

Mjerenje bioelektričnih potencijala uz primjenu informacijsko-komunikacijske tehnologije

Ana Paradžik, Marija Jurišić Šarlija

Zdravstvena škola Split, Split

Sažetak. Posljednjih nekoliko godina došlo je do naglog razvoja sofisticiranih tehnologija koje se svakodnevno koriste u medicini. Zdravstveno osoblje treba biti osposobljeno za korištenje novih tehnologija koje se koriste u biomedicinskim uređajima. Nastava biofizike izvrsna je za primjenu informacijsko-komunikacijske tehnologije kako bi učenici bolje razumjeli nastavne sadržaje te razvili svoje kompetencije. Želeći stvoriti okruženje po mjeri učenika, u nastavi biofizike koristimo IKT i opremu za mjerenje bioloških potencijala da bismo pripremili učenike Zdravstvene škole na izazove stvarnog svijeta. Alat za mjerenje bioloških potencijala je set TESS Cobra4 Electrophysiology. Pomoću ovog seta uče se osnovne metode proučavanja elektrofizioloških procesa u ljudskom tijelu. Senzor Cobra4 koristi aplikaciju *Messure* koju smo instalirali na računalo ploče osjetljive na dodir, na stolno računalo u učionici fizike i na hibridna računala. Učenici su analizirali rezultate šest eksperimenata, tj. mjerili su električnu aktivnost srčanog mišića (istraživanje ritma srca, određivanje frekvencije srca, određivanje električne aktivnosti srca za vrijeme tjelovježbe), električnu aktivnost grupe mišića (istraživanje snage mišića) i živčane impulse oka (mjerenje gibanja očiju, mjerenje vještine čitanja).

Ključne riječi: mjerenje bioloških potencijala, IKT

UVOD

U medicinskim školama obrazuju se buduće medicinske sestre opće njege /medicinski tehničari opće njege i fizioterapeutske tehničari. Medicinski tehničari u svom kurikulumu imaju predmet biofizika, a fizioterapeutske tehničari imaju predmet elektronika. Iz tih predmeta, učenici uče o bioelektričnim potencijalima i biomedicinskoj instrumentaciji.

Mjerenje bioelektričnih potencijala vrlo je važno u medicinskoj dijagnostici, pa je za tu namjenu razvijeno više uređaja za mjerenje i registraciju bioelektričnih napona. Bioelektrični potencijali su značajni za prijenos i organizaciju informacija u živom organizmu od osjetila do mozga i od mozga prema mišićima, kao i u organizaciji rada mozga u upravljanju mišićima i prijenosu podražaja od osjetila.

Dio ovog rada autorice su prezentirale na CARNetovoj korisničkoj konferenciji - CUC 2016 po nazivom „STEM eksperimenti – primjena tehnologije u nastavi biofizike“.

MJERENJE BIOELEKTRIČNIH POTENCIJALA

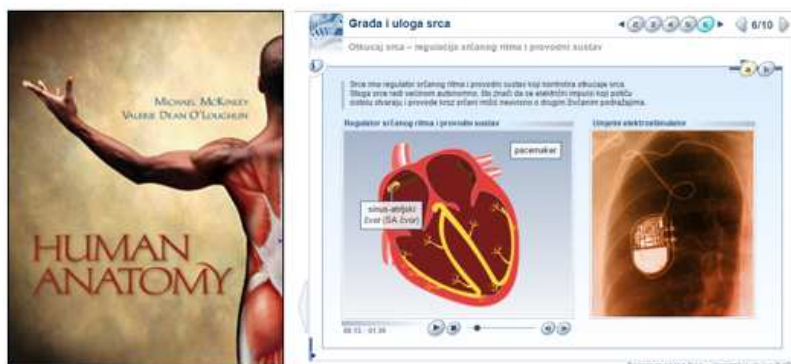
Mjerenje bioelektričnih potencijala vrlo je važno u medicinskoj dijagnostici, pa je za tu namjenu razvijeno više uređaja za mjerenje i registraciju bioelektričnih napona. Bioelektrični potencijali su značajni za prijenos i organizaciju informacija u živom organizmu od osjetila do mozga i od mozga prema mišićima, kao i u organizaciji rada mozga u upravljanju mišićima i prijenosu podražaja od osjetila. Izvori bioelektričnih potencijala su na membrani stanice, a javljaju se zbog razlike u koncentraciji iona u izvanstaničnoj i unutarstaničnoj tekućini.

Mnoge stanice, uključujući neurone, mišićna vlakana i endokrine stanice, imaju mogućnost generirati električne impuls, tj. akcijski potencijal. Oni imaju važnu ulogu u funkciji stanice i čine biološki mehanizam za digitalizaciju informacija. Selektivnost ionskih kanala i naponski induciran prijelaz u membranskim proteinima zajedno generiraju brzu promjenu napona s jedinstvenim svojstvima. Kad se stanična membrana podraži, dolazi do nagle promjene vodljivosti membrane prvo za ione natrija (depolarizacija stanice), a zatim za ione kalija (repolarizacija). Ovakva razlika potencijala naziva se akcijski potencijal koji se širi kao val. Kako bi učenici bolje razumjeli akcijski potencijal u nastavi smo koristili animacije „Human Anatomy“ od McGraw-Hill Education [1] i digitalne obrazovne sadržaje za biologiju sa Nacionalnog portala za učenje na daljinu „Nikola Tesla“ [2] (vidi sliku 2).

Biološke potencijale mjerili smo pomoću seta TESS Cobra4 Electrophysiology. Set opreme se sastoji od elektroda, senzora, sučelja i računalnog programa Measure. Učenici su analizirali rezultate eksperimenata, tj. mjerili su električnu aktivnost srčanoga mišića, električnu aktivnost grupe mišića i živčane impulse oka.



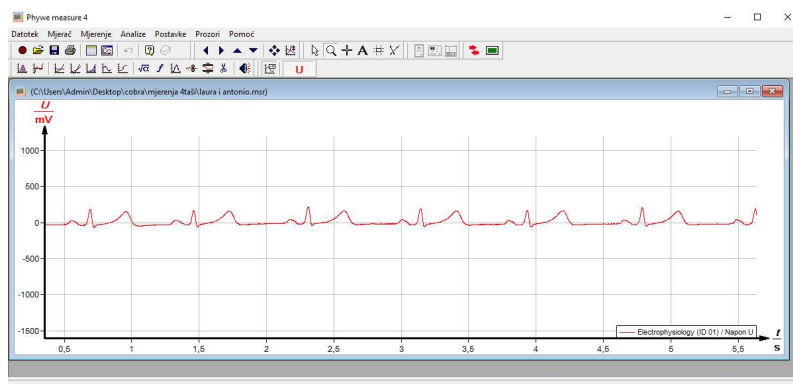
SLIKA 1. Set opreme TESS Cobra4 Electrophysiology. Pomoću ovog seta uče se osnovne metode proučavanja elektrofizioloških procesa u ljudskom tijelu.



SLIKA 2. Slika animacije „Human Anatomy“ (slika preuzeta sa http://higher.ed.mheducation.com/sites/0072495855/student_view0/index.html [1]) i digitalnog obrazovnog sadržaja sa Nacionalnog portala za učenje na daljinu „Nikola Tesla“ (slika preuzeta sa <http://tesla.carnet.hr>).

ELEKTROKARDIOGRAF

Mjerenje i prikaz napona srca ima veliku dijagnostičku vrijednost. Broj dijagnoza koje se mogu utvrditi veći je nego pri mjerenju bilo kojeg drugog biološkog napona.



SLIKA 3. Dio elektrokardiograma koji su učenici snimili u programu Messure.

Proces stvaranja akcijskog potencijala počinje u sinusno-atrijskom čvoru. Srčani napon je sastavljen od valnog oblika dobivenoga depolarizacijom i repolarizacijom pretklijetki i zatim klijetki. Pri tome se repolarizacija pretklijetki preklapa s depolarizacijom klijetki.

Elektrokardiografija je metoda bilježenja električne aktivnosti srca. Elektrokardiograf je uređaj koji registrira promjene električnih zbivanja tijekom srčanog ciklusa u određenom vremenu. Snimanje je neinvazivni postupak. Elektrokardiogram je grafički zapis električne aktivnosti srca (vidi sliku 3).

Pomoću školskog elektrokardiografa učenici mogu istraživati ritam srca, određivati frekvenciju srca i električnu aktivnost srca za vrijeme tjelovježbe (vidi sliku 4).



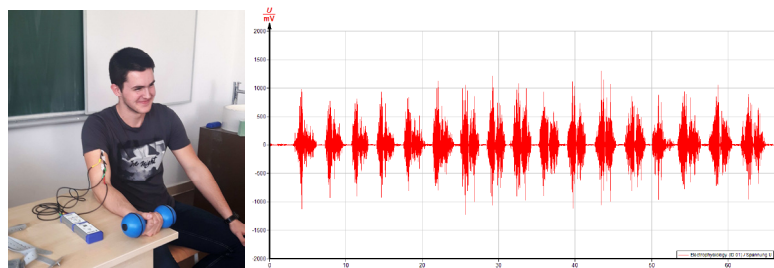
SLIKA 4. Učenici istražuju bioelektrične potencijale srca.

ELEKTROMIOGRAF

Elektromiografija mjeri električni potencijal mišića tijekom mišićne kontrakcije i prikazuje neuromuskulatornu aktivnost. Mišićnu aktivnost (stezanje i istežanje) kontrolira živčani sustav. Površinska elektromiografija primjenjuje se kad je potrebno pratiti aktivnosti mišića i istraživati

koordinaciju rada velikog broja mišića. Upotrebom površinskih elektroda dobiva se odziv ukupnog djelovanja zbroja akcijskih potencijala u više mišićnih vlakana.

Eksperiment pokazuje da opušten mišić ne pokazuje gotovo nikakvu električnu aktivnost, tj. da se potencijal mišića može promatrati tek kada je mišić napet. Električni potencijali se stvaraju tijekom kontrakcije a ovise o jačini pojedine kontrakcije. Električni potencijal je skalarna veličina koja pokazuje koliko bi električnu potencijalnu energiju u električnom polju imao jedinični pozitivni naboj [3]. Pomoću akcijskih potencijala koji se mjere tijekom kontrakcije mišića, može se uočiti razlika fleksije i ekstenzije kretanja bicepsa. Fleksija ili pregibanje je kretanja pri kojoj se smanjuje kut između dvaju uzglobljenih dijelova tijela, pri čemu se njihovi suprotni krajevi

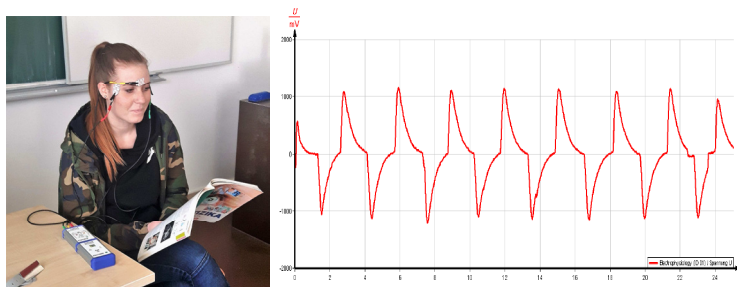


SLIKA 5. Snimanje snage mišića. Elektromiogram.

približavaju. Ekstenzija ili opružanje je kretanja pri kojoj se povećava kut između dvaju uzglobljenih dijelova tijela, pri čemu se njihovi suprotni krajevi udaljavaju [4]. Električna aktivnost bicepsa je najveća tijekom fleksije u ruci (raste na 1000 mV) jer je veća sila potrebna za podizanje tereta zbog gravitacijske sile (vidi sliku 5). U ovom slučaju velik broj akcijskih potencijala s velikog broja mišićnih vlakana koji se nesinkronizirano ponavljaju s različitim frekvencijama, a koji su gusto smješteni izgledaju slično električnom šumu [5].

ELEKTROOKULOGRAF

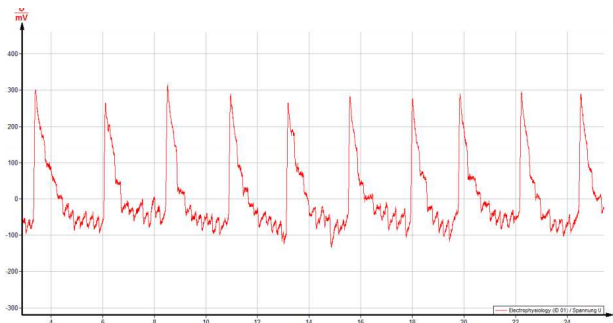
Elektrookulografija je metoda bilježenja potencijala očiju koji je od presudne važnosti za pravilnu vidnu funkciju. Učenici su pokusom mjerili gibanje očiju lijevo-desno, tj. gibanje očiju



SLIKA 6. Snimanje gibanja očiju desno-lijevo. Elektrookulogram.

u horizontalnoj ravnini (vidi sliku 6). Između mrežnice (negativna) i rožnice (pozitivna) postoji potencijal mirovanja koji se za vrijeme gibanja očiju mijenja. Kada se oči gibaju u lijevo snima se pozitivni napon, a kada se oči gibaju u desno napon je negativan. Maksimalni pozitivni i negativni napon je 1000 mV. Kada učenik gleda ravno napon je nula. Povećanje napona je razmjerno povećanju vidnog kuta.

Elektrookulogram vještine čitanja se sastoji od devet ciklusa koji se odnose na broj redova u tekstu. U svakom redu postoji određen broj riječi i pri prelasku sa riječi na riječ naponski signal pada dok na kraju rečenice naglo raste zbog pokreta očiju u lijevo (vidi sliku 7).



SLIKA 7. Elektrookulogram vještine čitanje.

U medicini, elektrookulografija se koristi za otkrivanje poremećaja ravnoteže i poremećaja gibanja očiju. Osim navedenih eksperimenata, pomoću ovog seta može se mjeriti električni potencijal očiju i mišića pri nekim drugim svakodnevnim aktivnostima. Može se promatrati stvaranje bioelektričnih potencijala očiju pri svjetlosnom podražaju, akcijskog potencijala neke druge grupe mišića.

ZAKLJUČAK

Primjenom informacijsko komunikacijske tehnologije u nastavi biofizike i elektronike pokazuje se jedan suvremeni primjer poučavanja budućih zdravstvenih djelatnika koji će u svom radu svakodnevno koristiti biomedicinsku instrumentaciju.

Neke od najnaprednijih tehnologija danas se razvijaju s ciljem izravne ili neizravne primjene u medicini. Većina tih uređaja razvijena je zahvaljujući primjeni naprednih fizikalnih znanja. Učenici ne moraju razumjeti sve fizikalne detalje u pozadini neke tehnologije i složene matematičke jednadžbe. Oni moraju biti u stanju razumjeti temeljne fizikalne ideje, mogućnosti i ograničenja raznih tehnologija i uz to ostati otvorenog uma za buduća dostignuća.

LITERATURA

1. Human Anatomy, McGraw-Hill Education, URL: http://highered.mheducation.com/sites/0072495855/student_view0/chapter22/animation_conducting_system_of_the_heart.html (10.03.2017.)
2. Nacionalni portal za učenje na daljinu „Nikola Tesla“, URL: <http://tesla.carnet.hr> (10.03.2017.)
3. J. Labor, *Fizika 2*, Alafa, Zagreb 2009.
4. STRUNA, hrvatsko strukovno nazivlje, URL: <http://struna.ihjj.hr/> (29. 03. 2017).
5. A. Šantić, *Biomedicinska elektronika*, Školska knjiga, Zagreb 1995.