



Co-funded by
the European Union

Fotobiomoduliacija – kaip silpna šviesa padeda kūnui gyti



BIOS4YOU
AR 2.0

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

Project Number: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000126516

"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."

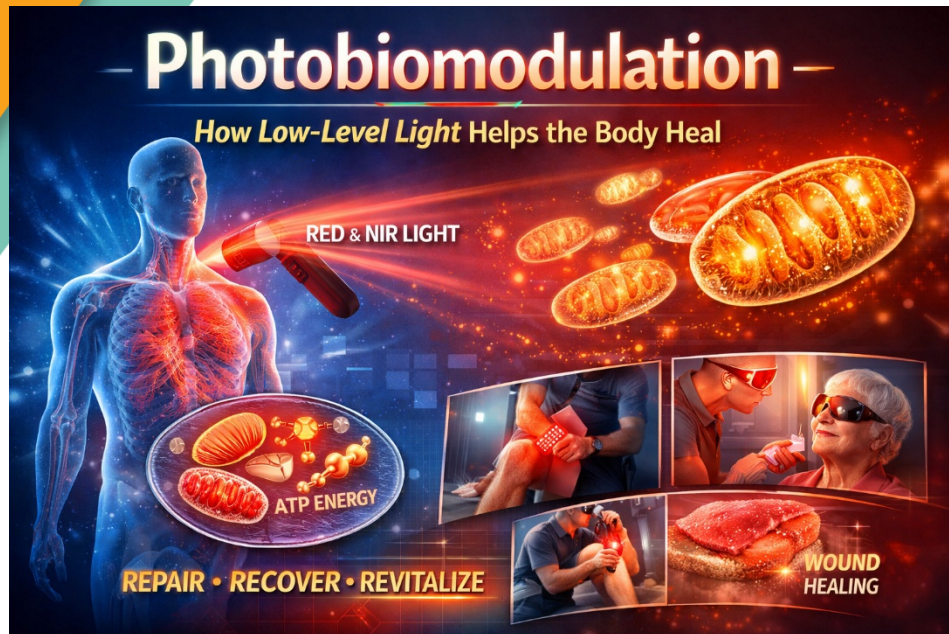




TURINYS

Įvadas.....	5
1 skyrius: Tyrinėjimas.....	7
Šviesa kaip spalvų miškas	7
Fotonai: mažyčiai pasiuntiniai.....	7
2 skyrius: Taikymas	11
3 skyrius: Gilinimas.....	13
Papildyta realybė gilesniam supratimui.....	13
Išvada.....	15
Literatūra	17





Bendra mokymosi kelio tema	Biofotonika
Konkretus mokymosi vieneto pavadinimas	Fotobiomoduliacija – kaip silpna šviesa padeda kūnui gyti
Tikslinių vartotojų amžius	16–18 metų
Reikalavimai besimokančiajam	Kad šis fotobiomoduliacijos (PVM) mokymosi vienetas būtų kuo naudingesnis, besimokantieji turėtų turėti pagrindinius žmogaus biologijos, įskaitant ląsteles, mitochondrijas ir energijos apykaitą, supratimus. Pažintis su šviesos savybėmis, tokiais kaip bangos ilgis ir intensyvumas, padės suprasti, kaip raudona ir artimoji infraraudonoji (NIR) šviesa sąveikauja su audiniais. Besimokantieji taip pat turėtų jaustis patogiai skaitmeninėje mokymosi aplinkoje ir naudotis interaktyviais įrankiais, nes vienetą yra papildytosios realybės (AR) modeliavimas, viktorinos ir praktiniai pratimai. Skatinamas kritinis mąstymas ir smalsumas analizuojant stebėjimus ir apmaštant realaus PBM pritaikymo galimybes sveikatos, sporto ir kasdienio gyvenimo srityse. Ankstesnė fototerapijos patirtis nereikalinga, tačiau susidomėjimas tyrinėti, kaip silpno lygio šviesa gali stimuliuoti ląstelių procesus ir palaikyti audinių gijimą, praturtins mokymosi patirtį.
Mokymosi vieneto aprašymas	Šis mokymosi vienetas apie fotobiomoduliaciją (FBI) supažindina studentus su moksliniais principais ir praktiniu žemo lygio raudonos ir artimojo infraraudonųjų spindulių (NIR) šviesos pritaikymu palaikant ląstelių energiją ir audinių gijimą. Naudodami teorinius paaiškinimus, interaktyvius pratimus ir papildytosios realybės (AR) modeliavimus, mokiniai tyrinėja, kaip šviesa prasiskverbia pro odos, riebalų ir raumenų sluoksnius, kad pasiektų mitochondrijas, sukeldama ATP gamybą ir skatindama atstatymą.





	bei regeneraciją. Vienetas apima praktinę veiklą, leidžiančią studentams stebėti ląstelių procesus, analizuoti skirtingų šviesos parametrų poveikį ir apmąstyti realaus pasaulio pritaikymą, pavyzdžiui, žaizdų gijimą, raumenų atsistatymą ir bendrą savijautą. Integruodamas mokslą, technologijas ir patirtinį mokymąsi, vienetas padeda studentams susieti abstrakčias biologines sąvokas su praktiniais rezultatais, skatindamas tiek supratimą, tiek kritinį mąstymą apie FBI terapinį potencialą.
Tema: Dalyvaujančios šalys	Biologija, Fizika / Optika, Medicina / Sveikatos mokslai, Technologijos / Informatika, Mokslas
Raktiniai žodžiai	Fotobiomoduliacija Mitochondrijos ATP gamyba Raudona / artimųjų infraraudonųjų spindulių šviesa Audinių gijimas
Pagrindinės kvalifikacijos, įgūdžiai ir žinios, kurias galima įgyti	Baigę šį mokymosi vienetą, studentai įgis tvirtą supratimą apie mokslinius fotobiomoduliacijos (PVM) principus, įskaitant tai, kaip raudona ir artimoji infraraudonoji (NIR) šviesa sąveikauja su biologiniais audiniais ir stimuliuoja mitochondrijų aktyvumą. Mokiniai įgyja žinių apie ląstelių energijos gamybą, ATP sintezę ir šviesos vaidmenį palaikant audinių atstatymą ir regeneraciją. Jie lavina praktinius biologinių procesų stebėjimo ir analizės įgūdžius atlikdami interaktyvius pratimus ir papildytosios realybės (AR) modeliavimus, taip pagerindami savo gebėjimą vizualiai ir konceptualiai interpretuoti sudėtingus reiškinius. Kritinis mąstymas ir problemų sprendimas stiprinamas studentams apmąstant eksperimentinius rezultatus ir prognozuojant PVM poveikį įvairiuose kontekstuose. Be to, besimokantieji lavina savo skaitmeninį raštingumą ir kompetencijas naudodamiesi interaktyviais įrankiais, kurie paruošia juos taikyti teorines žinias realaus pasaulio situacijose sveikatos, sporto ar klinikinėse srityse.
Naudoti ištekliai ir didaktinės priemonės	Šiame mokymosi vienetą naudojami įvairūs ištekliai ir didaktinės priemonės, siekiant paremti tiek teorinį supratimą, tiek praktinę patirtį. Pagrindiniai ištekliai apima mokslinius tekstus, diagramas ir animacijas, iliustruojančias ląstelių struktūras, mitochondrijų funkciją ir ATP gamybą. Trumpi vaizdo įrašai ir vaizdiniai palyginimai padeda mokiniams suprasti, kaip raudona ir artimoji infraraudonoji (NIR) šviesa sąveikauja su audiniais ir stimuliuoja gijimo procesus. Papildytosios realybės (AR) modeliavimas leidžia mokiniams tyrinėti šviesos prasiskverbimą, mitochondrijų aktyvumą ir audinių atstatymą.





	įtraukiančioje, interaktyvioje aplinkoje, todėl nematomi biologiniai mechanizmai tampa matomi. Darbalapiai, pratimai ir viktorinos sustiprina mokymąsi, o atvejų analizės pabrėžia realaus pasaulio pritaikymą klinikiniuose, sporto ir sveikatingumo kontekstuose. Šias priemones papildo skaitmeninės platformos ir bendradarbiavimo diskusijų erdvės, leidžiančios mokiniams dalytis pastebėjimais, apmąstyti rezultatus ir susieti teorines sąvokas su praktiniu pritaikymu, užtikrinant įtraukią ir išsamią mokymosi patirtį.
Vertinimo kriterijai ir vertinimas	Besimokantieji bus vertinami pagal jų supratimą apie fotobiomoduliacijos principus, gebėjimą taikyti teorines žinias praktiniuose scenarijuose ir dalyvavimą interaktyviuose pratimuose. Vertinimo kriterijai apima tikslų šviesos bangos ilgių, audinių sluoksnių ir mitochondrijų reakcijų nustatymą, teisingą ATP gamybos mechanizmų interpretavimą ir gebėjimą paaiškinti, kaip PBM palaiko audinių gijimą ir atsistatymą. Bus vertinamas studentų dalyvavimas papildytosios realybės (AR) modeliavimuose ir vadovaujamų pratimų atlikimas, įskaitant jų gebėjimą manipuliuoti kintamaisiais, atlikti stebėjimus ir daryti įrodymais pagrįstas išvadas. Refleksijos veikla ir viktorinos įvertins kritinį mąstymą ir gebėjimą susieti ląstelių procesus su realaus pasaulio pritaikymais. Taip pat bus atsižvelgiama į bendradarbiavimą, paaiškinimų aiškumą ir supratimo gilumą. Vertinimas apjungia formuojamąjį vertinimą per interaktyvias užduotis ir viktorinas su apibendrinamuoju vertinimu, pagrįstu ataskaitomis, pristatymais ir refleksijos rezultatais, užtikrinant išsamų tiek žinių, tiek taikomųjų įgūdžių matavimą.





Įvadas

Ar kada susimąstėte, ar šviesa gali išgydyti jūsų kūną? Tai gali skambėti kaip mokslinė fantastika, bet tai labai realu, o naujausi tyrimai parodė, kad šviesa gali turėti didelį poveikį mūsų biologijai. Mokslininkai atrado, kad **silpno ryškumo raudona arba artimojo infraraudonojo spektro (NIR) šviesa** gali stimuliuoti natūralius jūsų kūno atsinaujinimo procesus, aktyvuodama ląsteles taip, kaip anksčiau buvo manoma, kad neįmanoma. Šis žavus procesas vadinamas **fotobiomoduliacija (PBM)**.

Skirtingai nuo didelės galios lazerių, naudojamų chirurginėse procedūrose, kurios yra invazinės ir reikalauja specializuoto medicininio mokymo, PBM yra saugi, švelni ir neinvazinė, todėl ją galima naudoti kasdien. Nuo kineziterapijos ir sporto traumų iki nedidelių žaizdų priežiūros ir odos priežiūros, PBM leidžia jūsų kūnui efektyviau naudoti savo energiją ir išteklius. Iš esmės tai padeda jūsų ląstelėms dirbti protingiau, o ne sunkiau, spartinant gijimą be vaistų ar chirurgijos.

PBM veikia **mitochondrijas**, dažnai vadinamas ląstelės jėgainėmis. Šios mažytės struktūros paverčia maistines medžiagas ATP (adenozino trifosfatu) – energijos valiuta, kuri palaiko beveik kiekvieną ląstelės funkciją. Kai mitochondrijas stimuliuoja raudona arba artimojo infraraudonojo spinduliavimo šviesa, jos gamina daugiau ATP, suteikdamos ląstelėms papildomos energijos audiniams taisyti, uždegimui mažinti ir funkcijai atkurti greičiau, nei jos tai padarytų pavieniui. *Tai tarsi ląstelių turbokompresorius gijimui.*

Be mokslinio poveikio, PBM taip pat įkvepia savo ryšiu su kasdieniu gyvenimu. Šviesa, su kuria susiduriame kasdien – saulės šviesa, lempos ar ekranai – gali paveikti biologinius procesus. PBM panaudoja labai specifinę šviesos spektro dalį, kuri prasiskverbia giliai į audinius ir pasiekia būtent tas kūno dalis, kurioms to labiausiai reikia. Tai yra žavus pavyzdys, kaip gamtos pasaulio supratimas gali padėti sukurti technologijas, kurios paprastais, neinvaziniais būdais palaiko sveikatą ir gerina darbingumą.

Pagrindinė idėja : raudona/NIR šviesa → stimuliuoja mitochondrijas → gamina daugiau ATP → audiniai gyja greičiau.

Šiame skyriuje nagrinėsite kelis fotobiomoduliacijos aspektus, įskaitant:

- Kaip šviesa sąveikauja su jūsų kūno ląstelių lygmeniu, padėdama jums vizualizuoti tai, kas paprastai nematoma kiekvienos ląstelės viduje





- Kaip PBM skatina žaizdų gijimą, uždegimo mažinimą ir raumenų atsistatymą, susiejant mokslinius principus su apčiuopiamais rezultatais
- Saugūs ir praktiški būdai tyrinėti šviesos poveikį atliekant praktinius eksperimentus, leidžiantys tiesiogiai susipažinti su mokslu
- Interaktyvios papildytosios realybės (AR) simuliacijos, rodančios mitochondrijų veikimą ir ATP gamybą realiuoju laiku, padarant nematomus procesus matomus ir susiejant teoriją su įtraukiančia mokymosi patirtimi

Šio tyrimo metu įgysite išsamų PBM supratimą – nuo pagrindinės šviesos fizikos iki praktinio pritaikymo, kuris paverčia jį galingu sveikatos ir našumo įrankiu.

Sužadėtuvių vaizdo įrašai : „*Gydanti šviesa: įvadas į fotobiomoduliaciją*“

<https://www.youtube.com/watch?v=WAsbDyRZhW4>

<https://www.youtube.com/watch?v=CQ3tClDC9vQ>

https://www.youtube.com/watch?v=f_Uk4kV5As8





1 skyrius: Tyrinėjimas

Šviesos ir jos galių supratimas

Šviesa nėra tik tai, ką matome; tai energijos forma, sklindanti bangomis, kiekviena banga neša tam tikrą energijos kiekį, kurį lemia jos bangos ilgis. Šviesos bangos ilgis lemia jos spalvą ir, svarbiausia, kaip giliai ji gali prasiskverbti į materiją. Trumpesni bangos ilgiai, pavyzdžiui, mėlyna ir violetinė, yra energingi, tačiau linę išsisklaidyti arba būti absorbuojami šalia paviršiaus. Ilgesni bangos ilgiai, pavyzdžiui, raudona (600–700 nm) ir artimoji infraraudonoji spinduliuotė (NIR, 780–1100 nm), gali sklisti giliau, pasiekdami paslėptus audinių sluoksnius, kur atlieka savo gydomąją magiją.

Šviesa kaip spalvų miškas

Įsivaizduokite, kad vidurdienį vaikštinėjate tankiame miške. Saulės šviesa krinta iš viršaus, bet ne visų spalvų šviesa pasiekia miško paklotę. Mėlyną ir žalią šviesą daugiausia sugeria arba išsklaido lapai, vos liesdami apačioje esančius augalus. Tačiau raudona ir oranžinė šviesa prasiskverbia pro medžių lają, pasiekia miško paklotę ir maitina ten esančius augalus.

Jūsų kūne situacija panaši. „Kanopija“ sudaryta iš odos, riebalų ir kitų audinių. Raudona ir artimųjų infraraudonųjų spindulių šviesa veikia kaip filtruota saulės šviesa, kuri gali prasiskverbti pro šią sferą ir pasiekti „pomišką“ – mitochondrijas jūsų ląstelėse – nepadarydama jokios žalos.

Vizualinė metafora / schematiška idėja:

Saulės šviesa (pilnas spektras)

↓

Kupolas (oda ir audiniai)

Mėlyna/Žalia	→ daugiausia sugerama
Raudona/NIR	→ prasiskverbia giliau

↓

Miško paklotė → mitochondrijos ląstelių viduje

Fotonai: mažyčiai pasiuntiniai





Šviesą sudaro fotonai – mažiausi energijos paketai. Fotonus galite įsivaizduoti kaip mažyčius pasiuntinius, kurių kiekvienas siunčia ląstelėms „instrukcijas“. Kai raudoni arba artimojo infraraudonojo spektro fotonai pasiekia mitochondrijas, jie perduoda šią žinutę: „*Gaminkite daugiau energijos!*“

Šviesos vaidmuo gydant

Padidindamos ATP gamybą, raudona ir artimojo infraraudonojo spinduliavimo šviesa pagreitina natūralius organizmo atsinaujinimo mechanizmus:

- Ląstelės greičiau pašalina pažeidimus.
- Sumažėja oksidacinis stresas.
- Pagerėja bendra ląstelių funkcija.

Iš esmės šviesa yra daugiau nei vien apšvietimas – tai biologinis pasiuntinys, galintis daryti įtaką gyvybei molekulinio lygmeniu. Kaip saulės šviesa, puoselėjanti paslėptą miško paklotę, ji suteikia energijos giliausiems kūno sluoksniams, skatindama gijimą ir gyvybingumą iš vidaus.

Pasinerimas į ląsteles ir mitochondrijas

Ląstelės yra visų gyvų organizmų statybiniai blokai, o mitochondrijos – jų jėgainės. Įsivaizduokite mitochondriją kaip mažytę gamyklėlę ląstelės viduje, kurioje kuras paverčiamas energija ATP (adenozino trifosfato) pavidalu. Kiekvienam judesiui, kiekvienam širdies plakimui, kiekvienam atsinaujinimo procesui jūsų kūne reikalingas ATP.

PBM suteikia papildomą energijos pliūpsnį stimuliuodama mitochondrijas šviesa. Ši papildoma energija yra labai svarbi pažeistų audinių atstatymui, uždegimo mažinimui ir gijimo spartinimui. Tai tarsi papildomų darbuotojų ir mechanizmų aprūpinimas gamykloje, kad svarbus projektas būtų užbaigtas greičiau.

Kodėl raudona ir artimojo infraraudonojo spinduliavimo šviesa veikia geriausiai

Mitochondrijų viduje esanti **citochromo c oksidazė** – molekulė, veikianti kaip ląstelės energijos gamybos vartų sargybinė – sugeria raudonos ir artimosios infraraudonosios šviesos fotonus. Tai sukelia cheminių reakcijų seriją, dėl kurios gaminama daugiau ATP – molekulės, kuri palaiko beveik visas ląstelės funkcijas, – ir sumažėja oksidacinis stresas. Rezultatas – sveikesnės, aktyvesnės ląstelės, kurios gali efektyviau reaguoti į sužalojimus ar įtampą.

Nustatydamas tinkamą bangos ilgį ir dozę, PBM saugiai stimuliuoja gijimą neperkaitindamas audinių, kitaip nei didelės galios chirurginiai lazeriai. Dėl to PBM yra saugus, kartojamas gydymas įvairiomis ligomis.

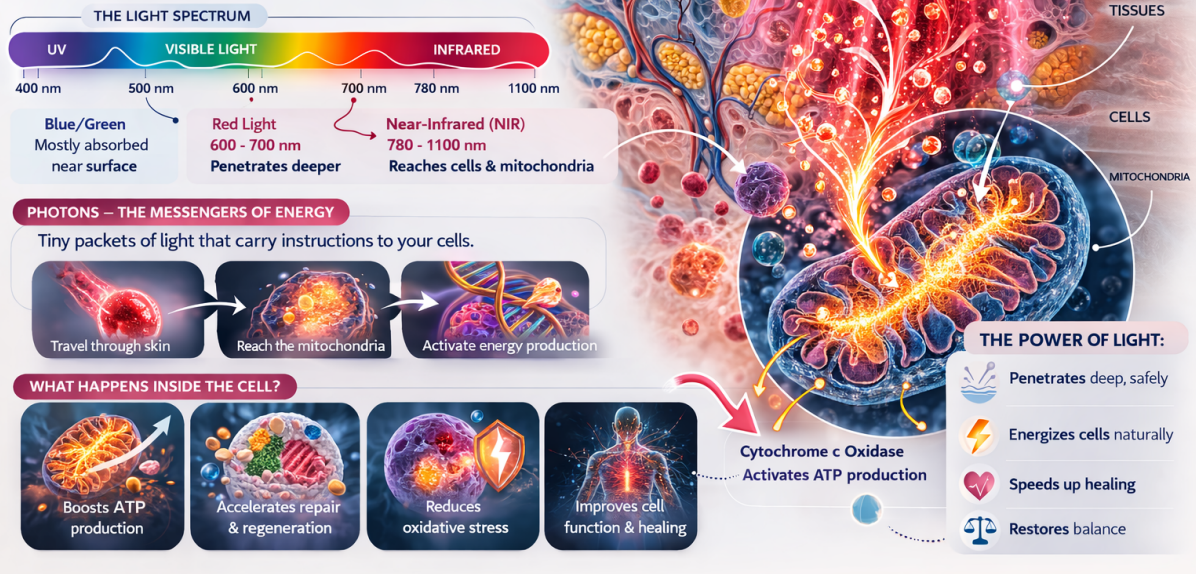




UNDERSTANDING LIGHT AND ITS POWERS

Light is energy in the form of waves.

Its **wavelength** determines how deep it can **penetrate the body** and what it can do at the **cellular level**.



PBM tyrinėjimas kasdieniame gyvenime

PBM yra ne tik laboratorinis reiškinys; jis naudojamas realiose srityse medicinoje ir sporte. Klinikose jis naudojamas žaizdoms greičiau gyti, uždegimui mažinti ir raumenų traumų atsistatymui paspartinti. Sportininkai naudoja PBM po treniruotės atsistatymui, kad sumažintų nuovargį ir skausmą. Net odontologijos klinikos naudoja PBM patinimui ir diskomfortui po procedūrų sumažinti.

Įsivaizduokite futbolininką su patempta čiurna. Paprastai pilnai funkcijai atkurti gali prireikti dviejų savaitių. Taikant PBM, čiurna gyja greičiau, nes ląstelės turi daugiau energijos audiniams atkurti. Net ir nedideli sužalojimai ar skausmas po treniruotės gali būti palengvinti greičiau.

Apmatymų raginimas:

Aptarkite mažose grupėse: jei galėtumėte naudoti PBM traumos atveju arba po sunkios treniruotės, kaip tai padėtų jums atsigauti? Kokių atsargumo priemonių imtumėtės?

Veikla





Pabandykite rasti kitų vaizdo įrašų tema „*PBM veiksmė: realaus pasaulio gijimo pavyzdžiai*“, kuriuose rodomi tokie scenarijai kaip raumenų atsistatymas, žaizdų gijimas ir uždegimo sumažėjimas.

Gydymo mokslas

Žavų stebėti, kaip šviesa, kurią laikome savaime suprantamu dalyku, gali turėti tokį gilų poveikį mikroskopiniu lygmeniu. PBM primena mums, kad mūsų kūnai yra tiksliai suderintos sistemos, reaguojančios į energiją labai tiksliai. Suprasdami PBM mokslinius aspektus, įgyjame įžvalgų apie ląstelių procesus, energijos gamybą ir neinvazinių gydymo būdų potencialą sveikatai gerinti.

Šiame skyriuje mokiniai skatinami kritiškai mąstyti ir įsivaizduoti pritaikymą kasdieniame gyvenime, sporte ir medicinos aplinkoje. Mokiniai gali užduoti klausimus: Kaip PBM galėtų padėti sportininkui, palyginti su pacientu, turinčiu lėtinę žaizdą? Kodėl svarbus bangos ilgis? Kas gali nutikti, jei šviesos intensyvumas yra per didelis arba per mažas?





2 skyrius: Taikymas

Šio mokymosi vieneto apie fotobiomoduliaciją (FBM) vykdymo dalis skirta įtraukti studentus į aktyvų, praktinį mokymąsi, panaikinant atotrūkį tarp teorinių žinių ir praktinės patirties. Ankstesniame skyriuje pristatyti pagrindiniai FBM principai, įskaitant raudonos ir artimosios infraraudonosios šviesos sąveiką su biologiniais audiniais, o vykdymo dalyje studentai gali stebėti šias sąvokas praktiškai, suteikdami apčiuopiamą supratimą apie tai, kaip FBM veikia ląsteles, audinius ir biologines sistemas.

Kruopščiai struktūrizuotų veiklų metu mokiniai turės galimybę atlikti eksperimentus, išsamiai stebėti ir analizuoti rezultatus. Pavyzdžiui, jie gali tyrinėti, kaip skirtingi šviesos bangos ilgiai prasiskverbia pro audinių modelius arba kaip PBM veikia ląstelių aktyvumą kontroliuojamoje aplinkoje. Šis patyriminis metodas skatina besimokančiuosius aktyviai domėtis medžiaga, ugdo kritinį mąstymą, smalsumą ir mokslinį samprotavimą.

Be to, skyriuje pabrėžiama diskusija ir refleksija, skatinant studentus palyginti savo eksperimentinius rezultatus su teorinėmis prognozėmis ir apsvarstyti realaus pasaulio PBM taikymus – nuo klinikinės terapijos iki sveikatingumo praktikos. Derinant stebėjimą, eksperimentavimą ir vedamą dialogą, vykdymo skyriuje abstrakčios sąvokos paverčiamos prasminga, įsimintina mokymosi patirtimi.

Galiausiai, baigę šį skyrių, studentai giliau supras tiek mokslinius fotobiomoduliacijos principus, tiek praktinį jos aktualumą, ir bus pasiruošę taikyti šias žinias tyrimuose, sveikatos priežiūros srityje ar tolesnėse studijose.

1 veikla: Šviesos stebėjimas

Norėdami ištirti šviesos elgesį, naudokite prizmę arba spalvotus filtrus. Stebėkite, kurios spalvos praeina pro medžiagas, o kurios yra blokuojamos. Užrašykite savo stebėjimus lentelėje, atkreipdami dėmesį į spalvą, prasiskverbimo potencialą ir kitus paaiškinimus.

Ši paprasta veikla padeda mokiniams suprasti, kodėl raudona ir artimojo infraraudonojo spinduliavimo šviesa gali pasiekti giliuosius audinius.





Aptarkite grupėse: kaip tai susiję su PBM? Kodėl tam tikri bangos ilgiai gali būti veiksmingesni gydymui nei kiti?

2 veikla: Mitochondrijų analogija

Sukonstruokite paprastą „ląstelių fabriko“ modelį, naudodami popierinius puodelius, rutuliukus ar kitus mažus objektus, kurie vaizduoja ATP molekules. Raudonu žibintuvėliu imituokite PBM šviesą. Stebėkite, kaip „fabrikas“ šviesoje gamina daugiau ATP. Apmąstykite, kaip papildoma energija padeda atkurti organizme vykstančius procesus.

Parašykite trumpą pasakojimą, apibūdinantį modelį: Kaip ši analogija padeda suprasti mitochondrijų aktyvaciją? Kas nutinka, kai energijos lygis žemas?

3 veikla: Atvejų analizės

Ištirkite PBM taikymą klinikose ar sporte:

- Raumenų atsistatymas po traumos
- Dantų patinimo mažinimas
- Odos žaizdų gijimas

Kiekvienu atveju parašykite trumpą ataskaitą: Kokia buvo problema? Kaip buvo taikoma PBM? Koks buvo rezultatas? Aptarkite, kodėl PBM buvo veiksminga šiais atvejais, ir susiekite ją su ląstelių energijos gamyba.

4 veikla: PBM įrenginio projektavimas

Studentai bendradarbiauja kurdami hipotetinį PBM įrenginį:

- Pasirinkite bangos ilgį (raudonas arba artimasis infraraudonasis spindulys)
- Nuspręskite dėl intensyvumo ir trukmės
- Numatykite, kurie audiniai būtų naudingiausi

Pristatykite klasei dizainus, pagrįsdami pasirinkimus remdamiesi tuo, ką sužinojote apie šviesos prasiskverbimą, mitochondrijas ir ATP gamybą.

5 veikla: Išplėstinė refleksija

Įsivaizduokite scenarijų, kuriame PBM galėtų pagerinti kasdienį gyvenimą: atsigavimą po sporto, nedidelius sužalojimus ar net su mokslais susijusį stresą (sumažinant raumenų įtampą). Parašykite pasakojimą, susiejantį teoriją su pritaikymu, skatinantį gilesnį supratimą ir asmeninį įsitraukimą.





3 skyrius: Gilinimas

Papildyta realybė gilesniam supratimui

Šioje mokymosi vieneto dalyje mokiniai patenka į įtraukiantį papildytos realybės pasaulį, kuriame gali tyrinėti ir manipuliuoti biologiniais procesais, kurie paprastai nematomi plika akimi. Kitaip nei tradicinėse pamokose, šiame skyriuje mokiniai kviečiami pamatyti, sąveikauti ir eksperimentuoti su ląstelių mechanizmais, taip abstrakčias sąvokas paverčiant apčiuopiamomis ir įsimintinomis. Šešiose kruopščiai sukurtose scenose mokiniai gali sekti šviesos kelionę nuo odos paviršiaus iki mitochondrijų, realiu laiku stebėdami, kaip fotobiomoduliacija veikia ląstelių aktyvumą ir audinių atsinaujinimą.

AR kelionė prasideda **1 scena: Įvadas**. Mokiniai mato pavadinimą „Fotobiomoduliacija: kaip silpna šviesa skatina gijimą“, rodomą trimačiu tekstu AR aplinkoje. Mygtukas PRADĖTI kviečia juos pradėti tyrinėjimą, sukeldamas laukimą ir susikaupimą prieš pasineriant į mokslą.

2 scena: Šviesos spektras ir audinių prasiskverbimas sujungia dvi pagrindines koncepcijas vienoje įtraukiančioje patirtyje. Pirmiausia mokiniai vizualizuoja raudonos ir artimojo infraraudonųjų spindulių (NIR) šviesos bangas (600–700 nm ir 700–1100 nm) elektromagnetiniame spektre, lygindami šiuos terapinius bangos ilgius su kitomis šviesos spalvomis. Tada jie stebi, kaip šie bangos ilgiai sąveikauja su sluoksniuota odos, riebalų ir raumenų struktūra, stebėdami, kaip šviesa įveikia biologinius barjerus, kad pasiektų giliuosius audinius. AR aplinkoje rodomos dvi greta esančios diagramos: spektras, kuriame rodomi paryškinti terapiniai bangos ilgiai, ir audinio skerspjūvis, parodantis, kad UV ir mėlyna šviesa sustoja paviršiuje, o raudoni ir artimojo infraraudonųjų spindulių fotonai sklinda giliai į raumeninį audinį.

Stebėdami, kaip elgiasi skirtingi bangos ilgiai, besimokantieji intuityviai supranta fizikines savybes, kurios lemia PBM efektyvumą, panaikindami atotrūkį tarp fizikos ir biologijos taip, kaip tradicinės diagramos negali perteikti.

Šis interaktyvus tyrimas pabrėžia fotonų sklaidimo kelią, parodydamas, kad kūno paviršius nėra statinis barjeras, o dinamiška terpė, turinti įtakos terapiniams rezultatams.

3 scena: „Ląstelės ir mitochondrijos“ dar labiau priartina mokinius prie veiksmo. Jie gali virtualiai priartinti vienos ląstelės vaizdą ir stebėti jos mitochondrijas stulbinančiai detaliai. AR simuliacijoje rodoma, kaip





mitochondrijos sugeria fotonus ir inicijuoja biocheminius procesus, kurie lemia energijos gamybą. Viktorina skatina mokinius nustatyti, kuri mitochondrijų molekulė sugeria raudoną ir artimojo infraraudonojo spektro šviesą, taip sustiprindama jų supratimą apie citochromo c oksidazę kaip pagrindinį fotoakceptorį.

Šis stambus planas leidžia besimokantiejiems susieti šviesos poveikį ir ląstelių aktyvaciją, iš arti matant, kaip PBM stimuliuoja gyvybę mikroskopiniu lygmeniu.

scenoje „**ATP gamybos mechanizmas**“ papildytosios realybės patirtis molekulinę biologiją paverčia matomu reginiu. Mokiniai stebi, kaip fotonai mitochondrijose sukelia chemines reakcijas, dėl kurių susidaro ATP molekulės. Jie gali sekti šių molekulių pasiskirstymą po visą ląstelę, kad palaikytų atsinaujinimo, augimo ir energijos reikalaujančius procesus. Viktorinoje prašoma mokinių paaiškinti, kaip fotobiomoduliacija skatina gijimą, užtikrinant, kad jie suprastų ryšį tarp padidėjusios ATP gamybos ir pagreitėjusio audinių atstatymo.

Vizualizuodami šias reakcijas, besimokantieji įgyja konkretų supratimą apie tai, kaip šviesa virsta ląstelių energija – sąvoka, kuri yra abstrakti ir sudėtinga, kai mokoma tik per vadovėlius ar statinius vaizdus.

5 scena: Klinikinis pritaikymas perkelia dėmesį nuo ląstelių į audinius ir jų aktualumą realiame pasaulyje. Studentai sąveikauja su virtualiais audinių atvaizdais, imituodami tokius scenarijus kaip žaizdų gijimas, raumenų atsistatymas ir randų mažėjimas. Lygindami gydytus ir negydytus audinius, besimokantieji gali pamatyti apčiuopiamą fotobiomoduliacijos (PBM) poveikį ir suprasti, kodėl ji turi terapinę vertę. Viktorinoje studentai raginami paaiškinti, kuo fotobiomoduliacija skiriasi nuo chirurginių lazerių, pabrėžiant, kad PBM naudoja silpną šviesą audiniams stimuliuoti, o ne juos naikinti.

Ši scena skatina apmąstyti, kaip mikroskopiniai pokyčiai virsta pastebimais sveikatos ir našumo pagerėjimais, sujungiant mokslą su praktiniu pritaikymu.

Galiausiai, 6 scena: Medicininis pritaikymas ir baigiamasis vertinimas įtvirtina žinias per tris išsamius testus. Studentai turi parodyti meistriškumą teisingai atsakydami į klausimus apie: (1) kokie bangos ilgiai naudojami fotobiomoduliacijos terapijoje (raudona 600–700 nm ir artimoji infraraudonoji spinduliuotė 700–1100 nm), (2) kodėl raudonoji ir artimoji infraraudonoji spinduliuotė prasiskverbia giliau nei mėlynoji šviesa ir (3) klinikinis pritaikymas, įskaitant žaizdų gijimą, raumenų atsistatymą ir uždegimo mažinimą. Sėkmingai atlikus visus tris testus, atrakinamas paskutinis sveikinimo pranešimas: „Dabar jūs suprantate, kaip žemo lygio raudona ir artimoji infraraudonoji spinduliuotė stimuliuoja





mitochondrijas, kad paspartintų gijimą ir sumažintų uždegimą.“ Ši pasiekimais pagrįsta išvada suteikia studentams meistriškumo ir pasiekimo jausmą.

Išvada

Šio mokymosi kelio pabaigoje skirkite akimirką apmąstyti ką tik patirtą kelionę. Pradėjote tyrinėdami nematomą šviesos ir ląstelių pasaulį, kur raudoni ir artimojo infraraudonojo spektro fotonai tyliai keliauja per odos, riebalų ir raumenų sluoksnius, pasiekdami mažičius jūsų ląstelių viduje esančius energijos centrus – mitochondrijas. Atlikdami papildytosios realybės pratimus, ne tik skaitėte apie šiuos procesus, bet ir matėte, kaip jie vyksta. Stebėjote, kaip absorbuojami fotonai, kaip gimsta cheminės reakcijos, kaip gaminamos ir siunčiamos po visą ląstelę ATP molekulės, skatinančios atsinaujinimą ir atsinaujinimą. *Tai, kas anksčiau buvo nematoma, dabar yra ryški jūsų mintyse, beveik apčiuopiama, ir jūs galite pajusti ryšį tarp šviesos, energijos ir paties gyvenimo.*

Taip pat tyrinėjote, kaip šie mikroskopiniai procesai virsta realaus pasaulio efektais. Manipuliuote virtualiais audiniais, stebėjote, kaip dėl PBM poveikio greičiau gyja žaizdos, atsigauna raumenys ir minkštėja randai. Pradėjote įsivaizduoti, kaip šias žinias būtų galima pritaikyti – ne tik laboratorijose, bet ir klinikose, sporto arenose ar net kasdieniame gyvenime, padedant žmonėms atsigauti, išlikti sveikiems ir palaikyti gerą savijautą. Kiekviena papildytosios realybės scena, kiekvienas interaktyvus eksperimentas priartino jus prie supratimo, kaip šviesa ne tik apšviečia – ji *suteikia kūnui galių iš vidaus*.

Šio skyriaus pabaigoje jūs turėsite daugiau nei faktus ir skaičius. Jūs turėsite patirtį, istoriją apie šviesą, keliaujančią per ląsteles, įžiebiančią energiją ir palaikantį gyvybę būdais, kurie paprastai yra paslėpti nuo akių. Jūs matėte, kaip nematomas tampa matomas, abstraktus tampa konkretus, ir jūs savo akimis matėte, kaip fotobiomoduliacija gali transformuoti ir ląsteles, ir žmogaus kūną. Tai žinios, kurias ne tik įsimenate – jūs *patirsite, pajusite ir suprasite*, pasiruošusios prasmingai pritaikyti.

Šviesa tapo daugiau nei sąvoka; dabar ji yra apčiuopiama gydomoji jėga, ir jūs esate pasirengę pamatyti, tyrinėti ir panaudoti jos potencialą jus supančiame pasaulyje.





Fazė	Aprašymas
Tyrinėjimas	- Tyrimai ir atradimai: Studentai nagrinėja fotobiomoduliacijos pavyzdžius realiaame gyvenime ir medicinoje, tokius kaip žaizdų gijimas, raumenų atsistatymas, randų mažinimas ir kognityvinė parama. Vadovaudamiesi vedamaisiais tyrimais, vaizdo įrašais ir diskusijomis klasėje, jie tyrinėja, kaip raudona ir artimoji infraraudonoji (NIR) šviesa sąveikauja su biologiniais audiniais, ypač mitochondrijomis, ir kodėl tam tikri bangos ilgiai yra veiksmingi.
	- Turinio kūrimas: Mokytojai supažindina su šviesos ir audinių sąveikos bei mitochondrijų aktyvacijos koncepcija, naudodami vaizdinius palyginimus (šviesos bangos, audinių sluoksniai, ląstelės, mitochondrijos) ir trumpas animacijas, rodančias, kaip fotonai sukelia ATP gamybą. Diagramos ir konceptualūs modeliai padeda mokiniams vizualizuoti procesus, kurie realiaame gyvenime nematomi.
	- Poreikių analizė: Mokytojai vertina mokinių ankstesnes žinias apie šviesą, ląsteles ir energijos gamybą. Mokiniai dalijasi savo idėjomis apie tai, kaip šviesa gali paveikti ląstelių funkciją, ir aptaria klaidingas nuomones, pavyzdžiui, bendro šviesos poveikio painiojimą su terapiniu poveikiu.
Taikymas	- Mokymo programos įgyvendinimas: Studentai tyrinėja, kaip raudona ir artimojo infraraudonojo spinduliavimo šviesa stimuliuoja mitochondrijas ir skatina ATP gamybą. Naudodamiesi interaktyviais darbalapiais ir struktūrizuotais pratimais, jie analizuoja fotonų absorbcijos sukiamą biocheminių reakcijų kaskadą ir tyrinėja, kaip padidėjęs ATP kiekis skatina audinių atstatymą ir regeneraciją.
	- Interaktyvūs pratimai: Studentai dirba grupėse, kad atliktų tokias užduotis kaip audinių sluoksnių rikiavimas pagal šviesos prasiskverbimo gylį, šviesos bangos ilgių derinimas su ląstelių taikiniais ir mitochondrijų aktyvavimo etapų aprašymas. Atvejų analizės apie PBM taikymą – raumenų atsistatymui, žaizdų gijimui ar randų gydymui – leidžia studentams aptarti veiksmingumą ir rezultatus.
	- Atsiliepių rinkimas: mokiniai pristato savo išvadas ir apmąsto šviesos terapijos mechanizmus. Mokytojai veda diskusijas apie praktinius privalumus, tokius kaip neinvaziškumas ir galima terapinė nauda. Bendravimas tarp bendraamžių sustiprina supratimą ir išsklaido klaidingas nuomones apie šviesos terapiją.
Gilinimas	- AR integracija: mokiniai naudoja papildytosios realybės (AR) programą, kad vizualizuotų PBM procesus 3D formatu. AR patirtis apima scenas, kuriose rodomos raudonos ir artimosios infraraudonųjų spindulių šviesos bangos, šviesos prasiskverbimas pro odą, riebalus ir raumenis bei mitochondrijų aktyvacija ląstelių viduje.
	- Interaktyvus mokymasis: papildytosios realybės (AR) pagalba mokiniai gali manipuluoti tokiais kintamaisiais kaip šviesos bangos ilgis, intensyvumas ar ekspozicijos trukmė, stebėdami, kaip šie pokyčiai veikia mitochondrijų ATP gamybą ir audinių atsinaujinimą. Jie mato tiesiogines procesų, kurie paprastai nematomi plika akimi, vizualizacijas.





	Žaidimo turinys: - Taškai ir ženkleliai : Mokiniai renka taškus teisingai atsakę į AR viktorinos klausimus, atpažinę audinių sluoksnius arba paaiškinę mitochondrijų atsakus. - Užduotys ir lygiai : grupės atlieka progresyvius papildytosios realybės (AR) iššūkius, pavyzdžiui, seka šviesos kelius iki mitochondrijų, prognozuoja ATP gamybos rezultatus ir imituoja PBM poveikį skirtingiems audinių tipams. - Atlygiai už tyrinėjimus : papildomi taškai skiriami už naujų PBM taikymų atradimą arba novatoriškų terapinių scenarijų siūlymą. - Bendradarbiavimo pagrindu atliekamos žaidimo užduotys : Komandos kuria AR pagrįstus eksperimentus, imituojančius PBM gydymo planus, ir aptaria numatomus rezultatus. AR pagrįsti vertinimai: Studentai demonstruoja supratimą atlikdami papildytosios realybės (AR) pagrindu sukurtas užduotis, parengdami trumpus pranešimus, paaiškinančius, kaip raudona / artimoji infraraudonoji spinduliuotė sąveikauja su mitochondrijomis, stimuliuoja ATP gamybą ir skatina audinių gijimą.
--	--

Literatūra

1. Hamblin, M. R. (2017). Gydomosios šviesos mokslas. Fotochemija ir fotobiologija, 93(2), 199–207.
2. Chung, H. ir kt. (2012). Žemo lygio lazerio terapija: kaip ji veikia. Biomedical Engineering Annals, 40, 516–533.
3. Karu, T. I. (2010). Mitochondrijos ir šviesa: kaip ląstelės gamina energiją. IUBMB Life, 62(8), 607–610.
4. Lima, DP ir kt. (2020). Fotobiomoduliacija ir gydymas. „Lazeriai medicinos moksle“, 35, 881–893.

<https://www.delightex.com/>

<https://www.eu-jer.com/applying-augmented-reality-technology-in-stem-education-a-bibliometrics-analysis-in-scopus-database>

<https://www.mitrmedia.com/resources/blogs/exploring-the-role-of-ar-in-education-transforming-stem-learning-for-k12-students/>





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: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000126516

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.