ning viidi läbi dokumendifailina koostatud tagasiside küsimustik (lisa 3) ja poolstruktureeritud intervjuu. Tagasiside küsimustiku koostamisel juhinduti LORI hindamismudelist. Ekspertid andsid hinnangu õppematerjali sisule ja teostusele. Sisu puhul hindasid eksperdid teema terviklikku käsitlust (loogilist ülesehitust ja liigendatust), faktilist õigsust ning kas õppematerjal on õpilaste jaoks eakohane ja motiveeriv. Teostuse puhul hindasid eksperdid keelelist korrektsust, kujundust ja kasutatavust. Eelnevast tulenevalt andsid eksperdid oma hinnangu õppematerjalile 5-pallilisel Likerti skaalal tuginedes ette antud väidetele. Lisaks oli ekspertidel võimalik põhjendada oma hinnanguid koheselt tagasiside küsimustikus ja tuua välja ettepanekud õppematerjali parendamiseks. Tagasiside küsimustiku täitmise ja esitamise järgselt viidi ekspertidega läbi poolstruktureeritud intervjuud, mis võimaldasid esitada ekspertidele täpsustavaid küsimusi tagasiside küsimustiku vastuste põhjal. Poolstruktureeritud intervjuud viidi läbi nii veebis kui ka ekspertidele sobivas asukohas.

2.4 Andmete analüüsimine

Õpilaste teadmiste ja oskuste testi ning õppematerjali tagasiside küsimustike tulemused salvestati esmalt Google arvutustabelitena ja seejärel laeti alla *Microsoft Exceli* arvutustabelitena. Õpetajatega läbiviidud tagasiside küsimustike tulemused salvestati *Microsoft Wordi* dokumendina, poolstruktureeritud intervjuud salvestati kasutades rakendust *Zoom* ning transkribeeriti kasutades rakendust *Microsoft Word*. Uuringu käigus saadud andmeid analüüsiti nii kvalitatiivselt kui ka kvantitatiivselt. Kvalitatiivsel analüüsiti õpilaste poolt antud avatud küsimuste vastuseid õppematerjali hindamise tagasiside küsimustikus ning õpetajatega läbiviidud poolstruktureeritud intervjuusid. Õpetajatega läbiviidud poolstruktureeritud intervjuude käigus saadud vastused kategoriseeriti tagasiside küsimustikus

välja toodud väidete põhjal. Õpilastega läbiviidud uuringu avatud küsimuste vastused kategoriseeriti kolme kategooriasse – välimus, ülesehitus ja sisu. Analüüsi tulemusel tuvastati õppematerjali tugevused ja nõrkused, mis võimaldasid teha õppematerjalis parandusi. Kvantitatiivset andmeanalüüsi teostati andmetöötlusprogrammiga JASP 0.18.3.0 (*Jeffreys's Amazing Statistics Program*). Teadmiste ja oskuste testi tulemuste analüüsimiseks leiti eel- ja järeltesti tulemuste aritmeetilised keskmised, mediaanid ning tulemuste võrdlemiseks kasutati sõltumatute gruppide t-testi (*Independent Samples T-Test*). Teadmiste ja oskuste testi tulemuste analüüsimine võimaldas hinnata koostatud õppematerjali rakendamise mõju testi tulemustele. Õpilaste ja õpetajate õppematerjalile saadud hinnangute analüüsimiseks leiti hinnangute aritmeetilised keskmised ja standardhälbed. Analüüsis kasutatud kirjeldava statistika jaoks kasutatud mediaan on punkt, millest suuremaid ja väiksemaid väärtusi on võrdselt ning standardhälbed iseloomustavad vastuste hajuvust keskmise ümber (Rootalu, 2014).

2.5 Eetika

Magistritöö koostamisel lähtuti Eesti Teadusagentuuri (2017) Eesti hea teadustava kokkuleppes. Uuringus osalemine oli kõikidele osapooltele vabatahtlik. Õppematerjali rakendati õppetöö osana, aga nii teadmiste ja oskuste testile kui ka õppematerjali tagasiside küsimustikule vastamine oli vabatahtlik ja anonüümne. Google vormis vastates isiklike andmeid, kaasarnvatud e-posti aadresse ja IP-aadresse ei kogutud. Uuringus osalenute ekspertide nimed olid kodeeritud (ekspert 1, ekspert 2, ekspert 3). Poolstruktureeritud intervjuude salvestamiseks küsiti uuritavatelt luba. Uuringus osalejatel oli õigus loobuda uuringus osalemisest igal ajahetkel. Uuritavad olid teadlikud, et uuringu tulemused esitatakse anonüümselt ja üldistatult. Uuringus osalejatele selgitati töö eesmärki ning nende osalemise tähtsust ja panust lõputöösse. Uuringuga seotud algandmed säilitati kuni hävitamiseni turvaliselt ja konfidentsiaalselt.

3. Tulemused

Magistritöö tulemusena valmis õppematerjal teemal „Immuunsüsteem ja selle häired“. Õppematerjalina kasutatakse slaidiesitlust (56 slaidi), mille rakendamiseks kulub kolm 75-minutilist tundi. Õppematerjali slaidid on leitavad lisas 4.

3.1 Õppematerjali mõju immuunsüsteemi-alastele teadmistele ja oskustele

Eelteadmiste ja õppematerjali mõju välja selgitamiseks on esmalt välja toodud viie osana õpilaste eel- ja järeltesti tulemused küsimuste plokkide kaupa:

- esimeses osas on välja toodud immuunsüsteemi ülesanne ning kolme kaitseliini eristamine;
- teises osas on välja toodud kaitsebarjäärade eristamine;
- kolmandas osas keskendutakse teisele kaitseliinile;
- neljandas osas keskendutakse kolmandale kaitseliinile;
- viiendas osas käsitletakse immuunsüsteemi häireid.

Sellele järgneb terviklik eel- ja järeltesti tulemuste võrdlemine ja õppematerjali rakendamise mõju välja selgitamine testi tulemustele. Õpilaste eel- ja järeltesti tulemused küsimuste lõikes on esitatud tabelis 1.

Teadmiste ja oskuste testi küsimused 1–6 (tabel 1) puudutasid õpilaste teadmisi immuunsüsteemi ülesande ja kolme kaitseliini eristamise kohta. Eeltestis oskas immuunsüsteemi ülesannet puudutavale küsimusele vastata 8,7% õpilastest, järeltestis aga 44,8%. Seega saab väita, et õppematerjali rakendamise järgselt oli õigesti vastanud õpilaste arv suurenenud 35,9 protsendipunkti võrra ning sõltumatute gruppide t-testi tulemusest saab järeldada, et toimunud muutus oli statistiliselt oluline ($p < 0,001$). Kaitseliini eristamist puudutavate küsimuste puhul suurenes õigesti vastanud õpilaste hulk üle 29 protsendipunkti võrra järgenvate küsimuste puhul: „Milline kaitseliin tuvastab ja ründab konkreetseid haigustekitajaid organismi sees?; Milline kaitseliin reageerib kõikidele organismi pääsenud haigustekitajatele ühtemoodi?; Milline kaitseliin mäletab konkreetset haigustekitajat, et tulevikus neid kiiremini hävitada?“ (vastavalt küsimused kaks, viis ja kuus, tabel 1). Sõltumatute gruppide t-testi tulemusest saab järeldada, et eelnevalt välja toodud küsimuste puhul toimus statistiliselt oluline muutus teadmiste ja oskuste testi tulemuste muutuste osas ($p < 0,001$). Kolmanda küsimuse ehk „Milline kaitseliin takistab haigustekitajate pääsemist organismi“ ja neljanda küsimuse „Millise kaitseliini töö tulemusena tekib immuunsus kindla

haigustekitaja vastu?“ puhul suurenes õigesti vastanute protsent vastavalt 3,8 ja 9,0 protsendipunkti võrra. Kolmanda ja neljanda küsimuse puhul õppematerjali rakendamine ei avaldunud mõju õpilaste sooritatud testi tulemustele, p-väärtus oli üle 0,05. Kokkuvõtvalt osutus õppematerjal rakendamine kaitseliinide eristamiseks sobivaks, kuna õppematerjal rakendamine mõjus selle osa testi tulemustele statistiliselt oluliselt – sõltumatute gruppide t-testis jäi p-väärtus alla 0,05.

Tabel 1

Õigesti vastanute protsent eel- ja järeltestis küsimuste lõikes (õpilaste arv oli eeltestis 67, järeltestis 58)

Küsimused	Eeltest (%)	Järeltest (%)	p-väärtus
Immuunsüsteemi ülesande ja kaitseliinidega seotud küsimused			
1. Kas järgmine väide on tõene või väär? Immuunsüsteemi peamiseks ülesandeks on ennistada ja võidelda haigustekitajatega. Palun paranda väär väide õigeaks eitust kasutamata.	9	44,8	< 0,001**
2. Milline kaitseliin tuvastab ja ründab konkreetseid haigustekitajaid organismi sees?	11,9	41,4	< 0,001***
3. Milline kaitseliin takistab haigustekitajate pääsemist organismi?	91,1	94,8	0,41
4. Millise kaitseliini töö tulemusena tekib immuunsus kindla haigustekitaja vastu?	91,1	100,0	Pole leitav.
5. Milline kaitseliin reageerib kõikidele organismi pääsenud haigustekitajatele ühtemoodi?	40,3	70,7	< 0,001***
6. Milline kaitseliin mäletab konkreetset haigustekitajat, et tulevikus neid kiiremini hävitada?	61,2	94,8	< 0,001***
Immuunsüsteemi kaitsebarjääridega seotud küsimused			
7. Millise kaitsebarjääriga on tegemist? Urineerides eemaldatakse põiest ja kuseteedest haigustekitajad.	49,3	58,6	0,298
8. Millise kaitsebarjääriga on tegemist? Higi sisaldab ensüümi lüsoosüüm, mis kahjustab bakterirakku.	70,2	81,0	0,158
9. Millise kaitsebarjääriga on tegemist? Normaalne mikroobioom on konkurendiks haigustekitajatele.	67,2	91,4	< 0,001***
10. Millise kaitsebarjääriga on tegemist? Naha epiteelkude uueneb pidevalt.	65,7	89,7	0,001**
11. Millise kaitsebarjääriga on tegemist? Tupe eritis (sekreet) on happeline.	92,5	96,6	0,322
12. Konjuktiviit on silmapõletik, mis on väga nakkav. Konjuktiviiti võivad põhjustada bakterid	35,8	70,7	< 0,001***

Küsimused	Eeltest (%)	Järeltest (%)	p-väärtus
või viirused. Konjunktiviidi üheks sümptomiks on suurenenud pisarate tekkimine. Millest on tingitud pisaravoolu suurenemine?			
Immuunsüsteemi teise kaitseliiniga seotud küsimused			
13. Millised reaktsioonid/tunnused viitavad teisele kaitseliinile?	14,9	53,5	< 0,001***
14. Millest on tingitud mäda tekkimine?	3,0	56,9	< 0,001***
15. Millele viitab nohu eritise (tati) muutumine kollaseks?	11,9	51,7	< 0,001***
16. Miks tekib palavik?	86,6	89,7	0,597
17. Vistrikute tekkepõhjuseks on ummistunud rasunäärmed. Mõned vistrikud muutuvad punaseks, valusaks ja sisaldavad mäda. Selgita miks eelnevad tunnused näitavad, et vistrikutes on põletik.	4,5	36,2	< 0,001***
18. Telkimisel lõikad noaga sõrme, kuid sul puudub esmaabivahendid. Selle tõttu tekib haavas infektsioon. Kirjelda, kuidas sinu teine kaitseliin reageerib infektsioonile.	20,9	60,4	< 0,001***
Immuunsüsteemi kolmanda kaitseliiniga seotud küsimused			
19. Mis moodustavad kolmanda kaitseliini?	7,5	6,9	0,904
20. Kas järgmine väide on tõene või väär? Kõikidel haigustekitajatel on samasugune struktuur. Palun paranda väär väide õigeks eitust kasutamata.	89,6	87,9	0,778
21. Mis on antikeha?	79,1	81,0	0,789
22. Kuidas tekib kindla haigustekitaja suhtes immuunsus?	62,7	77,6	0,069
Immuunsüsteemi häiretega seotud küsimused			
23. I tüüpi diabeedi korral ründavad lümfotsüüdid pankreaserakke, mis toodavad veresuhkru taset reguleerivat hormooni. Milline immuunsüsteemi häire tekib?	7,5	59,7	< 0,001***
24. Juhanil on diagnoositud kase õietolmu allergia. Juhanil tekivad ka allergiasümptomid näiteks toorest õuna, paprikat ja porgandit süües, kuid kui ta sööb neid samu toiduained termiliselt töödelduna, siis sümptomeid ei teki. Millega on tegemist?	1,5	58,6	< 0,001***
25. Kui inimesele on tehtud neerusiirdamine, siis peab ta tarvitama immuunsüsteemi tegutsemist alla suruvaid ravimeid. Millist immuunreaktsiooni hoitakse ära ja miks see tekib?	4,5	84,2	< 0,001***
26. Miks surevad AIDSi põdevad inimesed haigustesse, mis terveid inimesi ei ohusta?	97,0	98,3	0,643

Märkus. Olulisuseväärtuse tasemed: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$

Kaitsebarjääride eristamiseks küsiti teadmiste ja oskuste testis kuus küsimust (küsimused 7–12, tabel 1). Statistiliselt olulist muutust (sõltumatute gruppide t-testis leitud p -väärtused olid üle 0,05) ei toimunud õpilaste sooritatud testi tulemustes järgnevate küsimuste puhul: „Millise kaitsebarjääriga on tegemist – urineerides eemaldatakse põiest ja kuseteedest haigustekitajad?; Millise kaitsebarjääriga on tegemist – higi sisaldab ensüümi lüsoosüüm, mis kahjustab bakterirakku?; Millise kaitsebarjääriga on tegemist – tupe eritis (sekreet) on happeline?“ (vastavalt küsimused seitse, kaheksa ja 11, tabel 1). Statistiliselt oluline muutus (sõltumatute gruppide t-testis leitud $p \leq 0,001$) toimus õpilaste sooritatud testi tulemustes järgnevate küsimuste puhul: „Millise kaitsebarjääriga on tegemist – normaalne mikroobioom on konkurendiks haigustekitajatele?; Millise kaitsebarjääriga on tegemist – naha epiteelkude uueneb pidevalt?; Millest on tingitud pisaravoolu suurenemine konjunktiviidi põdemisel?“ (vastavalt küsimused üheksa, kümme ja 12, tabel 1). Üheksanda küsimuse puhul õigesti vastanute protsent suurenes 67,2 protsendilt 91,2 protsendile. Kümnenda küsimuse puhul suurenes õigesti vastanute hulk 24 protsendipunkti võrra ning 12. küsimuse puhul 34,9 protsendipunkti võrra. Kaitsebarjääride eristamiseks osutus õppematerjal sobivaks, kuna teadmiste ja oskuste testi tulemustes toimus oluline muutus õppematerjali rakendamise – sõltumatute gruppide t-testis saadi p -väärtuseks alla 0,05 ($p < 0,001$).

Immuunsüsteemi teist kaitseliini käsitles teadmiste ja oskuste testis kuus küsimust (küsimused 13–18, tabel 1). Immuunsüsteemi teise kaitseliiniga seotud küsimuste korral leiti statistiliselt oluline muutus ($p < 0,001$) eel- ja järeltesti tulemustes järgnevatele küsimuste puhul: „Millised reaktsioonid/tunnused viitavad teisele kaitseliinile?; Millest on tingitud mäda tekkimine?; Millele viitab nohu eritise (tati) muutumine kollaseks?; Miks tunnused nagu punetus, valu ja mäda näitavad, et vistrikutes on põletik.; Kuidas sinu teine kaitseliin reageerib infektsioonile?“ (vastavalt küsimused 13, 14, 15, 17 ja 18, tabel 1). Vastavalt suurenes õigesti vastanute hulk 38,5, 53,9, 39,8, 31,7 ning 39,5 protsendipunkti võrra. Statistiliselt olulist muutust ei esinenud ($p = 0,597$) testi tulemustes 16. küsimuse ehk „Miks tekib palavik?“ korral ning õigesti vastanute protsent suurenes 3,1 protsendipunkti võrra.

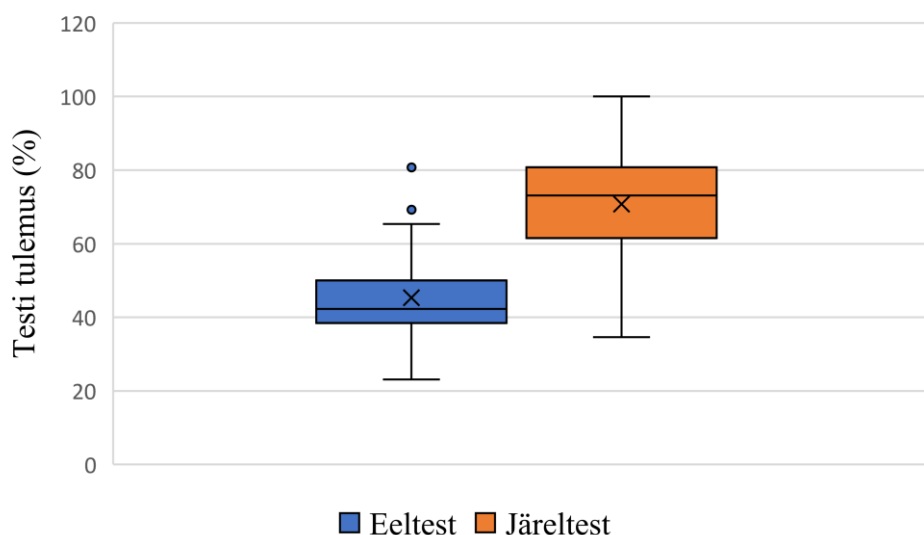
Kolmandat kaitseliini puudutasid neli küsimust (küsimused 19–22, tabel 1). Selle alateema juures ei leitud statistiliselt olulist muutust eel- ja järeltesti tulemustes, sõltumatute gruppide t-testi saadud p -väärtused olid kõigi küsimuste puhul üle 0,05. Vähesel määral suurenes õigesti vastanute hulk küsimusele 21 ehk „Mis on antikeha?“ ja küsimusele 22 ehk „Kuidas tekib kindla haigustekitaja suhtes immuunsus?“ (vastavalt 1,9 ja 14,9 protsendipunkti võrra).

Õppematerjali rakendamise järgselt ei ole õpilased siiski võimelised välja tooma, mis moodustavad kolmanda kaitseliini.

Immuunsüsteemi häireid käsitlesid tabelis 1 küsimused 23–26. Sõltumatute gruppide t-testiga leiti statistiliselt oluline muutus ($p < 0,001$) järgnevate küsimuste korral: „Milline immuunsüsteemi häire tekib, kui lümfotsüüdid ründavad I tüüpi diabeedi korral pankreaserakke?; Millega on tegemist, kui Juhanil on diagnoositud kase allergia, kuid tal ilmnevad allergiasümptomid toore õuna söömisel, termiliselt töödeldud õuna puhul aga mitte?; Millist immuunreaktsiooni hoitakse ära neerusiirdamise järgselt immuunsust alla suruvate ravimitega ja miks see tekib?“ (vastavalt küsimused 23, 24 ja 25, tabel 1). Õppematerjali rakendamine mõjus nende küsimuste testi tulemustele positiivselt – õigesti vastanute hulk suurenes vastavalt 51,2, 57,1 ja 78,3 protsendipunkti võrra. Küll aga ei avaldanud õppematerjali rakendamine mõju (p -väärtus oli üle 0,05) küsimusele 26 ehk „Miks surevad AIDSi põdevad inimesed haigustesse, mis terveid inimesi ei ohusta?“ – õigesti vastanute hulk tõusis 97 protsendilt 98,3 protsendile.

Joonis 1

Õpilaste testi tulemused enne ja pärast õppematerjali rakendamist



Märkused. Eeltestile vastanute arv oli 68 ja järeltestile vastanute arv 58. Mediaani tähistab joonisel horisontaalne joon; aritmeetilist keskmist tähistab „x“; 50% keskmiste tulemuste jaotust tähistab kast; miinimum- ja maksimumtulemusi tähistavad vertikaaljoonte tipud; erandeid tähistavad täpid.

Eel- ja järeltesti tulemused on välja toodud joonisel 1 kastidiagrammina. Eeltesti puhul oli vastanud õpilaste arv 67, testi keskmine tulemus 45,3%, mediaan 42,3% ning standardhälve

9,6%. Minimaalselt vastati eeltestis õigesti kuuele küsimusele, mis teeb 23,1% kogu küsimuste arvust. Maksimaalselt vastati see-eest õigesti 80,8% ehk 21-le küsimusele. Järeltesti puhul oli vastanud õpilaste arv 58 ning testi keskmine tulemus 70,8%, mediaan 73,1% ja standardhälve 13,3%. Järeltesti puhul oli madalaimaks testi tulemuseks 34,6% ja kõrgeimaks testi tulemuseks 100%. Seega teadmiste ja oskuste testi tulemus suurenes õppematerjali rakendamise tulemusena keskmiselt 25,5 protsendipunkti võrra. Miinimumtulemus suurenes 11,5 protsendipunkti võrra ning maksimaalne tulemus 19,2 protsendipunkti võrra. Õppematerjali mõju välja selgitamiseks võrreldi eeltesti ja järeltesti tulemusi kasutades sõltumatute gruppide t-testi. T-testist saab järeldada, et õppematerjali rakendamine avaldas mõju testi tulemustele, kuna testi tulemuste muutus oli statistiliselt oluline ($p < 0,001$), seega mõjus õppematerjal õpilaste teadmiste ja oskuste kujundamisele positiivselt.

3.2 Sihtrühma hinnang õppematerjalile

Õppematerjalile sihtrühma poolt saadud hinnangute tulemused on esitatud neljas osas: õppimine, kvaliteet, kaasahaaravus, üldine hinnang. Õppimise, kvaliteedi ja kaasahaaravuse kohta oli kolm väidet (kokku üheksa väidet), millele andsid õpilased omapoolse hinnangu 5-pallilisel Likerti skaalal. Õpilaste keskmine hinnang õppematerjali vastavusele välja töötatud kriteeriumitele on leitav tabelis 2. Lisaks on neljandas osas välja toodud õpilaste arvamus, mis neile õppematerjali juures meeldis, ei meeldinud või ettepanekud õppematerjali parendamiseks.

Õppimise osas hindasid õpilased kuivõrd: aitab õppematerjal omandada uusi ja vajalikke teadmisi; aitavad õppematerjalis kasutatud joonised ja videod uusi ja vajalikke teadmisi omandada; aitab üleüldiselt õppida (väited 1–3, tabel 2). Õpilaste keskmine hinnang väidetele „Õppematerjal aitab omandada uusi ja vajalikke teadmisi.“ ja „Õppematerjalis kasutatud joonised ja videod aitavad omandada uusi ja vajalikke teadmisi.“ oli 4,43 ning vastajate hinnangute hajuvus oli mõõdukas (vastavalt $SD = 0,67$ ja $SD = 0,73$). Seega õpilased nõustusid osaliselt, et õppematerjal oli kasulik uute ja vajalike teadmiste omandamisel ning kasutatud videod ja joonised abistasid uusi ja vajalikke teadmisi omandada. Samuti nõustusid õpilased osaliselt ($M = 4,28$) väitega „Üleüldiselt aitab õppematerjal õppida.“ ning vastajate hinnangu hajuvus oli mõõdukas ($SD = 0,72$). Kokkuvõtvalt saab välja tuua, et õpilaste koondhinnang õppimisele kasutades koostatud õppematerjali oli positiivse suundumusega, keskmine hinnang üle nelja.

Kvaliteedi puhul hindasid õpilased õppematerjali jälgitavust, loogilist ülesehitust ning kasutatud mõisted olid arusaadavad ja üheselt mõistetavad (väited 4–6, tabel 2). Anti omapoolne hinnang õppematerjali arusaadavusele ja organiseeritusele. Õpilaste keskmine hinnang õppematerjalis kasutatud mõistete arusaadavusele ja üheselt mõistetavusele oli 4,37 (hinnangute hajuvus mõõdukas, $SD = 0,66$), sellest saab järeldada, et õppematerjalis kasutatud mõisted olid osaliselt arusaadavad ja üheselt mõistetavad. Õpilased nõustusid ka osaliselt, et õppematerjal on lihtsasti jälgitav ja loogiliselt ülesehitatud, vastavalt olid õpilaste hinnangud 4,14 ja 4,35 ning hinnangute hajuvused vastavalt suur ($SD = 0,83$) ja mõõdukas ($SD = 0,69$). Kokkuvõtvalt saab välja tuua, et õpilaste poolne hinnang koostatud õppematerjali kvaliteedile oli hea, keskmine hinnang üle nelja.

Tabel 2

Õpilaste keskmine hinnang õppematerjali kohta käivatele väidetele

Hinnatavad tunnused	Keskmine väärtus (M)	Standardhälve (SD)
Väited õppimise kohta		
1. Õppematerjal aitas omandada uusi ja vajalikke teadmisi.	4,43	0,67
2. Õppematerjalis kasutatud joonised ja videod aitasid omandada uusi ja vajalikke teadmisi.	4,43	0,73
3. Üleüldiselt aitas õppematerjal õppida.	4,23	0,72
Väited õppematerjali kvaliteedi kohta		
4. Õppematerjali oli lihtne jälgida.	4,14	0,83
5. Õppematerjal oli loogiliselt üles ehitatud.	4,35	0,69
6. Õppematerjalis kasutatud mõisted olid arusaadavad ja üheselt mõistetavad.	4,37	0,66
Väited õppematerjali kaasahaaravuse kohta		
7. Õppematerjal oli motiveeriv/huviäratav.	3,49	0,88
8. Õppematerjal sisaldas elulisi näiteid.	4,43	0,73
9. Kasutaksin koostatud õppematerjali uuesti.	4,12	0,77

Märkused. Õppematerjalile andis hinnangu 51 õpilast. Väiteid hinnati 5-pallilisel Likerti skaalal (1 – ei nõustu üldse; 2 – ei nõustu osaliselt; 3 – neutraalne; 4 – nõustun osaliselt; 5 – nõustun täielikult).

Õppematerjali kaasahaaravuse osas hindasid õpilased õppematerjali huviäratavust, eluliste näidete sisaldust ning kas koostatud õppematerjali järgi õpiksid nad uuesti (väited 7–9, tabel 2). Kaasahaaravuse puhul oli kõige kõrgem hinnang ($M = 4,43$) väitele „Õppematerjal sisaldas elulisi näiteid.“ ning hinnangute hajuvus oli mõõdukas ($SD = 0,73$). Seega olid õpilased osaliselt nõus, et õppematerjal sisaldas elulisi näiteid. Ka väitega „Kasutaksin koostatud õppematerjali uuesti.“ nõustusid õpilased osaliselt ($M = 4,1$) ning õpilaste hinnangud olid

mõõdukalt hajuvad ($SD = 0,77$). Küll aga leiti, et õpilased jäid neutraalsele seisukohale ($M = 3,49$) õppematerjali motiveeritavuse/huvi-äratavuse puhul, selle väite hinnangute hajuvus oli suur ($SD = 0,88$). Õppematerjali kaasahaaravuse keskmiseks koondhinnanguks saadi siiski neli, millest võib järeldada, et õppematerjal oli osaliselt kaasahaarav.

Lisaks oli õpilastel võimalik välja tuua, mis neile meeldis, ei meeldinud või saaks parendada õppematerjali puhul. Vastanutest 12 õpilast ei osanud tuua välja ettepanekuid õppematerjali parendamiseks, nendest viis vastas, et neile meeldis õppematerjali juures kõik. Nii meeldivuse, mitte meeldivuse kui parendamise ettepanekutena toodi välja õppematerjali ülesehituse, sisu ja välimusega seonduv. Näiteks meeldis 13 õpilasele õppematerjali ülesehitus – õppematerjal oli nende jaoks loogilise ülesehitusega, tekitas tervikliku arusaama ja oli lihtsasti jälgitav. Seitsme õpilase poolt toodi välja sisu konkreetsus ja 13 õpilase poolt sisu lihtsasti mõistetavus. Seitsme õpilase arvates oli sisu piisavalt informatiivne ja õppematerjal sisaldas kõike vajalikku. Lisaks tõid üheksa õpilast meeldivuse all välja eluliste, igapäevaste näidete olemasolu, teema aktuaalsuse. Kaks õpilast mainis konkreetselt, et neile meeldis kassiallergia määramise ülesanne. Kümnele õpilasele meeldis ka õppematerjali üldine välimus – on esteetiline, korrektne, puhta stiiliga ja leidis ainult üksikuid õigekirjavigu. Samuti toodi kümne õpilase poolt välja, et neile meeldis õppematerjali visuaalne pool – illustratiivsed pildid, joonised, graafikud ja videod. Parenduse ettepanekuks ülesehituse puhul tõid kaks õpilast välja, et tuleks muuta teist kaitseliini puudutavate slaidide järjestus – tuua esmalt välja õgirakud ja õgiraku tööpõhimõte ning seejärel tapjarakud ja nende tööpõhimõte. Vastanud õpilastest 13 tõi välja, et võiks kasutada rohkem animatsioone, kuna mõningaid slide oli raskem jälgida teksti rohkuse või pikkade lausete tõttu. Sisu poolelt tõi õpilased välja, et võiks veel rohkem sisaldada elulisi näiteid, silmaringi laiendavat lisainformatsiooni ning „miks?“ küsimusi. Seitse õpilast tõi välja, et võiks veel täiendada õppematerjali visuaalset poolt lisades asjakohaseid pilte slaididele, kus puuduvad pildid. Üks õpilane tõi välja konkreetse joonisega seotud teksti muutmise ettepaneku, kuna tema arvates oli joonise juures olevat teksti raske lugeda.

3.3 Ekspertide hinnang õppematerjalile

Õppematerjalile eksperthinnangu saamise tulemused on esitatud kahes osas: sisu ja teostus. Sisu puhul hindasid eksperdid seitset väidet, mis käsitlesid õppematerjali ülesehitust, sisu õigsust, eesmärkidele vastavust, videote sobilikkust, motiveeritavust, eakohasust ja eluliste näidete olemasolu. Teostuse puhul hinnati nelja väidet, mis hõlmasid keelekasutuse korrektsust, õppematerjali kujundust puudutavat (kirja fonti, suurust) ning hinnati kas õppematerjali on võimalik korduvalt kasutada ja kas õppematerjali on võimalik lihtsasti muuta.

Mõlema osa puhul on välja toodud poolstruktureeritud intervjuu käigus saadud ekspertide põhjendused oma hinnangule ja ettepanekud õppematerjali parendamiseks.

Tabel 3

Ekspertide keskmine hinnang õppematerjali sisu kohta käivatele väidetele

Väited	Keskmine väärtus (M)	Standardhälve (SD)
1. Õppematerjali ülesehitus on selge ning loogiline.	4,33	0,58
2. Õppematerjali sisu on korrektne.	5,00	0,00
3. Õppematerjali sisu vastab eesmärkidele.	4,33	0,58
4. Õppematerjalis kasutatud videod on sobilikud.	5,00	0,00
5. Õppematerjal on motiveeriv/huviäratav.	5,00	0,00
6. Õppematerjal sisaldab elulisi näiteid.	5,00	0,00
7. Õppematerjal on eakohane.	4,67	0,58

Märkused. Õppematerjalile andis hinnangu kolm bioloogiaõpetajat. Väiteid hinnati 5-pallilisel Likerti skaalal (1 – ei nõustu üldse; 2 – ei nõustu osaliselt; 3 – neutraalne; 4 – nõustun osaliselt; 5 – nõustun täielikult).

Ekspertide hinnang õppematerjali sisule väidete põhjal on toodud välja tabelis 3. Ekspertid nõustusid osaliselt ($M = 4,33$), et õppematerjali ülesehitus on selge ning loogiline ning ekspertide hinnangute hajuvus oli mõõdukas ($SD = 0,58$). Ülesehituse juures tõi ekspert 1 välja, et talle väga meeldis ülesehitus, kuna tekkis tunne nagu räägitakse muinasjuttu – esmalt on välja toodud tegelased koos kirjeldustega ning seejärel nende tegevuste kirjeldused. Ülesehituse poolelt tõi ekspertid välja, et võiks muuta teise kaitseliini puhul kahe slaidi järjestust, et tekiks plokkide süsteem – iga plokk lõppeb kokkuvõtva videoga. Ekspert 2 soovitas tõsta ka diagnostika ja POCT slaidid kokkuvõtva slaidi ette. Samuti täheldas ta animatsioonide kasutamises vigu. Ekspert 3 tõi ettepanekuna välja, et kokkuvõttev slaid võiks olla tabeli kujul – parandaks jälgitavust. Samuti soovitas tuua jälgitavuse parandamiseks diabeedi teema juures küsimuse vastused välja ka slaididele. Kõik eksperdid nõustusid ($M = 5,00$; $SD = 0,00$), et õppematerjali sisu on korrektne, seega õppematerjalis ei esine ainealaseid vigu. Väitega „Õppematerjali sisu vastab eesmärkidele.“ nõustusid eksperdid osaliselt ($M = 4,33$) ning hinnangute hajuvus oli mõõdukas ($SD = 0,58$). Ekspert 2 põhjendas oma hinnangut sellega, et ta sooviks kohandada sõnastatud eesmarke – immuunsüsteemi häirete puhul täpsemalt välja tuua, mis immuunsüsteemi häireid ja nende iseloomustusi peab oskama ning mille alusel tuleb immuunsüsteemi kaitseliine võrrelda. Ekspert 3 tõi välja, et eesmärgid „Võrrelda immuunsüsteemi kaitseliine.“ ning „Võrrelda omandatud ja loomuliku immuunsust.“ on osaliselt kattuvad eesmärgid. Ekspert 1 arvates oli väga hästi, et esimest

kaitseliini on kirjeldatud täpsemalt ehk jaotatud füüsiliseks, keemiliseks ja bioloogiliseks kaitsebarjääriks. Eesmärkide veel paremaks täitmiseks soovitas ta lisada juurde informatsiooni immuunsüsteemi häirete kohta – HI-viiruse puhul lisada informatsiooni profülaktika ja ravi kohta. Ekspertide hinnangu põhjal saab väita, et õppematerjalis kasutatud videod on sobilikud, kõik eksperdid nõustusid ($M = 5,00$; $SD = 0,00$) väitega „Õppematerjalis kasutatud videod on sobilikud.“. Ekspert 2 arvates on hea see, et on nii eesti- kui ka ingliskeelseid videoid, kuna võimaldab arendada ka bioloogiaga seotud ingliskeelset sõnavara. Samuti on võimalik kasutada videote puhul subtiitreid, ühe ingliskeelse video puhul ka eestikeelse tõlkega subtiitreid. Ekspert 1 meeldisid ka videod ning intervjuu käigus soovitas kõik videod lisada kohe slaidile, et tunnis ei oleks vajadust kasutada linke ja veebirakendust. Videotest meeldis eksperdile 3 kõige enam video „*How the immune system actually works-IMMUNE*“ ning lisas, et kui peaks tekkima ajapuudus, siis on võimalik kasutada ka väljatoodud videotest ainult ühte – mingil määral sisu kordub, aga on erineva nurga alt. Ekspersedid olid ka üksmeelel ($M = 5,00$; $SD = 0,00$) nii väitega „Õppematerjal on motiveeriv/huviäratav.“ kui ka „Õppematerjal sisaldab elulisi näiteid“. Ekspersedid tõid välja, et visuaalse poole pealt jäi kohe meelde leukotsüütide juures olevad reaalsed mikroskoobipildid. Huvi äratas kolmanda kaitseliini tööpõhimõtte kirjeldus koomiksina. Eluliste teemadena tõid eksperdid välja ristallergia ja laboratoorse diagnostikaga seonduva. Lisaks nii ekspert 1 kui ka 3 rõhutasid, et õppematerjalis on elulisi teemasid, mille puhul saab tekitada klassis arutelusid. Ühe teemana toodi välja vaktsineerimine ja teisena HI-viiruse statistika. Õppematerjali eakohasusega nõustuti osaliselt ($M = 4,67$), ekspertide hinnangute hajuvus oli mõõdukas ($SD = 0,58$). Ekspert 3 leidis, et diagnostika (vereanalüüside ja kiirtestide) teema nõuab õpetajapoolseid lisaselgitusi ja ei pruugi olla kõigile lihtsasti mõistetav. Ekspertide keskmine koondhinnang õppematerjali sisule oli 4,77 ja hinnangute hajuvus oli väike ($SD = 0,12$).

Tabel 4

Ekspertide keskmine hinnang õppematerjali teostuse kohta väidete põhjal

Väited	Keskmine väärtus (M)	Standardhälve (SD)
8. Keelekasutus on korrektne.	4,00	1,00
9. Õppematerjali kirja suurus ja font on sobilik.	4,67	0,58
10. Õppematerjali on võimalik korduvalt kasutada.	5,00	0,00
11. Õppematerjali on võimalik lihtsasti muuta.	5,00	0,00

Märkused. Õppematerjalile andis hinnangu kolm bioloogiaõpetajat. Väiteid hinnati 5-pallilisel Likerti skaalal (1 – ei nõustu üldse; 2 – ei nõustu osaliselt; 3 – neutraalne; 4 – nõustun osaliselt; 5 – nõustun täielikult).

Tabelis 4 on kajastatud ekspertide hinnang õppematerjali teostusele. Ekspertid nõustusid osaliselt ($M = 4,00$) väitega „Keelekasutus on korrektne.“, hinnangute hajuvus oli suur ($SD = 1,00$). Keelekasutuse puhul tõid eksperdid välja üksikud kirjavead ja lausete sõnastusega seotud ettepanekud. Ekspertid tõid välja, et keelekasutuse puhul hindasid nad ka mõistete kasutamist. Sellega seoses tõid nad välja sõnu nagu „aktivatsioon“, „eliminatsioon“ ja „homöostaas“, mida võiks asendada õpilastele lihtsamini hoomavate sõnadega. Soovitati välja tuua slaididele ka sünonüüme, näiteks tapjaraku puhul „T-lümfotsüüt“ ning dentriitraku ja makrofaagi puhul „spetsialiseerunud monotsüüt“. Ekspert 1 tõi ka välja, et B- ja T-lümfotsüütide puhul võiks tuua tähtede taha sulgudes välja, mida need tähed sümboliseerivad. Lisaks soovitas ta tuua uuesti välja antigeeni ja antikeha mõiste enne kolmanda kaitseliini immuunvastuse tekkimise selgitust. Selleks, et õpilastel oleks õppematerjalis ka põhikoolist teada olevaid mõisteid, soovitati leukotsüütide puhul sulgudes välja tuua põhikoolist tuttav mõiste „valged vererakud“. Ekspertid nõustusid osaliselt ($M = 4,67$), et õppematerjali kirja font ja suurust on sobilik, ekspertide vastuste hajuvus oli mõõdukas ($SD = 0,58$). Nimelt täheldas ekspert 2, et kahel slaidil on kirjastiilina kasutatud teist fonti ning mõnel slaidil on taustaks teistsugune teema, aga seda ei pidanud ta häirivaks. Küll aga nõustusid eksperdid täielikult ($M = 5,00$; $SD = 0,00$), et õppematerjali on võimalik korduvalt kasutada ja lihtne muuta vastavalt oma soovidele. Ekspertide keskmine hinnang õppematerjali teostusele oli 4,70 ning hinnangute hajuvus oli mõõdukas ($SD = 0,36$).

4. Arutelu ja järeldused

Magistritöö peamiseks eesmärgiks oli luua õppematerjal teemal „Immuunsüsteem ja selle häired“, mis arendaks 11. klassi õpilaste teadmisi ja oskusi teemadel „Inimkeha kaitseliinid“ ja „Immuunsüsteemi häired“. Lisaks uurida koostatud õppematerjali mõju teema ainealaste teadmiste ja oskuste omandamisele ning saada tagasisidet õppematerjali vastavusele väljatöötatud kriteeriumidele. Selles peatükis antakse vastused järgnevale neljale eesmärgi saavutamiseks püstitatud uurimisküsimusele:

1. Millised on õpilaste eelteadmised ja kognitiivsed oskused teemal „Immuunsüsteem ja selle häired“?
2. Missugune on õppematerjali mõju õpilaste teadmiste ja kognitiivsete oskuste kujunemisele?
3. Missugune on õpilaste tagasiside õppematerjali kasutamisele?
4. Missugune on eksperthinnang õppematerjalile?

Esimesele uurimisküsimusele, „Millised on õpilaste eelteadmised ja kognitiivsed oskused teemal „Immuunsüsteem ja selle häired“?“ vastamiseks hinnati eeltestis iga küsimuse puhul õigesti vastanute protsenti. Kui lähtuvalt põhikooli riiklikust õppekavast (2011) oleks võinud eeldada, et õpilased teavad immuunsüsteemi rolli organismis, siis siinses töös ei tulnud see välja. On võimalik, et õpilased ei pööranud eeltesti tehes tähelepanu väites olnud sõnale „ennistada“, mis ei ole samatähenduslik sõnaga „ennetada“. Kaitseliinide osas teadsid õpilased eelnevalt, milline kaitseliin takistab haigustekitajate pääsemist organismi ning millise kaitseliini töö tulemusena tekib immuunsus haigustekitaja vastu. Seda, et õpilased oskavad vastata küsimusele „Milline kaitseliin takistab haigustekitajate pääsemist organismi?“ saab seostada sellega, et esimese kaitseliini alla kuuluvat nahka õpitakse põhikoolis. Põhikooli õpitulemuseks on, et õpilane analüüsib naha ehituse ja talitluse kooskõla kaitsefunktsiooni täites (PRÕK, 2011). Samuti on ka põhikooli õpitulemuseks, et õpilane selgitab immuunsüsteemi osa bakteri- ja viirushaiguste tõkestamisel ning teab mõistet „immuunsus“ (PRÕK, 2011). Seetõttu ollakse teadlikud, et haigustekitajate vastu tekib immuunsus kõige hiljem ehk tegemist on kolmanda kaitseliini töö tulemusega. Eelteadmised olid ka õpilastel olemas kaitsebarjääride osas. Nimelt oskasid õpilased eristada keemilist barjääri bioloogilisest ja füüsilisest barjäärist – tõenäoliselt aitab seda saavutada keemia õppeaine. Oletusele pakub tuge asjaolu, et lauses „Higi sisaldab ensüümi lüsoosüüm, mis kahjustab bakterirakku.“ on sees sõna „ensüüm“ ja lauses „Tupe eritis (sekreet) on happeline.“ on sees sõna „happeline“, mis on seotud keemiaga. Õpilased oskasid selgitada eelnevalt palaviku tekkimise põhjust, antikeha

mõistet ja et haigustekitajad on üksteisest erineva struktuuriga. Eelnev on seotud põhikooli õpitulemustega – õpilane selgitab immuunsüsteemi osa bakteri- ja viirushaiguste tõkestamisel ning teab mõistet „antikeha“: kolmanda kooliastme lõpuks õpilane oskab selgitada, miks kehatemperatuur tõuseb bakteriaalsete infektsioonide puhul ja et kõikidel haigustekitajatel on ainult talle omane struktuur, mille põhjal immuunsüsteem saab konkreetset haigustekitajat antikehade abil ära tunda. Immuunsüsteemi häirete puhul õpilased oskasid varasemast põhjendada, miks AIDS-i põdevad inimesed surevad haigustesse, mis terveid inimesi ei ohusta – põhikooli riiklikus õppekavas (2011) on toodud välja, et õpilane teab AIDS-i ja HI-viirust.

Teisele uurimisküsimusele „Missugune on õppematerjali mõju õpilaste teadmiste ja kognitiivsete oskuste kujunemisele?“ vastamiseks hinnati eel- ja järeltesti tulemuste statistiliselt olulist muutust. Leiti, et õppematerjali rakendamine avaldas terviklikult mõju testi tulemustele – aitas kujundada õpilaste teadmisi ja oskusi. Seda toetab ka õpilaste hinnang õppematerjaliga õppimisele – õpilased nõustusid osaliselt, et õppematerjal ja selles olevad joonised, videod aitasid neil saada uusi ja vajalikke teadmisi ning üleüldiselt õppida. Kui aga hinnata õppematerjali mõju erinevatele osadele õppematerjalis, siis õppematerjali rakendamine ei avaldanud mõju kolmanda kaitseliini õppimisele. See võis tuleneda sellest, et kolmanda kaitseliini rakkude osas oli materjalides jäänud täpsustamata, et dendriittrakud ja makrofaagid on diferentseerunud (kindlale ülesandele spetsialiseerunud) monotsüüdid – teadmiste ja oskuste testis oli vastusevariantides kasutatud mõistet „monotsüüdid“. Selle vajakajäämise tõid välja ka eksperdid. Eksperthinnangus juhiti tähelepanu ka võõrsõnade kasutamisele kolmanda kaitseliini osas: „aktivatsioon“, „eliminatsioon“, „homöostaas“. Kuna kasutatud sõnad olid keerulised ja/või raskesti hoomatavad, võis õpilastel olla raskusi selgitamisega, kuidas tekib immuunsus konkreetse haigustekitaja suhtes. Ka Cimer (2012) tõi välja, et bioloogia tõhusaks õppimiseks tuleks vähendada võõrsõnade kasutamist: sage võõrsõnade kasutamine tekitab õpilastes tunde nagu nad õpiksid võõrkeelt. Teisalt olid õpilastel olemas eelteadmised antikeha ja haigustekitajate struktuuri kohta. Õppematerjali mõju õpilaste teadmiste ja oskustele aitasid tagada kirjanduse ülevaates välja toodud kriteeriumid õppematerjali koostamiseks. Õppematerjalis kasutati visuaalset materjali Cimer'i (2012), Kay' ja Knaack'i (2007b) ning Villemsi jt (2012) soovitude põhjal muutmaks sisu köitvamaks, mõistetavamaks ja meeldejäavamaks. Lisaks sisaldab õppematerjal nii eesti- kui ka ingliskeelseid videoid, mis stimuleerivad nii nägemis- kui ka kuulmismeeli ning Sayan ja Mertoğlu (2020) on toonud välja, et selline lähenemine võimaldab saavutada pikemaajalisemad ja püsivamad teadmised. Õppematerjali mõju teadmiste ja oskustele aitas saavutada igapäevaeluliste teemade

käsitlemine – kaitsebarjääride töö, haigustekitajaga võitlemine, immuunsüsteemi häired (näiteks allergia, ristallergia). Cimer (2012) on välja toonud, et igapäevaeluliste teemade käsitlemine võimaldab saavutada kõrgemaid õpitulemusi.

Kolmandale uurimisküsimusele „Missugune on õpilaste tagasiside õppematerjali kasutamise kohta?“ vastamiseks analüüsiti õpilaste tagasiside küsimustiku tulemusi. Õpilased hindasid nii õppematerjali kvaliteedi kui ka kasulikkuse heaks – õpilased nõustusid osaliselt kvaliteedi ja kasulikkuse kohta käivate väidetega. Õppematerjali kaasahaaravuse osas osutus hinnang aga neutraalseks, õpilaste tagasiside põhjal soovitati veel rohkem illustratiivset materjali. Tulemuste põhjal kolmes kategoorias saab kokkuvõtvalt öelda, et õpilased hindavad õppematerjali siiski heaks. Hea hinnangu põhjuseks võib pidada asjakohaste jooniste ja videote kasutamist, nii ka Cimer'i (2012) ning Kay' ja Knaack'i (2007a) uuringutes väärtustasid õpilased õppematerjalides visuaalse materjali kasutamist. Lisaks aitas sellist hinnangut saavutada õppematerjali loogiline ülesehitus, lihtne jälgitavus, mõistete arusaadavus ning uute teadmiste ja oskuste kujundamine. Samuti õpetatava sidumine igapäevaeluga nagu eelnevalt on leidnud Cimer (2012). Õpilaste tagasiside põhjal viidi õppematerjalis sisse muudatusi – lisati illustreerivaid pilte, slaididele lisati animatsioone jälgitavuse parandamiseks (et korruga ei oleks ühel slaidil liiga palju teksti), parandati joonist ning muudeti teise kaitseliini puhul slaidide järjekorda. Õppematerjal on õpilaste hinnangu põhjal osaliselt vastavuses järgmiste Şahini ja Yıldırımı (viidanud Sayan & Mertoğlu, 2020) ning Villemsi jt (2012) poolt välja toodud kriteeriumitega: hästi mõistetav, arusaadav; sisaldab olulist informatsiooni; on illustreeritud; kajastab õpilastele relevantset sisu; sisaldab päriselulisi teemasid.

Neljandale uurimisküsimusele „Missugune on eksperthinnang õppematerjalile?“ vastamiseks hinnati eksperthinnangu saamiseks koostatud tagasiside küsimustiku tulemusi. Ekspertide koondhinnang õppematerjalile oli väga hea. Ekspertide hinnangu põhjal vastab õppematerjal järgnevatele Şahini ja Yıldırımı (viidanud Sayan & Mertoğlu, 2020) ning Villemsi jt (2012) poolt välja toodud põhikriteeriumitele: on hästi mõistetav, arusaadav; vastab oodatavatele õpitulemustele; sisaldab ainult olulist informatsiooni; on illustreeritud; kajastab õpilastele relevantset sisu; sisaldab päriselulisi teemasid; on võimalik kasutada korduvalt; on lihtsasti täiendatav, ajakohastatav. Tagasiside põhjal viidi sisse muudatused: muudeti slaidide järjekorda vastavalt soovitudele; parandati õigekirjavigu ja sõnastust; parandati slaidiesitluse animatsioonides esinenud vigu; videod lisati otse slaididele; täiendati mõisteid; lisati illustratsioone; lisati informatsiooni HI-viiruse profülaktika ja ravi kohta.

Uuringu kitsaskohana saab välja tuua õpilaste mitte kodeerimise teadmiste ja oskuste testi puhul. See võis mõjutada sisemist valiidsust, kuna kodeerimisel oleks saanud siduda tulemused indiviidiga ning see oleks võimaldanud kasutada sõltuvate gruppide t-testi, mis on muutuste tuvastamisel tundlikum kui sõltumatute gruppide t-test. Kuna ka teadmiste ja oskuste eel- ja järeltesti sooritanute arv oli erinev (eeltesti tegi 67, järeltesti 58 õpilast), siis võivad testi tulemusi mõjutada ka erinevate rühmade omadused. Samuti oleks õpilaste kodeerimine võimaldanud arvutada korrelatsiooni eel- ja järeltesti tulemuste põhjal, mis läbi saanuks hinnata, kas head tulemused on tingitud kõrgetest eelteadmistest või õppematerjali rakendamisest ehk kui korrelatsioon olnuks kõrge, siis olnuks tegemist kõrgete eelteadmistega, madala korrelatsiooni puhul aga olnuks paremad tulemused tingitud õppematerjalist. Edaspidistes uuringutes tuleks kasutada uuritavate kodeerimist, et oleks võimalik indiviidide tulemusi jälgida ja seeläbi tõsta uuringu valiidsust ja usaldusväärsust. Samuti võiks ka uurida õppematerjali mõju pikemaajaliste immuunsüsteemi-alaste teadmiste ja oskuste kujunemisele jättes eel- ja järeltesti vahele pikem periood. Ka ekspertide valimis esines piirang – tagasiside saamiseks sai kaasatud vähe eksperte, mis osaliselt tulenes ajapuudusest.

Kokkuvõte

Magistritöö raames loodi ADDIE mudeli põhjal õppematerjal teemal „Immuunsüsteem ja selle häired“. Õppematerjali koostamisel arvestati kirjanduse ülevaates välja toodud õppematerjali kriteeriume: vastab riiklikule õppekavale; on hästi mõistetav, arusaadav; vastab oodatavatele õpitulemustele; sisaldab ainult olulist informatsiooni; on illustreeritud; kajastab õpilaste relevantset sisu; sisaldab päriselulisi teemasid; on võimalik kasutada korduvalt; on lihtsasti täiendatav, ajakohastatav. Koostatud õppematerjali on võimalik kasutada 11. klassi puhul 2023. aastal kinnitatud gümnaasiumi riikliku õppekava kohaselt gümnaasiumi bioloogia IV kursusel „Inimene ja keskkond“ inimese talitluse regulatsiooni teema juures. Õppematerjal aitab kujundada õpilaste teadmisi ja oskusi teemadel „Inimkeha kaitseliinid“ ja „Immuunsüsteemi häired“. Lisaks uuriti magistritöö raames koostatud õppematerjali mõju teema ainealaste teadmiste ja oskuste omandamisele ning saadi tagasisidet õppematerjali vastavusele väljatöötatud kriteeriumidele.

Magistritöö koostamisel leiti vastused püstitatud uurimisküsimustele:

1. Millised on õpilaste eelteadmised ja kognitiivsed oskused teemal „Immuunsüsteem ja selle häired“ ?

Õpilased teadsid eelnevalt, milline kaitseliin takistab haigustekitajate pääsemist organismi ning millise kaitseliini töö tulemusena tekib immuunsus kindla haigustekitaja vastu. Kaitsebarjääridest oskasid õpilased enne õppematerjali rakendamist ära tunda keemilist barjääri. Samuti selgitati palaviku tekkimise põhjust. Õpilased olid ka teadlikud, et haigustekitajatel on erinev struktuur ning teadsid antikeha tähendust. Immuunsüsteemi häiretest põhjendasid õpilased AIDS-i ja HI-viiruse mõju inimorganismile.

2. Missugune on õppematerjali mõju õpilaste teadmiste ja kognitiivsete oskuste kujunemisele?

Terviklikult omas õppematerjal positiivset mõju – õpilaste teadmised ja oskused paranesid õppematerjali rakendamise järgselt. Õpilaste teadmiste ja oskuste testi tulemus suurenes õppematerjali rakendamisega keskmiselt 25,5 protsendipunkti võrra, testi keskmine tulemus suurenes 45,3 protsendilt 70,8 protsendile. Eel- ja järeltesti keskmiste tulemuste muutus oli statistiliselt oluline. Samuti nõustusid õpilased osaliselt õppematerjali hindamisel, et õppematerjal aitas neil õppida.

3. Missugune on õpilaste tagasiside õppematerjali kasutamisele?

Õpilased hindasid õppematerjali heaks. Õpilaste hinnangul vastab õppematerjal osaliselt järgmistele kriteeriumitele: hästi mõistetav, arusaadav; sisaldab olulist informatsiooni; on illustreeritud; kajastab õpilastele relevantset sisu; sisaldab päriselulisi teemasid.

4. Missugune on eksperthinnang õppematerjalile?

Ekspertide koondhinnang osutus õppematerjalile väga heaks. Ekspertide hinnangu põhjal vastab õppematerjal järgmistele kriteeriumitele: on hästi mõistetav, arusaadav; vastab oodatavatele õpitulemustele; sisaldab ainult olulist informatsiooni; on illustreeritud; kajastab õpilastele relevantset sisu; sisaldab päriselulisi teemasid; on võimalik kasutada korduvalt; on lihtsasti täiendatav, ajakohastatav.

Kasutatud allikad

- Australian Curriculum (v8.4) Library—Stile.* (s.a.).
<https://stileapp.com/au/library/publishers/stile/compilations/science/5e9944ac-2fd4-40e5-9b20-66c0f5fae856/lessons>
- Cimer, A. (2012). What makes biology learning difficult and effective: Students' views. *Educational Research and Reviews*, 7(3), 61–71. <https://doi.org/10.5897/ERR11.205>
- Davis, A. L. (2013). Using instructional design principles to develop effective information literacy instruction: The ADDIE model. *College & Research Libraries News*, 74(4), 205–207. <https://doi.org/10.5860/crln.74.4.8934>
- Gümnaasiumi riiklik õppekava (2011). Riigi Teataja I, 14.01.2011, 2.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/123042021011>
- Gümnaasiumi riiklik õppekava (2023). Riigi Teataja I, 08.03.2023, 6.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/129082014021?leiaKehtiv>
- Hasanah, U., & Shimizu, K. (2020). Crucial cognitive skills in science education: A Systematic review. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 6(1), 36–72.
<http://dx.doi.org/10.30870/jppi.v6i1.7140>
- Hea Teadustava. (2017). Eesti hea teadustava kokkulepe. Tartu. <https://www.etag.ee/wp-content/uploads/2017/02/HEA-TEADUSTAVA.pdf>
- Kay, R. H., & Knaack, L. (2009). Assessing learning, quality and engagement in learning objects: The Learning Object Evaluation Scale for Students (LOES-S). *Educational Technology Research and Development*, 57(2), 147–168. <https://doi.org/10.1007/s11423-008-9094-5>
- Kay, R., & Knaack, L. (2007a). Evaluating the learning in learning objects. *Open Learning*, 22(1), 5–28. <https://doi.org/10.1080/02680510601100135>
- Kay, R., & Knaack, L. (2007b). Evaluating the use of learning objects for secondary school science. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 26 (4), 261–289.
- Khalil, M. K., & Elkhider, I. A. (2016). Applying learning theories and instructional design models for effective instruction. *Advances in Physiology Education*, 40(2), 147–156. <https://doi.org/10.1152/advan.00138.2015>
- Leacock, T. L., & Nesbit, J. C. (2007). A framework for evaluating the quality of multimedia learning resources. *Educational Technology & Society*, 10(2), 44–59.
- Nesbit, J. C., Belfer, K., & Leacock, T. (2003). Learning object review instrument (LORI). *E-learning research and assessment network*, 33–68.
- Peterson, C. (2003). Bringing ADDIE to life: Instructional design at its best. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 12(3), 227–241.
- Põhikooli riiklik õppekava (2011). Riigi Teataja I, 14.01.2011, 1.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/112042022010>
- Põhikooli riiklik õppekava (2023). Riigi Teataja I, 08.03.2023, 5.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/129082014020?leiaKehtiv>
- Põldoja, H. (2014, aprill 18). Õppematerjalide koostamise protsess ja kvaliteet. *Digitaalsete õppematerjalide koostamine*.

<https://oppematerjalid.wordpress.com/oppematerjalid/oppematerjalide-koostamise-protsess-ja-kvaliteet/>

- Rootalu, K. (2014). Kirjeldav statistika. K. Rootalu, V. Kalmus, A. Masso, ja T. Vihalemm (toim), Sotsiaalse analüüsi meetodite ja metodoloogia õpibaas. <https://samm.ut.ee/kirjeldav-statistika/> (25.05.2024)
- Tenhunen, A., Hain, E., Venäläinen, J., Tihtarinen-Ulmanen, M., Holopainen, M., Sotkas, P., Happonen, P., Tsaro, K., & Haldre, K. (2012). Bioloogia gümnaasiumile, II. Avita.
- Villems, A., Kusmin, M., Peets, M.-L., Plank, T., Puusaar, M., Pilt, L., Varendi, M., Sutt, E., Kusnets, K., Kampus, E., Marandi, T. & Rogalevitš, V. (2012). *Juhend kvaliteetse õpiobjekti loomiseks*. Eesti Infotehnoloogia Sihtasutus.
- Õpikute, töövihikute, tööraamatute ja muu õppekirjanduse riiklikule õppekavale vastavuse kinnitamise tingimused ja kord ning nõuded õpikutele, töövihikutele, tööraamatutele ja muule õppekirjandusele (2007). Riigi Teataja Lisa, 2007, 80, 1379.
- Yuan, M., & Recker, M. (2015). Not all rubrics are equal: A review of rubrics for evaluating the quality of open educational resources. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(5), 16–38. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v16i5.2389>

Summary

Preparation of Teaching Material, Instruction, and Assessment of Impact for 11th Grade on the Topic „The Immune System and Its Disorders“

Anette Reiu

The immune system is crucial to the body. It creates an immune response quickly and efficiently to various different external forces and prevents cancer cells from forming and proliferating. When the immune system is compromised, it affects both health and general wellbeing. One may be faced with infections, autoimmune disorders, allergies and immunodeficiency. Thus it is important to develop students' knowledge and skills on the topic of regulation of the function of human bodies – defence lines of the human body and disorders of the immune system.

The main objective of the master's thesis was to create a study material, to teach it and evaluate its efficacy on 11th grade students on the topic „The Immune System and Its Disorders“. In order to fulfill the objective, the study materials were tested with students and feedback was given on the materials' compliance with the criteria.

Based on the objectives, research questions were formulated:

1. What are the prior knowledge and cognitive skills of the students on the topic „The immune system and its disorders“?
2. What is the effect of the study material on the development of the students' knowledge and cognitive skills?
3. What is the students' feedback on the usage of the study material?
4. What is the experts' feedback on the study material?

The results of the master's thesis revealed that students previously knew which defence line keeps pathogens from entering the organism and which defence line creates the immunity against pathogens. Prior to using the study material, students could recognise the chemical barrier as a defence line. They also had knowledge on the causes of fever. Students knew that pathogens have different structures and understood the meaning of antibodies. For immune system disorders, students could name AIDS and HI-virus.

Upon analysing the knowledge and skills test it was found that as a whole, the study material had a positive effect – the students' knowledge and skills were improved after implementing the study material. On average, the students' test scores improved by 25.5%: the average score

went from 45.3% before using the study material to 70.8% afterwards. The change in average scores of the tests was statistically significant.

The students rated the study material as „good“, whereas the experts rated it as „very good“. Based on both assessments, it can be said that the study material meets the following criteria:

- it is well understood and comprehensible,
- it meets the expected learning outcomes,
- it contains important information,
- it is illustrated,
- its contents are relevant to students,
- it contains topics from the real life,
- it can be used repeatedly,
- it is easy to renew and update.

Lisad

Lisa 1. Teadmiste ja oskuste test „Immuunsüsteem ja selle häired“

Küsimustik viiakse läbi Tartu Ülikooli magistritöö raames. Küsimustiku eesmärgiks on hinnata õppematerjali mõju õpilaste teadmiste ja oskuste kujunemisele teemal „Immuunsüsteem ja selle häired“ ning saada teada eelteadmised ja -oskused teemal „Immuunsüsteem ja selle häired“. Küsimustik koosneb 26 küsimusest, mille hulgas on nii valikvastustega küsimusi kui ka avatud küsimusi. Küsimustik viiakse läbi anonüümselt ja tulemused avaldatakse üldistatuna. Küsimustiku täitmiseks kulub aega umbes 30 minutit. Küsimustele vastamise juhendid on küsimuseplokkide juures.

Küsimustiku viib läbi Anette Reiu.

*** Viitab kohustuslikule küsimusele**

Sugu *

Naine

Mees

Õppesuund *

Humanitaarsuund

Reaalsuund

Eelmise õppeperioodi bioloogia hinne. *

Puudulik

Rahuldav

Hea

Väga hea

1. Kas järgmine väide on tõene või väär? Immuunsüsteemi ülesanne on ennistada ja võidelda haigustekitajatega. Paranda väär väide õigeks eitust kasutamata.*

.....

2. Milline kaitseliin tuvastab ja ründab konkreetseid haigustekitajaid organismi sees.*

Esimene kaitseliin

Teine kaitseliin

Kolmas kaitseliin

3. Milline kaitseliin takistab haigustekitajate pääsemist organismi?*
- Esimene kaitseliin
 - Teine kaitseliin
 - Kolmas kaitseliin
4. Millise kaitseliini töö tulemusena tekib immuunsus kindla haigustekitaja vastu?*
- Esimese kaitseliin
 - Teise kaitseliin
 - Kolmanda kaitseliin
5. Milline kaitseliin reageerib kõikidele organismi pääsenud haigustekitajatele ühte moodi?*
- Esimene kaitseliin
 - Teine kaitseliin
 - Kolmas kaitseliin
6. Milline kaitseliin mäletab konkreetset haigustekitajat, et tulevikus neid kiiremini hävitada?*
- Esimene kaitseliin
 - Teine kaitseliin
 - Kolmas kaitseliin
7. Millise kaitsebarjääriga on tegemist? Urineerides eemaldatakse põiest ja kuseteedest haigustekitajad.*
- Füüsiline barjäär
 - Keemiline barjäär
 - Bioloogiline barjäär
8. Millise kaitsebarjääriga on tegemist? Higi sisaldab ensüümi lüsoüüm, mis kahjustab bakterirakku.*
- Füüsiline barjäär
 - Keemiline barjäär
 - Bioloogiline barjäär
9. Millise kaitsebarjääriga on tegemist? Normaalne mikrobiom on konkurendiks haigustekitajatele.*

- Füüsiline barjäär
- Keemiline barjäär
- Bioloogiline barjäär

10. Millise kaitsebarjääriga on tegemist? Naha epiteelkude uueneb pidevalt.*

- Füüsiline barjäär
- Keemiline barjäär
- Bioloogiline barjäär

11. Millise kaitsebarjääriga on tegemist? Tupe eritis (sekreet) on happeline.*

- Füüsiline barjäär
- Keemiline barjäär
- Bioloogiline barjäär

12. Konjunktiviit on silmapõletik, mis on väga nakkav. Konjunktiviiti võivad põhjustada bakterid või viirused. Konjunktiviidi üheks sümptomiks on suurenenud pisarate tekkimine. Millest on tingitud pisaravoolu suurenemine? Selgitamisel kasuta järgnevaid sõnu: haigustekitaja, füüsiline barjääri, keemiline barjäär ja ensüüm.*

.....

13. Millised reaktsioonid/tunnused viitavad teisele kaitseliinile? Vali üks või mitu.*

- Palavik
- Põletik
- Mäda
- Nohu eritis (rahvakeeles tatt)

14. Millest on tingitud mäda tekkimine?*

.....

15. Millele viitab nohu eritise (tati) muutumine kollaseks?*

.....

16. Miks tekib palavik?*

.....

17. Vistrikute tekkepõhjuseks on ummistunud rasunäärmed. Mõned vistrikud muutuvad punaseks, valusaks ja sisaldavad mäda. Selgita miks eelnevad tunnused näitavad, et vistrikutes on põletik.*

.....

18. Telkimisel lõikad noaga sõrme, kuid sul puudub esmaabivahendid. Selle tõttu tekib haavas infektsioon. Kirjelda, kuidas sinu teine kaitseliin reageerib infektsioonile.*

.....

19. Mis moodustavad kolmanda kaitseliini? Vali üks või mitu.*

Monotsüüdid

B-lümfotsüüdid

Nahk ja lima

Neutrofiilid

Antikehad

20. Kas järgmine väide on tõene või väär? Kõikidel haigustekitajatel on samasugune struktuur. Palun paranda väär väide õigeks eitust kasutamata.*

.....

21. Mis on antikeha?

Leukotsüüt

Haigustekitaja

Valki, mis kinnitub kindlale haigustekitajale

Haigustekitaja pinnal olev molekul

Muu.....

22. Kuidas tekib kindla haigustekitaja suhtes immuunsus?*

.....

23. I tüüpi diabeedi korral ründavad lümfotsüüdid pankreaserakke, mis toodavad veresuhkru taset reguleerivat hormooni. Milline immuunsüsteemi häire tekib?*

.....

24. Juhanil on diagnoositud kase õietolmu allergia. Juhanil tekivad ka allergiasümptomid näiteks toorest õuna, paprikat ja porgandit süües, kuid kui ta sööb neid samu toiduained termiliselt töödelduna, siis sümptomeid ei teki. Millega on tegemist?*

.....

25. Kui inimesele on tehtud neerusiirdamine, siis peab ta tarvitama immuunsüsteemi tegutsemist alla suruvaid ravimeid. Millist immunreaktsiooni hoitakse ära ja miks see tekib?*

.....

26. Miks surevad AIDSi põdevad inimesed haigustesse, mis terveid inimesi ei ohusta?*

.....

Aitäh vastamast!

Lisa 2. Õpilaste tagasiside tagasiside küsimustik õppematerjalile

Küsimustik viiakse läbi Tartu Ülikooli magistritöö raames. Küsimustiku eesmärgiks on saada õpilastelt tagasisidet õppematerjalile teemal „Immuunsüsteem ja selle häired“. Küsimustik koosneb üheksast väitest ja kahest avatud küsimusest. Küsimustik viiakse läbi anonüümselt ja tulemused avaldatakse üldistatuna.

Küsimustiku täitmiseks kulub aega umbes 10 minutit. Küsimustele vastamise juhendid on küsimuseplokkide juures.

Küsimustiku viib läbi Anette Reiu.

* – viita kohustuslikule küsimusele

Skaala: 1 – ei nõustu üldse; 2 – ei nõustu osaliselt; 3 – neutraalne; 4 – nõustun osaliselt; 5 – nõustun täielikult

1. Õppematerjal aitas omandada uusi ja vajalikke teadmisi.*

	1	2	3	4	5	
Ei nõustu üldse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nõustun täielikult

2. Õppematerjal kasutatud joonised ja videod aitasid omandada uusi ja vajalikke teadmisi.*

	1	2	3	4	5	
Ei nõustu üldse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nõustun täielikult

3. Üleüldiselt aitas õppematerjal õppida.*

	1	2	3	4	5	
Ei nõustu üldse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nõustun täielikult

4. Õppematerjal on lihtne jälgida.*

	1	2	3	4	5	
Ei nõustu üldse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nõustun täielikult

5. Õppematerjal oli loogiliselt üles ehitatud.*

	1	2	3	4	5	
Ei nõustu üldse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nõustun täielikult

6. Õppematerjal kasutatud mõisted olid arusaadavad ja üheselt mõistetavad.*

	1	2	3	4	5	
--	---	---	---	---	---	--

Ei nõustu üldse Nõustun täielikult

7. Õppematerjal oli motiveeriv/huviäratav.*

1 2 3 4 5

Ei nõustu üldse Nõustun täielikult

8. Õppematerjal sisaldas elulisi näiteid.*

1 2 3 4 5

Ei nõustu üldse Nõustun täielikult

9. Kasutaksin koostatud õppematerjali uuesti.*

1 2 3 4 5

Ei nõustu üldse Nõustun täielikult

10. Mis sulle meeldis koostatud õppematerjali juures?*

.....

11. Mis sulle ei meeldinud või soovitaksid muuta koostatud õppematerjali juures?*

.....

Aitäh vastamast!

Lisa 3. Ekspertide tagasiside tagasiside küsimustik õppematerjalile koos kaaskirjaga

Tere

Olen Anette Reiu, Tartu Ülikooli gümnaasiumi loodusteaduste õpetaja eriala magistriõppe 2.kursuse tudeng. Kirjutan Teile seoses oma magistritööga, mille pealkirjaks on „Õppematerjali koostamine, selle abil õpetamine ja mõju hindamine 11. klassile teemal „Immuunsüsteem ja selle häired“. Magistritöö raames koostati õppematerjal, mida kasutati kolmes 75-minutilises tunnis 11. klassi õpetamiseks ja hinnati selle mõju. Sellega seoses sooviksin saada Teie poolset hinnangut koostatud õppematerjalile. Kas oleksite nõus osalema minu magistritöö raames koostatud õppematerjalile hinnangu andmises? Läbiviidava uuringu orienteeruv ajakulu on 60–90 minutit.

Hinnangu andmise ülesehitus oleks järgmine:

- Esimeses etapis tuleks tutvuda koostatud õppematerjaliga. Õppematerjaliga tutvumiseks kuluv aeg on umbes 60 minutit.
- Teises etapis tuleks vastata manuses olevale küsimustikule. Küsimustik koosneb 11 väitest, millele tuleb anda hinnang Likerti skaala põhjal ja ühest avatud vastusega küsimusest. Küsimustele vastamine võtab aega maksimaalselt 10–15 minutit.
- Kolmandas etapis sooviksin Teiega läbi viia intervjuu, mille käigus sooviksin Teilt küsida lisainformatsiooni Teie vastuste kohta. Intervjuu toimuks veebi teel või Teile sobivas asukohas ning Teie nõusoleku olemasolul, salvestatakse intervjuu heli. Kõik andmed ja salvestatud intervjuud kustutatakse pärast magistritöö valmimist. Läbiviidava intervjuu orienteeruv ajakulu on ligikaudu 20 minutit.

Küsimustik

1. Palun vastake, millises ulatuses Te nõustute/ei nõustu järgnevate väidetega. Soovi korral võite põhjendada oma vastust samasse lahtrisse.

Väide	Ei nõustu üldse (1)	Ei nõustu osaliselt (2)	Neutraalne (3)	Nõustun osaliselt (4)	Nõustun täielikult (5)
Õppematerjali ülesehitus on selge ning loogiline.					
Keelekasutus on korrektne.					
Õppematerjali kirja suurus ja font on sobilik.					

Väide	Ei nõustu üldse (1)	Ei nõustu osaliselt (2)	Neutraalne (3)	Nõustun osaliselt (4)	Nõustun täielikult (5)
Õppematerjali sisu on korrektne.					
Õppematerjali sisu vastab eesmärkidele.					
Õppematerjalis kasutatud videod on sobilikud.					
Õppematerjal on motiveeriv/huviäratav.					
Õppematerjal sisaldab elulisi näiteid.					
Õppematerjal on eakohane.					
Õppematerjali on võimalik korduvalt kasutada.					
Õppematerjali on võimalik lihtsasti muuta.					

2. Kas on ettepanekuid, mida õppematerjali juures muuta? Palun tuua välja ettepanekud õppematerjali muutmiseks.

Lisa 4. Õppematerjal „Immuunsüsteem ja selle häired“



Eesmärgid

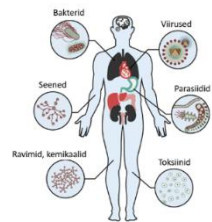
- Tutvustada immuunsüsteemi rolli.
- Tutvustada, kuidas kaitseliinid toimivad.
- Jaotada esimese kaitseliini barjääre keemilisteks, füüsilisteks ja bioloogilisteks.
- Võrrelda kaitseliine.
- Võrrelda loomuliku ja omandatud immuunsust.
- Tutvustada immuunsüsteemi häireid.

Immuunsüsteem

- ... on organismi kaitsesüsteem võõrkehade vastu;
- „immuun“ tuleb ladinakeelsest sõnast *immunis, immunitas* ning tähendab „vabastatus millestki“;
- immunoloogia uurib immuunsuse teket ja arengut, immuunsuse haiguslikke kõrvalekaldeid.

Immuunsüsteemi ülesanded

- Maksimaalselt efektiivse vastureaktsiooni ehk immuunvastuse loomine mitmesugustele välismõjudele (eeskätt mikroobide) hoides samal ajal organismi üldist funktsiooni kahjulike muutusteta.
- Reageerimine organismi sattunud, viidud või organismis tekkinud struktuuride vastu.
- Tagada koos närvi- ja endokriinsüsteemiga organismi üldine homöostaas.



Immuunreaktsioonid

Loomulik immuunsus

- kaasasündinud,
- tekib ajaliselt varem;
- mittespetsiifiline,
- tagab esmase kaitse.

Omandatud immuunsus

- tekib, kui on olnud esmane kokkupuude võõrvalguga;
- aeganõudev,
- spetsiifiline,
- tekib immunoloogiline mälu.

Inimkeha kolm kaitseliini



Esmane kaitseliin

Füüsiline barjäär

- Nahk
- Nina karvad
- Ripsmed ja kulmud
- Ripspiteel
- Limaskest
- Soole peristaltika

Keemiline barjäär

- Madal pH
- Antimikroobsed ensüümid

Bioloogiline barjäär

- Normaalne mikrobioom

Füüsiline barjäär

Nahk	Epiteelkude on tihed ja võimeline pidevalt uueneda.
Limaskestad (seedekulglas, hingamisteedes, kuseteedes ja suguelundites)	Epiteelkude on tihed ja võimeline pidevalt uueneda. Kaetud viskoosse limaga, kuhu jäävad kinni nii mikroobid kui ka väikesed osakesed.
Ripspiteel (ninaõõnes, hingetorus)	Ripsmelõskide abil tekib limakihki suunatud liikumine, mis tagab haigustekitajate eemaldamise.
Nina karvad	Koos limaga takistavad mikroobi pääsemise organismi.
Ripsmed ja kulmud	Takistavad tolmuga mikroobide sattumist silma.
Soolestiku liik, urineerimine, refleksid (köhmine, aevastamine, oksendamine ja kõhulahtisus)	Mikroobid väljutatakse kehast.

Keemiline barjäär

Happeline keskkond takistab mikroorganismide paljunemist.

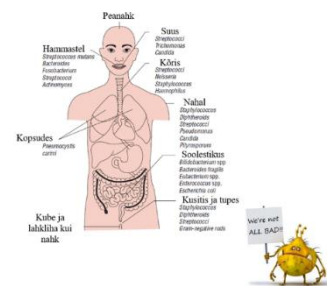
- Naha pH on 5,5.
- Maohappe pH on 1–3.
- Tupe pH on 4,4.

Higi- ja rasunäärmete eritis (sekreet), sülg, silma pisaravedelik, hingamisteede pinda kattev vedelik ja rinnapiim sisaldavad antimikroobseid ensüüme.

Bioloogiline barjäär

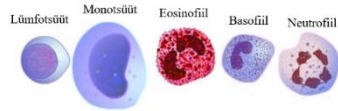
Normaalne mikrobioom:

- pakuvad konkurentsi võõrastele liikidele;
- toodab keemilisi aineid, mis takistavad ohtlike mikroobide elutegevust.



Leukotsüüdid (valged vererakud)

- ... on vererakud, kes kasutavad liikumiseks verd, et jõuda organismi tunginud bakteri, viiruse või muu mikroobini.
- ... teostavad immuunvastust ehk organismi reaktsioone haigustekitajatele.



11

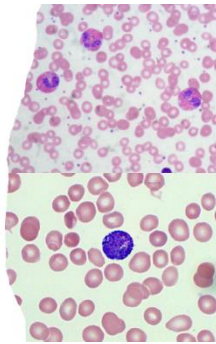
Leukotsüüdid (valged vererakud)

Eosinofiilid:

- osalevad allergilistes reaktsioonides;
- kaitsevad hulkraksete parasiitide eest.

Basofiilid:

- eritavad ainet, mis kiirendab verevoolu põletikukohta ja aeglustab vere hüübimist.

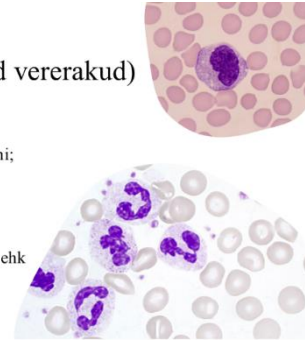


Leukotsüüdid (valged vererakud)

Neutrofiilid:

- kõige levinumad õgirakud;
- jõuavad esimesena sissetungijani;
- võitlevad bakterite, seente ja viiruste vastu.

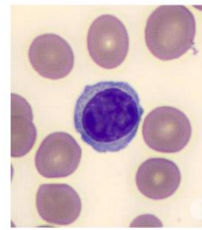
Monotsüüdid – võimelised muutuma suurteks õgirakkudeks ehk makrofaagideks.



Leukotsüüdid (valged vererakud)

Lümfootsüüdid:

- **B (bone)**-lümfootsüüdid – toodavad antikehi, kannavad immuunmälu.
- **T (thymus)**-lümfootsüüdid – reguleerivad teiste immuunrakkude tööd; hävitavad viirustega nakatunud rakke ja kasvajakarakke.



14



<https://www.youtube.com/watch?v=03E6K80G0U0>

15

Teises kaitseliinis osalevad rakud

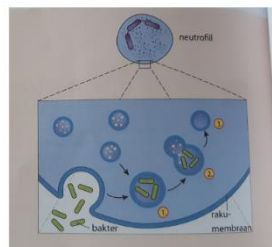
Õgirakud:

- neutrofiilid ja monotsüüdid;
- väheliikuvad,
- hävitavad haigustekitajaid raku sees olevate ainete abil;
- eemaldavad sumuid või surevaid keharakke.

16

Õgiraku tööpõhimõte

1. Õgirakk haarab sissetungija endasse sulgedes sissetungija rakumembraaniga ümbritsetud põiekesse.
2. Põiekesega ühineb lagundavaid ensüüme sisaldav lüsoosoom.
3. Ensüümid hävitavad bakteri raku enda struktuure kahjustamata.



17

Õgirakk mikroobe hävitamas



<https://www.youtube.com/watch?v=3DPhG0a2ZU>

18

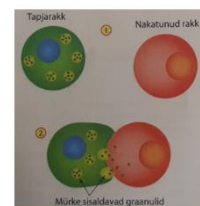
Teises kaitseliinis osalevad rakud

Tapjarakud:

- T-lümfootsüüdid,
- hävitavad kasvajakarakke ja viirusega nakatunud rakke.

Tapjaraku tööpõhimõte

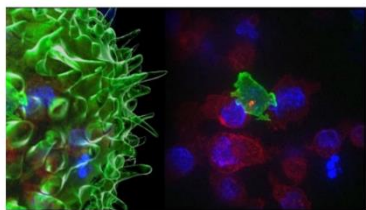
1. Tapjarakk leiab üles sissetungijatega nakatunud rakud.
2. Nakatunud rakuga kokku puutunud tapjarakk vabastab mürki sisaldavad graanulid.



19

20

Tapjarakk kasvajakarake hävitamas



<https://www.youtube.com/watch?v=nd5CuVVD8>

23



<https://www.youtube.com/watch?v=7WveeZYV0M8&list=ULKT8ka1VvTXQoq1a7E22&index=28>

23

Kolmanda kaitseliini roll

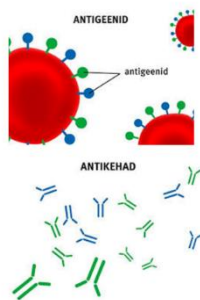
- Tuvastada ja hävitada konkreetsed haigustekitajad.
- Luua pikaajaline immuunsus haigustekitajate vastu juhuks, kui need uuesti organismi nakatavad.



25

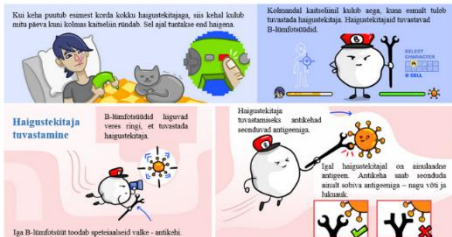
Antikeha ja antigeen

- **Antigeen** – mitmekesise struktuuriga makromolekulid (peamiselt valgud, polüsahhariidid, harva lipiidid), mis enamasti on kehavõõrad.
- **Antikeha** – B-lümfotsüütide poolt toodetud Y-kujulised valgud, mis tunnevad ära antigeene.



27

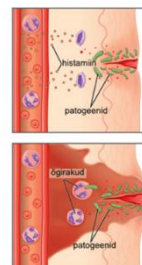
Antigeeni äratundmine



29

Teine kaitseliini ehk esmase immuunvastuse tekkimine

- Vigastatud rakud eritavad histamiini, mis kutsub esile põletiku:
- veresooned laienevad, verevool suureneb;
 - tõuseb kehatemperatuur, tekib punetus ja valu;
 - maksas toodetakse põletikuvastast valku (C-reaktiivset valku);
 - neutrofiilid hakkavad valimatult mikroobe „õgima“.
 - neutrofiilide suuremisel tekib mäda ning nohu eritis (tatt) muutub kollaseks.



22

Kolmas kaitseliin

Immuunsüsteemi kolmas kaitseliin aktiveerub kui:

- organismi on pääsenud hulganisti baktereid;
- viirused on jõudnud tungida rakkudesse;
- õgirakud ei tule üksi kaitsesõnnatega toime.



24

Kolmandas kaitseliinis osalevad rakud

- B-lümfotsüüdid:**
- tunnevad sissetungija ära pinnamolekuli järgi, mida kehaomastel rakkudel ei ole (antigeenid);
 - toodavad antigeenide ära tundmiseks spetsiaalseid valke – antikehi.
- T-lümfotsüüdid:**
- tunnevad sissetungija ära pinnamolekuli järgi, mida kehaomastel rakkudel ei ole (antigeenid);
 - aitavad antikehi toota.
- Monotsüüdid:**
- dendriitrakud – söövad ära haigustekitaja ning esitlevad antigeene T-lümfotsüütidele;
 - makrofaagid – „õgivad“ antikehadega märgistatud rakke.

26

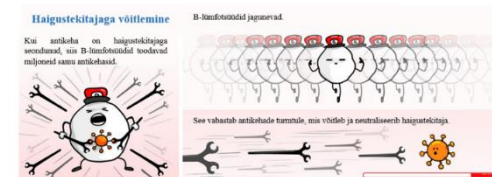
Kolmas kaitseliin ehk omandatud immuunuse kujunemise etapid

1. antigeeni äratundmine
2. lümfotsüütide aktiveerumine
3. antigeeni hävitamine
4. immunoloogilise tasakaalu loomine
5. immunoloogilise mälu tekkimine



28

Lümfotsüütide aktiveerimine, antigeeni hävitamine, immunoloogilise tasakaalu loomine



30

Gluteenitalumatus ehk tsöliaakia

- ...haigus, mille vallandavad nisust, rukkist, odrast või kaerast valmistatud tooted;
- päriliku eelsoodumusega;
- avaldub igas vanuses;
- gluteeni söömisel ründab immuunsüsteem peensoole kudet.



Allergia ehk ülitundlikkus

... ebatavaliselt äge immuunvastus ainetele (allergeenidele), mis tavaliselt taolist reaktsiooni esile ei kutsu.



Allergilise reaktsiooni teke

- ...on lümfotsüütide vahendatud;
- tekib kiiresti;
- on olemas antikehad;
- toimub histamiini eritus leukotsüütidest;
- põletikureaktsiooni tekkimine.



Allergeenid

[Eesti välisõhu kvaliteet - öietolm](#)

Millised on 8 toiduainet, mis tuleb määruse järgi toidupakendile paksus kirjas kirjutada?

- ... on antigeenid, mis põhjustavad allergilist ülitundlikkuse reaktsiooni ja antikehade teket.



Ristreaktsioon, ristallergia

- Antikehad tunnevad allergeeni ühe piirkonna järgi, kuid ei arvesta tervikut ja selle tõttu reageerivad ka teiste sarnaste valkudega ning tekib ristallergia.
- Öietolmuallergia puhul ilmnevad allergianähud tooreste puuviljade, aedviljade söömisel.
- Termiliselt töödeldud (keedetud, hautatud, küpsetatud) puu- ja juurvilju saab allergiline inimene süüa, kuna termiline töötlemine muundab allergiat tekitavaid valke.



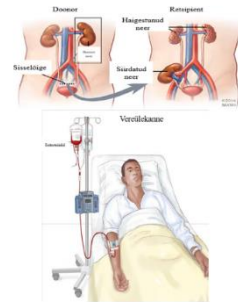
Allergeen	Ristallergiat põhjustavad toiduained
Kase, lepa, jalaka ja sarapuu öietolm	Õun, aprikoos, kirss, kiivi, nektariin, virsik, pirn, ploom, paprika, porgand, seller, kartul, tomat, maapähkel, anis, basiilik, köömned, koriander, till, fenkol, harilik leesputk, majaraan, pune, pipar, estragon, tüümian, koirohi, mandel, brasiilia pähkel, sarapuupähkel, kreeka pähkel
Heintaimede öietolm	Melon, apelsin, tomat, hernes, maapähkel
Lateks	Banaan, kiivi, avokaado, papaia, melon, kartul, tomat

Ülesanne: Kellel on kassiallergia ja millisesse allergia klassi kuulub?

Patsient	Kassiallergia kU/L	Allergia klass	Tulemus kU/L	Klass	Reaktiivsus
1	0,15	0	< 0,1	0	Puudub
2	9,6	III	0,1 - 0,34	0	Väga madal
3	31,5	IV	0,35 - 0,69	I	Madala
4	0,53	I	0,70 - 3,49	II	Enesetunde
5	1,09	II	3,5 - 17,49	III	Kõrge
6	100 <	VI	17,5 - 52,49	IV	Väga kõrge
			52,5 - 99,99	V	
			100 ≤	VI	

Äratõukereaktsioon

- ...on immuunreaktsioon siirdatud koe või organi vastu.
- ...vältimiseks valitakse doonoriks haigele võimalikult sarnane organism ja tarvitakse immuunosupressante.
- Eestis siirdatakse neeru, maksa, kopsu, pankreat, silma sarvkesti, veresooni, luukude ja nahka.
- Südame siirdamiseks koostöö Helsingi Ülikooli Keskhäigalaga.

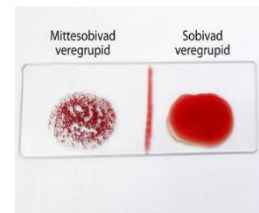


AB0 – süsteemi veregrupid

	A	B	AB	O
Kõnnemiseks tüüp				
Võrgulaema antikehad	Anti-B	Anti-A	Puuduvad	Anti-A ja Anti-B
Erastumiseks peavad olema antigeenid	Antigeen A	Antigeen B	Antigeen A ja B	Puuduvad
Veregrupid, mille saab vereülekanne	A, O	B, O	A, B, AB, O	O

Kes saab kellele verd anda?

Retseptori veregrupp	Doonori veregrupp
AB+	O-, O+, B-, B+, A-, A+, AB-, AB+
AB-	O-, O+, B-, B+, A-, A+
A+	O-, O+, A-, A+
A-	O-, O+, A-
B+	O-, O+, B-, B+
B-	O-, O+, B-
O+	O+
O-	O-



Omandatud immuunpuudulikkuse sündroom ehk AIDS (*acquired immunodeficiency syndrome*)

... on krooniline haigus, mida ei ole võimalik välja ravida.

Seda põhjustab HI-viirus (*human immunodeficiency virus*).

HIV levib seksuaalvahekorra kaudu, otseste verekontaktiga, emalt lootele.

Viirus kasutab peremeesrakuna immuunsüsteemi reguleerimisega tegelevaid T-abistajarakke.



53

AIDSi välja kujunemine

HIV võib olla 1-3 kuud puhkeolekus enne kui aktiveerub.

Aktiveerudes algab suures hulgas uute viiruste tekkimine – võib tekkida miljardeid ööpäevas.

Uued viirused siirduvad uutesse lümfotsüütidesse – nende lümfotsüütide hävimine nõrgestab teiste immuunrakkude talitlust.

Kogu immuunsus nõrgeneb ja inimene haigestub AIDSi. AIDSi staadiumi kujunemine ilma ravita on 1-15 aastat.

Inimese immuunsüsteem ei suuda erinevate haigustekitajatega enam võidelda.

52

HIV diagnostika

• Enne HIV vastaste antikehade tekkimist on võimalik määrata HIV p24 antigeeni olemasolu ja HIV nukleiinhappe olemasolu.

• Võimalik määrata HIV vastaste antikehade olemasolu.

Positiivse tulemuse korral, tuleb kinnitada tulemused referentslaboris (Lääne-Tallinna Keskhaiglas).

• HIV on võimalik testida kuni 26 eluaastani tasuta ja konfidentsiaalselt noorte nõustamiskeskustes üle Eesti, anonüümselt ja tasuta HIV nõustamis- ja testimiskabinetites, pere- või eriarsti (naitsearsti või naha-suguhaiguste arsti) juures.

53

HIV: ennetamine ja ravi

HIV nakkuse saamise ennetamiseks:

• kasutada seksuaalvahekorra ajal kaitsvahendeid;

• vältida juhuseksi;

• vältida kokkupuudet verega;

• kasutada PrEP-i, kui on suur nakatumisrisk.

Ravi:

• antiretroviraalravimite tarvitamine kogu elu – tagab täisväärtusliku elu;

• ravi on Eesti elanikele tasuta;

• regulaarne kontroll nakkushaiguste arsti juures.

54

HIV Eestis

• [Jooksev HIV statistika](#)

• 28. mai 2023 seisuga on Eestis aastal 2023 tuvastatud 58 juhtu.

• 2022. aastal diagnoositi 250 uut juhtu.

• 31.12.2021 a seisuga on diagnoositud HIV 10339 inimesel.

• 31.12.2020 a seisuga oli AIDS 567 inimesel.

55

Kasutatud allikad

- Ansteylän, C. *Viridales* (v8-4) Library—Söök. (s.a.). <https://infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- Benhunen, A., Hain, E., Vendlänen, J., Tiihtinen-Ulmanen, M., Holopainen, M., Sorkas, P., Happonen, P., Tsaro, K., & Haldre, K. (2012). *Biologia @maailmalla*. Si. Avita
- Uibo, R., Kisand, K., Peterson, P., Reimand, K. (2015). *Immunologia*. Tartu Ülikooli Kirjastus
- Eero, E., Maran, K., Tutin, L. (2012). *Biologia ja geograafia raadurara. Raadurara*
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- <https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000>
- [https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science](https://www.tartu.ee/infopage.com/ja/library-publiibers-site/compilations/science-5e924ac-2044-4ba4-5920-66c1f1a8b25-1a0000)

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Anette Reiu,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Õppematerjali koostamine, selle abil õpetamine ja selle mõju hindamine 11. klassile teemal „Immuunsüsteem ja selle häired“,

mille juhendaja on Anne Laius,

reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Anette Reiu

/allkirjastatud digitaalselt/

29.05.2024