



Co-funded by
the European Union

(3) DNR taisymas ligų gydymui



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."

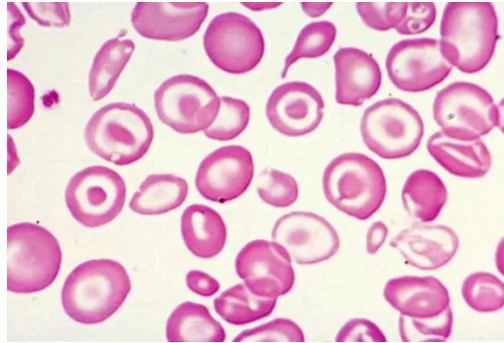




Turinys

Ivadas.....	3
Tyrinėjimas.....	4
Taikymas.....	5
Gilinimas.....	6
Išvada.....	6





Bendra mokymosi kelio tema	DNR taisymas ligų gydymui
Konkretus mokymosi vieneto pavadinimas	<u>Kodo taisymas</u>
Tikslinių vartotojų amžius	14–18 metų
Reikalavimai besimokančiajam	Pagrindinės ląstelių biologijos žinios (DNR, genai, baltymai, kraujas). Išvadinis genetinio paveldėjimo supratimas. Susipažinimas su mutacijų idėja ir jų poveikiu. Atvirumas diskusijoms apie genetinės medicinos etines ir socialines pasekmes.
Mokymosi vieneto aprašymas	Šiame skyriuje besimokantieji supažindinami su talasemija – kraujo liga, kurią sukelia HBB geno mutacijos, trukdančios gamintis normaliam hemoglobinui. Pirmiausia mokiniai sužinos, kas yra talasemija ir kaip ji veikia organizmą. Tada jie nagrinės, kaip genų terapija – naudojant tokias priemones kaip CRISPR-Cas9 – gali pataisyti arba pakeisti ydingą DNR, taip suteikdama galimybę išgydyti ligą. Šis skyrius atitinka „Tyrinėk – vykdyk – tobulink“ metodiką: Naršyti: Kurti žinių apie talasemiją ir genų terapiją pagrindą. Vykdyti: naudojant papildytosios realybės simuliacijas ir praktinius pratimus, praktikuojantis „taisyti“ klaidingus genus.





	Tobulinti: Apmąstymai apie pažangias taikomąsias programas, etines diskusijas ir genetinių terapijų ateitį.
Tema: Dalyvaujančios šalys	Biologija, sveikatos mokslai, genetika, etika, IKT / skaitmeninis raštingumas. Dalyvaujančios šalys: studentai (besimokantieji ir tyrėjai), dėstytojai (moderatoriai), potencialūs kviestiniai ekspertai (genetikai, medicinos specialistai).
Raktiniai žodžiai	Talasemija, hemoglobinas, kraujo sutrikimai, genų terapija, CRISPR, biotechnologija, DNR redagavimas, etika.
Pagrindinės kvalifikacijos, įgūdžiai ir žinios, kurias galima įgyti	Žinios: Studentai įgyja supratimą apie talasemiją ir jos genetinę priežastį (HBB mutaciją), sužino apie dabartinius gydymo būdus (transfuzijas, kaulų čiulpų transplantacijas), suvokia genų terapijos ir CRISPR-Cas9 principus bei nagrinėja etinius ir socialinius debatus apie genetinį redagavimą. Įgūdžiai: Jie lavina gebėjimą analizuoti atvejų studijas, naudoti papildytosios realybės įrankius DNR redagavimui vizualizuoti, bendradarbiauti mokslinėse komandose ir kritiškai apmąstyti biotechnologijų keliamą riziką ir galimybes. Kompetencijos: Studentai mokosi taikyti genetines žinias sprenddami realius medicininius iššūkius, vertinti kylančių technologijų poveikį visuomenei ir ugdyti atsakingą, refleksyvių požiūrį į genetines inovacijas.
Naudoti ištekliai ir didaktinės priemonės	Interaktyvūs įrankiai: CRISPR-Cas9 AR modeliavimas redaguojant klaidingus genus. Praktiniai DNR modeliai su karoliukais arba popierinėmis juostelėmis. Skaitmeniniai laboratoriniai žurnalai studentų apmąstymams.
Vertinimo kriterijai ir vertinimas	Žinios: Talasemijos, hemoglobino ir genų terapijos koncepcijų supratimas. Įgūdžiai: Gebėjimas naudoti papildytąją realybę genų korekcijai imituoti; dalyvavimas modeliavimo ir atvejų analizės veikloje.





	Bendradarbiavimas: aktyvus indėlis į grupinius projektus ir kolegų diskusijas. Kūrybiškumas: novatoriški požiūriai į AR iššūkius arba terapijos strategijų kūrimas. Refleksija: dalyvavimas etikos debatuose ir apgalvoti įrašai laboratorijos žurnaluose.
--	---

Įvadas

Talasemija yra liga, dėl kurios kraujas negali pernešti pakankamai deguonies. Iš tiesų, ja sergantys žmonės jaučiasi nuolat pavargę, turi blyškia odą ir kiekvieną mėnesį turi vykti į ligoninę kraujo perpylimui, kad išgyventų.

Su tokia realybe susiduria daugelis žmonių, sergančių talasemija – genetiniu kraujo sutrikimu, kuris paveikia hemoglobina – raudonuosiuose kraujo kūneliuose esantį baltymą, pernešantį deguonį po visą kūną (Tarptautinė talasemijos federacija, 2021 m.).

Dešimtmečius gydymas apėmė reguliarias kraujo perpylimus ir kartais kaulų čiulpų transplantaciją (Weatherall ir Clegg, 2001). Šie metodai padeda, tačiau jie neišgydo ligos ir yra rizikingi. Tačiau šiandien mokslas atveria naujas duris: genų terapiją. Užuo gydžiusi simptomus, genų terapija suteikia galimybę ištaisyti patį defektinį geną. Talasemijos atveju tai reiškia hemoglobino gamybos instrukcijų taisymą, kad organizmas pagaliau galėtų gaminti sveikus raudonuosius kraujo kūnelius (Cavazza ir kt., 2016; NIH, 2022).

Šiame skyriuje studentai kviečiami leisti į kelionę po šią medicinos revoliuciją. Žingsnis po žingsnio tyrinėsimė, kas yra talasemija, atliksime interaktyvius eksperimentus papildytosios realybės (AR) pagalba, kurie parodys, kaip veikia genų terapija, ir galiausiai praplėsime savo supratimą įsivaizduodami genetinės medicinos galimybes, iššūkius ir etinius klausimus.

Genų terapija: kūno instrukcijų perrašymas

Kiekviena mūsų kūno ląstelė turi instrukcijų rinkinį: mūsų DNR. Šios instrukcijos nurodo ląstelėms, kaip gaminti baltymus, kurie savo ruožtu





leidžia mūsų kūnui funkcionuoti. Bet kas nutinka, kai DNR yra klaida, pavyzdžiui, trūksta recepto žingsnio? Pasekmė gali būti sunki liga.

Genų terapija yra medicininė technika, kuria bandoma išspręsti problemą pačioje jos priežastyje. Užuo gydžiusi tik simptomus vaistais ar chirurgija, genų terapija tiesiogiai veikia DNR, kad ištaisytų klaidą. Tai tarsi recepto taisymas, kad patiekalas pagaliau būtų paruoštas teisingai.

Yra keli būdai tai padaryti:

- Kartais gydytojai **pakeisti defektinį geną** su sveika kopija.
- Kitais atvejais jie naudoja specialius įrankius, pvz. **CRISPR-Cas9**, dažnai vadinamos „genetinėmis žirkklėmis“, **pataisyti arba modifikuoti geną**.
- Kai kuriais atvejais mokslininkai **pridėti visiškai naują geną** kuris padeda organizmui kovoti su liga.

Praktiškai procesas dažnai vyksta taip: gydytojai paima paciento ląsteles, siunčia jas į laboratoriją ir, naudodami genų terapijos metodus, ištaiso arba pakeičia defektinį geną. Ištaisytos ląstelės grąžinamos į paciento organizmą, kur jos pradeda normaliai funkcionuoti ir gaminti sveikuosius baltymus, kurių anksčiau trūko (NIH, 2022; Mayo klinika, 2023).

Vienas ryškiausių šio pažado pavyzdžių yra **kraujo sutrikimai, tokie kaip talasemija**. Šią ligą sukelia mutacija **HBB genas**, kuris neleidžia organizmui gaminti pakankamai hemoglobino – baltymo, kuris perneša deguonį kraujyje. Taikydami genų terapiją, mokslininkai gali ištaisyti defektinį HBB geną paciento kamieninėse ląstelėse. Kai šios pataisytos ląstelės vėl įvedamos į organizmą, jos gali pradėti gaminti sveikus raudonuosius kraujo kūnelius. Daugeliui pacientų tai gali reikšti sumažėjusį ar net visiškai pašalintą poreikį kraujo perpylimams visą gyvenimą (Cavazza ir kt., 2016).

Tyrinėjimas

Talasemija yra paveldima liga, kuria serga vaikas, gavęs defektinius genus iš abiejų tėvų. Defektas slypi HBB gene, kuris yra atsakingas už dalies





hemoglobino gamybą. Be pilnai funkcionuojančio hemoglobino raudonieji kraujo kūneliai per greitai suyra, todėl organizmas negauna deguonies (TIF, 2021).

Studentai sužino apie kasdienes iššūkius, su kuriais susiduria pacientai: nuovargį, sulėtėjusį augimą ir nuolatinį kraujo perpylimų poreikį. Kaulų čiulpų transplantacija gali padėti, tačiau joms reikalingas suderinamas donoras, o tai pasitaiko retai („Mayo“ klinika, 2023 m.). Dabar pereiname prie naujojo mokslo – genų terapijos. Užuoat nuolat keisdami pažeistus kraujo kūnelius, kas būtų, jei galėtume ištaisyti DNR instrukcijas?

Mokslininkai dabar naudoja tokias priemones kaip CRISPR-Cas9, dažnai vadinamas „genetinėmis žirkklėmis“, kad iškirptų ydingą genetinę seką ir pakeistų ją sveika versija (NIH, 2022 m.). Įsivaizduokite, kad modifikuojate receptą, kuriame trūksta žodžio, kad patiekalą pagaliau būtų galima paruošti teisingai. Būtent tai ir daro genų terapija molekulinio lygmeniu.

Taikymas

Kai mokiniai supranta pagrindus, jie interaktyvios praktikos metu įsijaučia į mokslininkų kailį.

AR laboratorijos simuliacijoje besimokantieji susitraukia iki ląstelės mastelio. Jie gali matyti DNR dvigubą spiralę, surasti klaidingą HBB geną ir tada, naudodami virtualią CRISPR sistemą, jį perpjauti ir pataisyti. Atlikdami misiją, jie stebi, kaip pataisytos ląstelės pradeda gaminti sveiką hemoglobiną.

Šis pratimas abstraktų mokslą paverčia kažkuo matomu ir praktiškai naudojamu. AR nematomas molekules paverčia dinamiškomis 3D patirtimis.

Greta simuliacijos mokiniai analizuoja realius talasemija sergančių pacientų, kuriems jau buvo taikyta eksperimentinė genų terapija, atvejų tyrimus (Cavazza ir kt., 2016). Kad būtų galima atlikti praktinę veiklą





klasėje, jie taip pat gali kurti DNR modelius iš karoliukų arba spalvotų juostelių, kad imituotų skirtumą tarp klaidingų ir pataisytų sekų.

Per šias veiklas mokiniai ne tik sužino apie genų terapiją, bet ir patiria, kaip ji veikia ir kodėl teikia tiek daug vilties.

Gilinimas

Dabar, kai besimokantieji pamatė, kaip genų terapija gali pataisyti ydingą DNR, jie kviečiami mąstyti plačiau.

Vėl naudodami papildytąją realybę (AR), jie išbando sudėtingesnius scenarijus: kas būtų, jei būtų pakoreguota tik pusė paciento ląstelių? Ar ši technika galėtų padėti ir gydant pjautuvinę anemiją – dar vieną genetinį kraujo sutrikimą? Kaip genų terapija galėtų būti taikoma ne tik kraujo organams?

Šiame etape taip pat naudojamas žaidimų elementas, siekiant pagilinti įsitraukimą. Mokiniai už sėkmingas misijas renka taškus ir ženklelius, kyla kūrybiškumo lyderių lentelėse ir atrakina naujus lygius, kuriuose jie turi gydyti sudėtingesnius „virtualius pacientus“. Bendradarbiavimo iššūkiai skatina grupes kartu kurti strategijas, skatina komandinį darbą ir mokslinę komunikaciją.

Tačiau tai ne tik apie mokslą, bet ir apie etiką. Vadovaujamuose debatuose mokiniai nagrinėja sudėtingus klausimus: ar genų terapija turėtų būti prieinama visiems, ar tik tiems, kurie gali ją sau leisti? Su kokia rizika susidursime, jei redaguosime žmogaus genomą? Šie pokalbiai susieja mokymąsi klasėje su realaus pasaulio iššūkiais, parodydami, kad mokslas visada susijęs su atsakomybe.

Išvada

Iki šios kelionės pabaigos studentai turės:





Tyrinėjo talasemijos genetines šaknis ir hemoglobino gamybos mokslinį pagrindą.

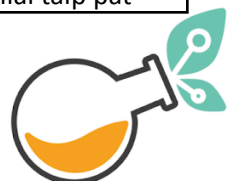
Vykdė praktines veiklas – nuo papildytosios realybės misijų iki DNR modeliavimo, – kad patirtų, kaip veikia genų terapija.

Patobulino savo žinias apmąstydami realius atvejus, etinius klausimus ir genetinės medicinos ateitį.

Papildytoji realybė molekulinę biologiją padarė matomą, žaidimų elementai – įtraukiantį, o diskusijos – socialiai aktualų. Studentai ne tik įgyja žinių, kaip genų terapija gali išgydyti talasemiją, bet ir gilesnį supratimą apie tai, ką reiškia pakeisti patį gyvenimo kodą.

Genų terapija yra daugiau nei gydymas – ji žymi naują medicinos skyrių, kuriame paveldimas ligas vieną dieną galima ištaisyti jų priežastyje.

Fazė	Aprašymas
Tyrinėjimas	- Tyrimai ir atradimai: Šiame pirmajame etape studentai gilinasi į mokslinius talasemijos pagrindus. Jie atranda, kad tai genetinis kraujo sutrikimas, kurį sukelia HBB geno mutacijos, sutrikdančios hemoglobino gamybą. Neturėdami pakankamai hemoglobino, raudonieji kraujo kūneliai negali efektyviai pernešti deguonies, todėl atsiranda lėtinė anemija ir kitos sveikatos komplikacijos (Tarptautinė talasemijos federacija, 2021 m.). Besimokantieji taip pat supažindinami su dabartiniais gydymo būdais, tokiais kaip įprasti kraujo perpylimai ir kaulų čiulpų transplantacija. Šie sprendimai pailgina gyvenimą, bet neišgydo ligos. Tai sudaro sąlygas genų terapijos perspektyvai, kuri nukreipta į pačią ydingą DNR, siekiant atkurti normalią hemoglobino gamybą (Cavazza ir kt., 2016).
	- Turinio kūrimas: Turinys yra kruopščiai struktūrizuotas, kad mokiniai pirmiausia suprastų problemą (mutaciją, sukeliančią hemoglobino defektą), o tik tada susipažintų su sprendimu (genų terapija). Mokytojai naudoja aiškias diagramas, vaizdo įrašus ir analogijas, pavyzdžiui, lygina defektinį geną su receptu be instrukcijų, o genų terapiją – su recepto modifikavimu, kad jis vėl veiktų.
	- Poreikių analizė: Vidurinių mokyklų mokiniams dažnai sunku įsivaizduoti mikroskopinius ir abstrakčius procesus, tokius kaip DNR mutacijos ar genų redagavimas. Jiems reikia vaizdinių priemonių, išsamių paaiškinimų ir interaktyvių užsiėmimų, kad suprastų šių procesų sudėtingumą. Mokiniai taip pat





	turi suprasti, kodėl genų terapija yra svarbi: mokslo susiejimas su realiomis pacientų istorijomis ugdo empatiją ir motyvaciją mokytis.
Taikymas	- Mokymo programos įgyvendinimas: Šiame etape teorija tampa praktika. Studentai pradeda virtuali AR laboratorija , kur jie gali matyti ir manipuluoti DNR taip, lyg būtų ląstelės viduje. Mokymo programa veda juos per klaidingo HBB geno paieškos ir jo taisymo naudojant CRISPR-Cas9 procesą.
	- Interaktyvūs pratimai: AR misija: mokiniai virtualaus paciento DNR atpažįsta klaidingą HBB geną, jį perkerpa CRISPR metodu ir įterpia pataisytą seką. Tada jie stebi, kaip raudonieji kraujo kūneliai pradeda tinkamai funkcionuoti. Atvejo analizės veikla: mokiniai apžvelgia realius genų terapijos tyrimus, atliktus gydant talasemiją, lygindami tradicinio gydymo rezultatus su naujais genetiniais metodais.
	- Atsiliepimų rinkimas: Momentinis AR grįžtamasis ryšys: programėlė rodo, ar genas buvo pataisytas ir ar paciento ląstelės dabar gamina hemoglobiną. Mokytojo stebėjimas, mokinio refleksija.
Gilinimas	- AR integracija: AR išplėsta, kad būtų galima išbandyti sudėtingesnius scenarijus. Studentai gali tyrinėti, kas nutinka, jei genų terapija koreguoja tik dalį paciento ląstelių, arba kaip ta pati technika galėtų būti taikoma kitiems genetiniams kraujo sutrikimams, pavyzdžiui, pjautuvinei ląstelių anemijai, gydyti. AR suteikia saugią aplinką eksperimentuoti su galimybėmis, kurių negalima atkartoti realioje klasėje.
	- Interaktyvus mokymasis: mokiniai skatinami kritiškai mąstyti: Kaip genų terapija gali sumažinti kraujo perpylimų poreikį?
	Žaidimo turinys: Taškai ir ženkleliai: Uždirbami už kiekvieną sėkmingą AR genų taisymo misiją. Lyderių lentelės: komandos varžosi tikslumu ir kūrybiškumu. Užduotys ir lygiai: atrakinami nauji iššūkiai, pavyzdžiui, kelių klaidingų genų ištaisymas arba kitų sutrikimų gydymo būdų kūrimas. Apdovanojimai už tyrinėjimus: premija studentams, kurie pateikia naujausių genetinių proveržių pavyzdžių iš naujienų ar tyrimų. Bendradarbiaujamos žaidimo pagrindu sukurtos užduotys: grupės turi dirbti kartu, kad išgydytų virtualų pacientą, pasidalindamos tokias užduotis kaip rezultatų kūrimas, redagavimas ir pateikimas.
	AR pagrįsti vertinimai: Studentai demonstruoja meistriškumą atlikdami genų redagavimo misijas. Jie savo strategijas aiškina pristatymuose arba laboratoriniuose žurnaluose. Mokytojai vertina tikslumą, komandinį darbą, kūrybiškumą ir gebėjimą susieti mokslą su etika.

Literatūra



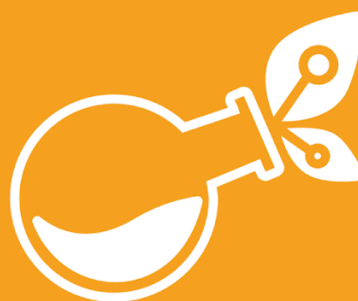


- Mayo klinika. (2023). Talasemija – diagnozė ir gydymas. Gauta iš <https://www.mayoclinic.org> .
- Nacionaliniai sveikatos institutai (NIH). (2022). Kas yra genų terapija? Gauta iš <https://medlineplus.gov/genetherapy.html>
- Tarptautinė talasemijos federacija (TIF). (2021). Kas yra talasemija? Gauta iš <https://thalassaemia.org.cy>
- Weatherall, D. J. ir Clegg, J. B. (2001). Talasemijos sindromai (4-asis leidimas). „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.