



Co-funded by
the European Union

Sirprakuline aneemia aneemia ravi meetodid ja talasseemia



BIO4YOU
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



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."



Sissejuhatus

Selle dokumendi eesmärk on luua juhised projekti töötajate abistamiseks, kestegelevadkooskoolilapsed, 14–19-aastased, et luua ja kohandada harjutusi liitreaalsuse tehnoloogia abil.

Sel eesmärgil on loodud rida malle, mis määratlevad harjutusi metodoloogilisest, pedagoogilisest ja tehnoloogilisest vaatenurgast.

Hea kirjalik kirjeldus koos harjutuse piltide, videote või visanditega on ekspertidele idee mõistmiseks väga oluline. See on osa mallist „Üldine teave“.

Teisest küljest on oluline määratleda, millise STEM-teema/aine jaoks iga harjutus on mõeldud ja kuidas liitreaalsuse tehnoloogia saab õpilasi, töötajaid või sellest huvitatud inimesi nende harjutuste kasutamisel aidata. Lisaks saavad harjutusest huvitatud inimesed aru laiendatud teabe kasulikkusest ja on vaja selgitada selle eeliseid.

Iga harjutuse pakutava lisateabe määratlemise käigus saavad õpetajatega töötavad töötajad välja töötada uuenduslikke ideid, mis lihtsustavad õpetamiskontseptsioonide õppimist.

Kõik õpilased saavad vaadata professionaalide selgitatud sisu reaalses maailmas teksti, 3D-mudeli, pildi, video, heli kujul... See aitab neil keskenduda harjutusele ja omastada sellega seotud kontseptsioone kergemini.

See dokument koosneb järgmistest punktidest:

- Teave AR-tehnoloogia kohta
- Kuidas defineerida AR-harjutust tänu mall:
 - Üldine teave
 - Pedagoogilised spetsifikatsioonid



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."



- Tehnilised andmed

Üldine teave

Selles osas on vaja teatada geenistric harjutuse teave, et seda saaks ära tunda.

Harjutuse nimi:

Sirprakuline aneemia ja talasseemia

Kirjeldus
harjutused:

Tegevus kasutab liitreaalsust, et interaktiivsete küsimuste seeria kaudu mõista, kuidas teatud talasseemia vorme saab geeniteraapia abil ravida.

Osalejad:

Tegevus on mõeldud tegemiseks **individuaalselt**, millele järgneb valikuline grupimõtisklus. Individuaalne osalemine tagab, et iga õpilane teeb kogemuse jooksul oma otsuseid ise, mis soodustab isiklikku uudishimu.

Lõpus toimuvad grupiarutelud (valikulised) võimaldavad tulemusi võrrelda ja valikuid põhjendada, tugevdades koostööl põhinevat õppimist ja vastastikuseid tagasisidet.

Osalejate
vanusevahemik:

Vanuse alammäär: 17, vanuse ülemmäär: 19

Harjutus eeldab eelnevaid loodusteaduste baasteadmisi. Selles vanuses õpilased on kognitiivselt valmis abstraktseks mõtlemiseks, eetiliseks arutlemiseks ja reaalse maailma probleemide lahendamiseks.

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."



STEM-aine ja
konkreetne teema:

Harjutus käsitleb väljakutset muuta keeruline geeniteraapia mängulise hariduse kaudu arusaadavaks. Liitreaalsus aitab seda aspekti lihtsustada, näidates iga sammu selgel ja interaktiivsel viisil.

Mängustamise
protsess:

Laiendatud teabe
kirjalik või graafiline
kirjeldus:

Õpilased suhtlevad dr Alexiga, kes palub neil selle uue geeniteraapia abil patsienti päästa. Iga õpilase otsus peegeldab tema kiiret õppimisvõimet.

Teabekiht: otsustuspäringud ja visuaalse tagasiside efektid.

Ujuvad 3D-valikud: õpilased valivad õige vastuse.

Staatilised AR-keskkonnad: interaktiivne test.

AR-kogemus põhineb pildituvastuse või QR-märgiste abil ega nõua füüsilist liikumist: see on loodud kasutamiseks laual või koolipingil.

Vajalikud on
välised (või
lisa)tööriistad

AR-võimalustega mobiilseade või tahvelarvuti.
Internetiühendus faili esmaseks laadimiseks. Prinditud
AR-markeri leht (valikuline) või ekraanil kuvatav päästikpilt.

Lingid (videod,
pildid, tekst veebis
jne).

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/>

BIO4YOU
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."



Pedagoogilised spetsifikatsioonid

Siia kogume teavet selle kohta, kuidas harjutust kasutada õppimises sessioon ning selle kasutamise tulemused ja eelised pedagoogilisest vaatenurgast.

Kuidas saab seda täiendatud teavet kasutada STEAM-teema käsitlemiseks õpilaste jaoks huvitaval viisil?

Kasutades mobiilseadet (tahvelarvuti või telefon), skaneerivad õpilased QR-koodi, mis viib nad mängu. Kui nad on mängus sees, peavad nad rääkima peategelasega ning saavad seejärel oma keskkonnas ringi liikuda.

Milliseid pedagoogilisi eesmärke selle stsenaariumi abil saavutatakse?

Selle mängu õppe-eesmärk on arendada õpilaste loogilist mõtlemist. Õpilased peavad kujutlema olukorda, millesse nad on sattunud, ning vastama, kasutades teadmisi, mida nad omandavad reaalses maailmas.

Milliseid tulemusi selle kasutamisega oodatakse?

Aneemia ja talasseemia on kaks levinud haigust, mis vajavad suuremat teadlikkust ja teadmisi. Koolis omandatud teadmiste rakendamine ning uue valdkondliku uurimistöö integreerimine suurendab õpilaste huvi selle teema vastu.

Millist kasu selle kasutamisest oodatakse?

Õpilased saavad täiendada oma tehnilisi ja IT-oskusi liitreaalsuse kasutamise kaudu. Parandades oma kehatunnetust ja liigutusi, arendavad nad oskusi, mis on tulevikus kasulikud. Mänguline formaat muudab õpikogemuse nauditavamaks ning suurendab empaatiat keeruliste ja raskesti mõistetavate teemade käsitlemisel.



Co-funded by
the European Union

Tehniliised andmed



BIO4YOU
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."





AR-INFORMATSIOON

Tehnoloogia

<https://edu.delightex.com/Studio/Space/3iHSB5FEyFHnStnWMarker>

Kui on vaja markerit,
siis markeri kirjeldus



Riistvara ja
vajalik tarkvara:

arvuti, nutitelefon, tahvelarvuti, kaamera.

Laiendatud andmete
tüüp

Pildid; Tekst; 3D-mudelid

AR-andmete kirjalik
kirjeldus

Tudengid alustavad kogemust markeri skannimise või AR-rakenduse avamisega oma mobiilseadmes või tahvelarvutis. Hoone ilmub ekraanile koos dr Alexiga sissepääsu juures, kes kutsub tudengi teraapia rakendamises osalema.

Ükshaaval õpivad õpilased, kuidas see haigus toimib ja kuidas sekkuda konkreetsete ja loogiliste küsimuste abil.

Tegevus viiakse läbi individuaalselt, kuid see võib lõppeda klassis arutelu või refleksiooniga tulemuste võrdlemiseks ja arusaamade jagamiseks.

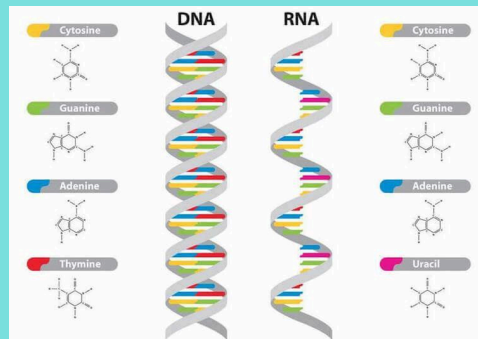
3 GENERATIONS
FAULTY

Project Number: KA226-BW-23-S0-126516

"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."



Kui pilt



Kui tekst



Geneetiline missioon: Päästa Sofia

[Kaanepilt: labor/haigla]

Tere**Doktor Alex!**

Tere tulemast Täiustatud Geeniteraapia Keskusesse. Täna algab erakordne missioon, mis võib muuta noore patsiendi elu.



Tutvu Sofiaga

Sofia on 16-aastane ja armastab võrkpalli mängida, aga **beeta-talasseemia** majortakistab tal normaalset elu elamast. Iga 2-3 nädala tagant vajab ta vereülekandeid, sest tema keha ei tooda piisavalt funktsionaalset hemoglobiini.

Probleem? Geneetiline mutatsioon, mis on päritud tema vanematelt.



Lahendus: CRISPR-Cas9

3 GENERATIONS
FAULTY

Project Number: KAZ20-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."



Teil on juurdepääs tänapäeva meditsiini kõige revolutsioonilisemale tehnoloogiale: **CRISPR-Cas9**, "molekulaarsed käärid", mis võimaldavad meil DNA-d ümber kirjutada.

Sinu eesmärk: modifitseerida Sofia tüvirakke, et taasaktiveerida loote hemoglobiini tootmine, mis toimib suurepäraselt isegi täiskasvanutel!

Kas oled valmis alustama?

💡 **Huvitav fakt** CRISPR on lühend sõnadest "Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats" (klastritesse paigutatud regulaarselt paiknevad lühikesed palindroomsed kordused) – aga ärge muretsege, keegi ei nimeta seda nii!

[NUPP: ALUSTAGE 1. FAASI →]



1. ETAPP: Tüvirakkude kogumine

[Pilt: tüvirakud või luuüdi]

Sofia on esimeseks sammuks valmis. Sa pead koguma vereloome tüvirakke, mida seejärel CRISPR-i abil modifitseeritakse.

Need spetsiaalsed rakud on kõikide punaste vereliblede, valgete vereliblede ja trombotsüütide "emad". Kui neid on muudetud ja tagasi sisestatud, toodavad nad kogu eluks terveid rakke!

? KÜSIMUS 1

Kust te Sofia vereloome tüvirakke kogute?

- A) 🧠 Ajust17
- B) 🦴 Luuüdist
- C) ❤️ Maksast
- D) 🫁 Kopsudest

[Vastuse sisestamine]



TAGASISIDE (õige vastuse korral - B)

3 GENERATIONS
FAULTY

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."



Täpselt nii, doktor Alex!

Hematopoeetilisi tüvirakke leidub **luuüdi**, eriti lamedate luude, näiteks vaagna (niudeluu hari), puhul. Emaka eemaldamine toimub spetsiaalse nõelaga anesteesia all.

Need rakud on uskumatud: nad suudavad iseenesest uueneda ja diferentseeruda igat tüüpi vererakkudeks!



Teaduslikud andmed:

- Täiskasvanu toodab umbes **200 miljardit** punaseid vereliblesid iga päev
- Luuüdis on umbes **0,01–0,1%** tüvirakud
- Raviks on vaja miljoneid rakke, mida laboris paljundatakse.



Edusammud: 1/4 etappi on läbitud

[NUPP: JÄTKA 2. FAASIGA →]



TAGASISIDE (vale vastuse korral)

Mitte päris!

Hematopoeetilisi tüvirakke leidub **luuüdi** (vastus B), eriti lamedate luude, näiteks vaagna puhul.

Ajus, maksas ja kopsudes on teist tüüpi rakke, aga mitte neid, mis verd toodavad!



Vihje Mõelge sellele, kus keha pidevalt uusi vererakke "toodab"...



Edusammud: 1/4 etappi on läbitud

[NUPP: JÄTKA 2. FAASIGA →]



2. FAAS: Geneetilise sihtmärgi tuvastamine

[Pilt: DNA topeltheeliks ehk BCL11A geen]

3 GENERATIONS
FAULTY

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."



Tubli töö! Sofia rakud on nüüd laboris kultiveeritud. On aeg täpselt aru saada, mida muuta.

Tema DNA-s on mutatsioon geenis, mis toodab täiskasvanute hemoglobiini. Aga on olemas nutikas alternatiiv...

? KÜSIMUS 2

[Näita diagrammi: BCL11A geen on aktiivne → blokeerib loote hemoglobiini]

ÕIGE või VÄÄR?

"Talassemia korral saame CRISPR-i abil deaktiveerida BCL11A geeni. See võimaldab organismil jätkata loote hemoglobiini (HbF) tootmist, mis toimib suurepäraselt isegi täiskasvanutel."

- ☐ TÕSI
- ☐ VALE

[Vastuse sisestamine]

✓ TAGASISIDE (kui ÕIGE - õige)

Täpselt! Sa oled aru saanud selle ravi taga peituvast geniaalsest strateegiast.

Kui me oleme emaülas, siis me kasutame **loote hemoglobiini (HbF)**, mis kannab hapnikku suurepäraselt edasi. Pärast sündi **BCL11A** geen "lülitab selle välja" ja me aktiveerime täiskasvanu hemoglobiini (HbA).

Aga kui täiskasvanu hemoglobiin on defektne (nagu Sofias), saame:

1. Kasutage CRISPR-i **BCL11A deaktiveerimine**
2. **Taaskäivitame** loote hemoglobiini tootmine
3. Tulemus: funktsionaalne hemoglobiin kogu eluks!

Uudishimulik fakt Mõnes populatsioonis (nt Saudi Araabias) on BCL11A loomulikult vähem aktiivne. Nad elavad

3 GENERATIONS
FAULTY

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."



lootehemoglobiiniga suurepäraselt isegi täiskasvanuna ja on malaaria eest kaitstud!

 **Edusammud: 2/4 etappi on lõpetatud**

3. FAAS: CRISPR-Cas9 redigeerimine

[Pilt: CRISPR-süsteem lõikab DNA-d]

Oluline hetk on käes! Sa pead programmeerima CRISPR-Cas9 süsteemi muutma Sofia rakkudes BCL11A geeni kirurgilise täpsusega.

KÜSIMUS 3

Ühenda iga CRISPR-i komponent oma õige rolliga:

Lohista ja ühenda:

KOMPONENDID:

1.  Juht-RNA (gRNA)
2.  Cas9 valk
3.  Sihtjärjestus (BCL11A)
4.  Rakkude parandamise süsteem

ROLLID:A) DNA täpne koht modifitseerimiseks – DNA sihtmärk
B) "Molekulaarsed käärid", mis lõikavad DNA-d - Molekulaarsed käärid
C) "GPS", mis toob Cas9 õigesse kohta – Sihtmärgi juhend
D) Mehhanism, mis sulgeb lõike, deaktiveerides geeni - DNA parandamine

[Lohistage ja asetage sobiv ala või mitu valikut]

GENERATIONS
WORKING FOR THE USE OF ACCELERATED 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."



✓ TAGASISIDE (kui õige: 1-C, 2-B, 3-A, 4-D)

Suurepärase, doktor Alex! Sa oled CRISPR-i mehhanismist suurepäraselt aru saanud!



Kuidas CRISPR-Cas9 töötab:

1. Juht-RNA (gRNA)= GPS 🗺️

- Sisaldab 20 nukleotiidjärjestust, mis on komplementaarne BCL11A geeniga
- Juhib süsteemi täpselt õigesse punkti DNA-s

2. Cas9 valk= käärid ✂️

- Seondub juht-RNA-ga
- Lõikab mõlemad DNA ahelad sihtpunktis

3. Sihtmärkide järjestus= eesmärk 🎯

- BCL11A geeni täpne deaktiveerimispunkt
- Soovimatute kärbeta vältimiseks peab olema genoomis ainulaadne

4. Rakkude parandamine= pitser 🔧

- Rakk püüab lõiget "parandada".
- Kuid toob kaasa väikesed vead, mis deaktiveerivad BCL11A geeni
- Tulemus: loote hemoglobiini blokeerimine pole enam lõppenud!



CRISPR-i täpsus:

- Täpsus: ~99,9% õige sihtmärgi puhul
- Monteerimisaeg: 24–48 tundi kultuuris
- Edukalt modifitseeritud rakud: 80–90%



Kas teadsid? Jennifer Doudna ja Emmanuelle Charpentier võitsid 2020. aastal Nobeli keemiaauhinna CRISPR-Cas9 avastamise eest!



Edusammud: 3/4 etappi on läbitud

3 GENERATIONS
FAULTY

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."



[NUPP: LÖPPFAAS →]



4. ETAPP: Rakkude tagastamine Sofiale

[Pilt: rakkude infusioon või patsient haiglas]

Sofia rakud on edukalt modifitseeritud! Laboris olete kinnitanud, et:

- ☒ BCL11A geen on deaktiveeritud
- ☒ Rakud toodavad loote hemoglobiini
- ☒ DNA teistes osades ei esine soovimatuid modifikatsioone

Nüüd on aeg need modifitseeritud rakud Sofia kehasse tagasi süstida, et nad saaksid oma tööd kogu elu teha.

? KÜSIMUS 4

Millist ravi peab Sofia saama enne modifitseeritud rakkude tagasiinfusiooni?

- A) Mitte midagi, rakud infundeeritakse kohe uuesti
- B) Keemiaravi vanade tüvirakkude hävitamiseks
- C) Oota 10 aastat, et näha, kas nad laboris töötavad
- D) Külmuta rakud edaspidiseks kasutamiseks

[Vastuse sisestamine]



TAGASISIDE (õige vastuse korral - B)

Täpselt! Tubli töö, doktor Alex!

Enne siirdamist saab Sofiakonditsioneeriv keemiaravi(tavaliselt busulfaan). See ravi:

1. **Kõrvaldab**vanad tüvirakud luuüdist
2. **Teeb ruumi**uute CRISPR-modifitseeritud rakkude jaoks
3. **Lubab**modifitseeritud rakud siirdumiseks ja paljunemiseks

OU

3 GENERATIONS
FALITY

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."



July 17

Ravi ajakava:

- 0. nädal Tüvirakkude kogumine
- 1.–4. nädal CRISPR-i redigeerimine laboris
- 5. nädal Konditsioneeriv keemiaravi
- 6. nädal Modifitseeritud rakkude reinfusioon (nagu vereülekanne)
- 6.–12. nädal Rakkude siirdumine luuüdisse
- 3.–6. kuu Tervislike punaste vereliblede tootmise algus
- 6 kuu pärast Sofia ei vaja enam vereülekanneid! 🎉



Tegelikud kliinilised tulemused:

- Ravitud patsiente: üle 100 kogu maailmas (2024)
- Edukuse määr: ~95%
- Mõju kestus: püsiv (tüvirakud elavad kogu elu)
- Peamised kõrvaltoimed: seotud keemiaraviga, mitte CRISPR-iga



MISSION TÄIDETUD!

Kui video

-

Kui heli

-

Kui 3D-mudel

Vajalikud formaadid on: .obj, .stl.

BIOS4YOU
AR 2.0

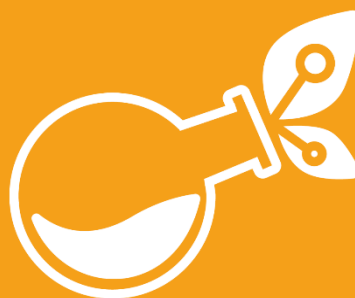
BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY

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



BIO54YOU

AR 2.0

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