



Co-funded by
the European Union

3_DNA parandamine haiguste ravimiseks



BIOS4YOU
AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY

Project Number: KA220-BW-23-30-126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."





Co-funded by
the European Union

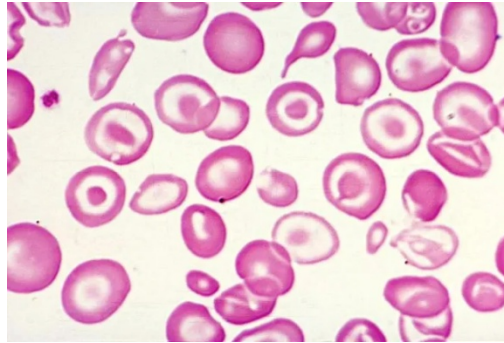
Sisukord

Sissejuhatus	3
Avasta:	4
Käivita:	5
Täiustada:	6
Järeldus:	6



Project Number: KA220-BW-23-30-126516

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.



Õppetee üldine teema	DNA parandamine haiguste raviks
Õppeüksuse täpne nimetus	<u>Koodi parandamine</u>
Sihtrühma vanus	14–18 aastat
Õppijale esitatavad nõuded	Rakubioloogia põhiteadmised (DNA, geenid, valgud, veri). Sissejuhatav arusaam geneetilisest pärilikkusest. Tutvumine mutatsioonide idee ja nende mõjuga. Avatus geneetilise meditsiini eetiliste ja sotsiaalsete tagajärgede arutamiseks.
Õppeüksuse kirjeldus	See üksus tutvustab õppijatele talasseemiat, verehaigust, mille põhjustavad HBB geeni mutatsioonid, mis takistavad normaalse hemoglobiini tootmist. Õpilased avastavad kõigepealt, mis on talasseemia ja kuidas see organismi mõjutab. Seejärel uurivad nad, kuidas geeniteraapia – kasutades selliseid vahendeid nagu CRISPR-Cas9 – saab vigast DNA-d parandada või asendada, pakkudes võimalust tervenemiseks. Üksus järgib uurimis-teostus-täiustamine metoodikat: Avasta: teadmiste aluse loomine talasseemia ja geeniteraapia kohta. Teostus: Kasuta liitreaalsuse simulatsioone ja praktilisi harjutusi vigaste geenide „parandamise“ harjutamiseks.





	Täiustamine: Mõtisklused täiustatud rakenduste, eetiliste arutelude ja geneetiliste ravimeetodite tuleviku üle.
Teema: Asjaosalised	Bioloogia, terviseteadus, geneetika, eetika, IKT/digitaalne kirjaoskus. Asjaosalised: üliõpilased (õppijad ja teadlased), õpetajad (koolitajad), potentsiaalsed külaliseksperdid (geneetikud, meditsiinitöötajad).
Märksõnad	Talasseemia, hemoglobiin, verehaigused, geeniteraapia, CRISPR, biotehnoloogia, DNA redigeerimine, eetika.
Peamised omandatavad kvalifikatsioonid, oskused ja teadmised	Teadmised: Õpilased omandavad arusaama talasseemiast ja selle geneetilisest põhjusest (HBB mutatsioon), õpivad tundma praeguseid ravimeetodeid (vereülekanded, luuüdi siirdamine), mõistavad geeniteraapia ja CRISPR-Cas9 põhimõtteid ning uurivad geneetilise redigeerimisega seotud eetilisi ja sotsiaalseid debatte. Oskused: Nad arendavad oskust analüüsida juhtumiuuringuid, kasutada liitreaalsuse tööriistu DNA redigeerimise visualiseerimiseks, teha koostööd teadusmeeskondades ning kriitiliselt analüüsida biotehnoloogia riske ja võimalusi. Pädevused: Õpilased õpivad rakendama geneetilisi teadmisi reaalsete meditsiiniliste väljakutsete lahendamisel, hindama uute tehnoloogiate ühiskondlikku mõju ning võtma omaks vastutustundliku ja läbimõeldud hoiaku geneetilise innovatsiooni suhtes.
Kasutatud ressursid ja didaktilised abivahendid	Interaktiivsed tööriistad: CRISPR-Cas9 AR-simulatsioonid vigaste geenide redigeerimiseks. Praktilised DNA-mudelid helmeste või paberiribadega. Digitaalsed laboripäevikud õpilaste refleksioonideks.
Hindamiskriteeriumid ja hindamine	Teadmised: Talasseemia, hemoglobiini ja geeniteraapia kontseptsioonide mõistmine. Oskused: Oskus kasutada liitreaalsust geenide korrigeerimise simuleerimiseks; osalemine modelleerimises ja juhtumiuuringutes.





	Koostöö: aktiivne panustamine grupiprojektidesse ja eakaaslastega peetavatesse aruteludesse. Loovus: uuenduslikud lähenemisviisid liitreaalsuse väljakutsetele või teraapiastrateegiate väljatöötamisele. Peegeldus: Osalemine eetilistes debattides ja läbimõeldud sissekannete tegemine laboriajakirjades.
--	---

Sissejuhatus

Talasseemia on haigus, mis takistab verel piisavalt hapnikku transportida. Tegelikult tunnevad seda põdevad inimesed pidevalt väsimust, neil on kahvatu nahk ja nad peavad ellujäämiseks iga kuu haiglasse vereülekannde saamiseks minema.

See on reaalsus paljude talasseemiaga inimeste jaoks, kes on geneetiline verehaigus, mis mõjutab hemoglobiini – punastes verelibledes leiduvat valku, mis kannab hapnikku kogu kehas (Thalassemia International Federation, 2021).

Aastakümneid on ravi hõlmanud regulaarseid vereülekanndeid ja mõnikord ka luuüdi siirdamist (Weatherall & Clegg, 2001). Need lähenemisviisid aitavad, kuid ei ravi haigust täielikult ja on riskantsed. Tänapäeval avab teadus aga uue ukse: geeniteraapia. Sümptomite ravimise asemel pakub geeniteraapia võimalust defektset geeni ennast korrigeerida. Talasseemia puhul tähendab see hemoglobiini tootmise juhiste parandamist, et organism saaks lõpuks toota terveid punaseid vereliblesid (Cavazza jt, 2016; NIH, 2022).

See üksus kutsub õpilasi ette võtma teekonna sellesse meditsiinirevolutsiooni. Samm-sammult uurime, mis on talasseemia, viime läbi interaktiivseid katseid liitreaalsuse (AR) abil, mis näitavad geeniteraapia toimimist, ja lõpuks laiendame oma arusaamist, ette kujutades geneetilise meditsiini võimalusi, väljakutseid ja eetilisi küsimusi.

Geeniteraapia: keha juhiste ümberkirjutamine

Iga meie keha rakk sisaldab juhiste kogumit: meie DNA-d. Need juhised ütleavad rakkudele, kuidas valke ehitada, mis omakorda võimaldavad meie





kehal toimida. Aga mis juhtub, kui DNA-s on viga, näiteks retseptis puudub samm? Tulemuseks võib olla tõsine haigus.

Geeniteraapia on meditsiiniline tehnika, mis püüab probleemi lahendada selle algpõhjuses. Selle asemel, et ravida ravimite või kirurgiaga ainult sümptomeid, toimib geeniteraapia otse DNA-le, et viga parandada. See on nagu retsepti parandamine, et rooga saaks lõpuks õigesti valmistada.

Selleks on mitu võimalust:

- Mõnikord arstid **asendada defektne geenterve** koopiaga.
- Teinekord kasutavad nad spetsiaalseid tööriistu, näiteks **CRISPR-Cas9**, mida sageli nimetatakse "geneetilisteks käärideks", et **geeni parandama või muutma**.
- Mõnel juhul teadlased **lisa täiesti uus geen** mis aitab kehal haigusega võidelda.

Praktikas toimib protsess sageli nii: arstid võtavad patsiendilt rakke, saadavad need laborisse ja kasutavad geeniteraapia tehnikaid defektse geeni parandamiseks või asendamiseks. Pärast parandamist viiakse rakud tagasi patsiendi kehasse, kus nad hakkavad normaalselt toimima ja tootma tervislikke valke, mis varem puudusid (NIH, 2022; Mayo kliinik, 2023).

Üks selle lubaduse ilmsemaid näiteid on **verehaigused, näiteks talasseemia**. Selle haiguse põhjustab mutatsioon **HBB geen**, mis takistab organismil tootmast piisavalt hemoglobiini, valku, mis kannab veres hapnikku. Geeniteraapia abil saavad teadlased korrigeerida defektset HBB geeni patsiendi tüvirakkudes. Kui need parandatud rakud organismi tagasi viiakse, saavad nad hakata tootma terveid punaseid vereliblesid. Paljude patsientide jaoks võib see tähendada eluaegsete vereülekannete vajaduse vähendamist või isegi kaotamist (Cavazza jt, 2016).

Avasta:

Talasseemia on pärilik haigus, mis tekib siis, kui laps saab mõlemalt vanemalt defektsed geenid. Defekt peitub HBB geenis, mis vastutab osa





hemoglobiini tootmise eest. Ilma täielikult funktsioneeriva hemoglobiinita lagunevad punased verelibled liiga kiiresti, jättes keha hapnikuvaeseks (TIF, 2021).

Õpilased õpivad patsientide igapäevastest väljakutsetest: väsimus, kasvupeetus ja pidev vajadus vereülekannete järele. Luuüdi siirdamine võib aidata, kuid see nõuab sobivat doonorit, mis on haruldane (Mayo kliinik, 2023). Siinkohal liigume edasi uue geeniteraapia teaduse juurde. Kahjustatud vererakkude pideva asendamise asemel, mis oleks, kui saaksime DNA-s olevaid juhiseid parandada? Teadlased kasutavad nüüd selliseid vahendeid nagu CRISPR-Cas9, mida sageli nimetatakse "geneetilisteks käärideks", et defektne geneetiline järjestus välja lõigata ja asendada see terve versiooniga (NIH, 2022). Kujutage ette, et muudate retsepti, millest on puudu sõna, et rooga saaks lõpuks õigesti valmistada. Just seda geeniteraapia molekulaarsel tasandil teebki.

Käivita:

Kui õpilased on põhitõed selged, astuvad nad interaktiivse praktika kaudu teadlaste kingadesse.

AR-labori simulatsioonis kahanevad õppijad raku skaalale. Nad näevad DNA kaksikheeliksi, leiavad vigase HBB geeni ja seejärel kasutavad virtuaalset CRISPR-süsteemi selle lõikamiseks ja parandamiseks. Missiooni lõpuleviimisel jälgivad nad, kuidas parandatud rakud hakkavad tootma tervet hemoglobiini.

See harjutus muudab abstraktse teaduse millekski nähtavaks ja praktiliseks. Liitreaalsus muudab nähtamatud molekulid dünaamilisteks 3D-kogemusteks.

Lisaks simulatsioonile analüüsivad õpilased reaalseid juhtumeid talasseemiahaigetest, kes on juba saanud kasu eksperimentaalsetest geeniteraapiatest (Cavazza jt, 2016). Käegakatsutava klassiruumi





tegevusena saavad nad ehitada ka DNA-mudeleid helmeste või värviliste ribade abil, et simuleerida vigaste ja parandatud järjestuste erinevust.

Nende tegevuste kaudu ei õpi õpilased mitte ainult geeniteraapia kohta, vaid kogevad ka seda, kuidas see toimib ja miks see nii palju lootust pakub.

Täiustama:

Nüüd, kui õppijad on näinud, kuidas geeniteraapia saab vigast DNA-d parandada, kutsutakse neid üles mõtlema laiemalt.

Kasutades uuesti liitreaalsust, testivad nad keerukamaid stsenaariume: mis siis, kui korrigeeritakse ainult pooled patsiendi rakkudest? Kas see tehnika võiks aidata ka sirprakulise aneemia, mis on veel üks geneetiline verehaigus, korral? Kuidas saaks geeniteraapiat rakendada ka väljaspool verd asuvatele organitele?

Selles etapis kasutatakse kaasatuse süvendamiseks ka mängustamist. Õpilased teenivad edukate missioonide eest punkte ja märke, tõusevad loovuse edetabelites ja avavad uusi tasemeid, kus nad peavad ravima keerukamaid „virtuaalseid patsiente“. Koostöös üles ehitatud väljakutsed innustavad rühmi ühiselt strateegiaid kavandama, edendades meeskonnatööd ja teaduslikku suhtlust.

Kuid asi pole ainult teaduses, vaid ka eetikas. Juhendatud debattides arutavad õpilased keerulisi küsimusi: kas geeniteraapia peaks olema kättesaadav kõigile või ainult neile, kes saavad seda endale lubada? Millised riskid varitsevad meid inimese genoomi muutmisel? Need vestlused seovad klassiruumis õppimise reaalse maailma väljakutsetega, näidates, et teadus on alati seotud vastutusega.

Järeldus:

Selle teekonna lõpuks on õpilastel:





Uuris talasseemia geneetilisi juuri ja hemoglobiini tootmise taga olevat teadust.

Viis läbi praktilisi tegevusi alates liitreaalsuse missioonidest kuni DNA modelleerimiseni, et kogeda, kuidas geeniteraapia toimib.

Täiendasid oma teadmisi, mõtiskledes reaalseste juhtumite, eetiliste küsimuste ja geneetilise meditsiini tuleviku üle.

Liitreaalsus muutis molekulaarbioloogia nähtavaks, mängustamine kaasahaaravaks ja debatid sotsiaalselt oluliseks. Tudengid saavad koolist mitte ainult teadmised sellest, kuidas geeniteraapia võiks talasseemiat ravida, vaid ka sügavama arusaama sellest, mida tähendab elu enda koodi muutmine.

Geeniteraapia on enamat kui lihtsalt ravi – see esindab uut peatükki meditsiinis, kus pärilikke haigusi võidakse ühel päeval ravida nende algpõhjuses.

Faas	Kirjeldus
Avast	- Uuringud ja avastused: Selles esimeses etapis süvenevad õpilased talasseemia teaduslikesse alustesse. Nad avastavad, et see on geneetiline verehaigus, mille põhjustavad HBB geeni mutatsioonid, mis häirivad hemoglobiini tootmist. Ilma piisava hemoglobiinita ei suuda punased verelibled hapnikku tõhusalt transportida, mis viib kroonilise aneemia ja muude terviseprobleemideni (Thalassemia International Federation, 2021). Õppijatele tutvustatakse ka praeguseid ravimeetodeid, nagu tavalised vereülekanded ja luuüdi siirdamine. Need lahendused pikendavad eluiga, kuid ei ravi haigust ennast. See loob pinnase paljulubavale geeniteraapiale, mis on suunatud vigasele DNA-le endale, et taastada normaalne hemoglobiini tootmine (Cavazza jt, 2016).
	- Sisu arendus: Sisu on hoolikalt üles ehitatud, nii et õpilased mõistavad esmalt probleemi (mutatsioon, mis põhjustab hemoglobiini defekti), enne kui neile lahendust (geeniteraapiat) tutvustatakse. Õpetajad kasutavad selgeid diagramme, videoid ja analoogiaid, näiteks võrreldes defektset geeni retseptiga, mille juhised puuduvad, ja geeniteraapiat retsepti muutmise, et see uuesti töötaks.
	- Vajaduste analüüs: Keskkooliõpilastel on sageli raskusi mikroskoopiliste ja abstraktsete protsesside, näiteks DNA mutatsioonide või geenide redigeerimise, visualiseerimisega. Nad vajavad visuaalseid abivahendeid, üksikasjalikke selgitusi ja





	interaktiivseid tegevusi, et mõista nende keerukust. Õpilased peavad ka mõistma, miks geeniteraapia on oluline: teaduse ühendamine päris patsientide lugudega loob empaatiat ja õppimismotivatsiooni.
Käit vit a	- Õppekava rakendamine: Selles etapis saab teooriast praktika. Õpilased astuvad virtuaalne AR-labor , kus nad saavad DNA-d näha ja manipuleerida justkui raku sees. Õppekava juhendab neid vigase HBB geeni leidmise ja selle CRISPR-Cas9 abil parandamise protsessis.
	- Interaktiivsed harjutused: AR-missioon: Õpilased tuvastavad virtuaalse patsiendi DNA-s vigase HBB geeni, lõikavad selle CRISPR-tehnoloogiaga läbi ja sisestavad parandatud järjestuse. Seejärel jälgivad nad, kuidas punased verelibled hakkavad korralikult toimima. Juhtumiuuringu tegevus: Õpilased vaatavad üle talasseemia reaalse maailma geeniteraapia uuringud, võrreldes traditsiooniliste ravimeetodite tulemusi uute geneetiliste lähenemisviisidega.
	- Tagasiside kogumine: Kohene AR-tagasiside: rakendus näitab, kas geen korrigeeriti ja kas patsiendi rakud toodavad nüüd hemoglobiini. Õpetaja vaatlus, õpilase refleksioon.
Täi ust am a	- AR-integratsioon: AR-i on laiendatud, et testida edasijõudnutele mõeldud stsenaariume. Õpilased saavad uurida, mis juhtub, kui geeniteraapia korrigeerib ainult osa patsiendi rakkudest või kuidas sama tehnikat saaks rakendada ka teiste geneetiliste verehaiguste, näiteks sirprakulise aneemia korral. AR pakub turvalist keskkonda katsetamiseks võimalustega, mida ei saa päris klassiruumis korrata.
	- Interaktiivne õpe: Õpilasi julgustatakse kriitiliselt mõtlema: Kuidas geeniteraapia võiks vähendada vereülekannete vajadust?
	Mängustatud sisu: Punktid ja märgid: Teenitud iga eduka AR-geeni korrigeerimise missiooni eest. Edetabelid: Meeskonnad võistlevad täpsuse ja loovuse eest. Ülesanded ja tasemed: avatakse uusi väljakutseid, näiteks mitme vigase geeni parandamine või teiste häirete ravimeetodite väljatöötamine. Auhinnad uurimise eest: Boonus tunnustus õpilastele, kes toovad uudiste või uuringute põhjal näiteid hiljutistest geneetilistest läbimurretest. Koostöös mängustatud ülesanded: rühmad peavad virtuaalse patsiendi ravimiseks koostööd tegema, jagades ülesandeid nagu tulemuste kujundamine, redigeerimine ja esitlemine.
	AR-põhised hinnangud: Õpilased näitavad meisterlikkust geenide redigeerimise missioonide täitmisega. Nad selgitavad oma strateegiaid esitlustes või laboripäevikutes. Õpetajad hindavad täpsust, meeskonnatööd, loovust ja oskust siduda teadust eetikaga.

Viited

Mayo kliinik. (2023). Talasseemia – diagnoosimine ja ravi. Välja otsitud aadressilt <https://www.mayoclinic.org>.





Riiklikud Tervishoiuinstituudid (NIH). (2022). Mis on geeniteraapia? Välja otsitud aadressilt <https://medlineplus.gov/genetherapy.html>

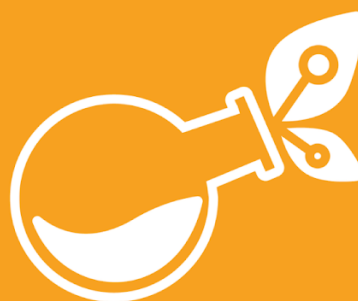
Rahvusvaheline Talasseemia Föderatsioon (TIF). (2021). Mis on talasseemia? Välja otsitud aadressilt <https://thalassaemia.org.cy>

Weatherall, D. J. ja Clegg, J. B. (2001). Talasseemia sündroomid (4. trükk). Blackwell Science.





Co-funded by
the European Union



BIOS4YOU AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY



Project Number: KA220-BW-23-30-126516

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.