

Miskoncepcije i stavovi o fizici kod studenata fizioterapije

Physiotherapy Students' Misconceptions and Attitudes Towards Physics

Andrica Lekić^{1*}, Diana Mance²

¹ Sveučilište u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija, Rijeka, Hrvatska

² Sveučilište u Rijeci, Fakultet za fiziku, Rijeka, Hrvatska

Sažetak. Cilj: Cilj rada je predstaviti rezultate ispitivanja studentskih stavova o fizici i njihove povezanosti s usvajanjem koncepata u fizici. **Ispitanici i metode:** U istraživanju je sudjelovalo 89 studenata prve godine Preddiplomskog stručnog studija Fizioterapija, Fakulteta zdravstvenih studija Sveučilišta u Rijeci. Ovom istraživanju, prethodilo je ispitivanje učenika sedmih i osmih razreda jedne riječke osnovne škole (N = 92). Upitnik je sadržavao tvrdnje kojima su izražavani stavovi ispitanika studenata o fizici. Drugi dio upitnika činile su tvrdnje među kojima su bile i česte miskoncepcije u fizici. Miskoncepcije smo podijelili na one koje nastaju zbog jezičnog miješanja pojmova iz svakodnevnog života i znanosti, one koje proizlaze iz korištenja neispravnih pretpostavki za objašnjenje svakodnevnog iskustva te one koje se temelje na nerazumijevanju znanstvenih pojmova i koncepata. **Rezultati:** Studenti u najvećoj mjeri imaju neutralan stav prema fizici. Postoji statistički značajna razlika u zastupljenosti miskonceptija prema uzroku njihova nastanka (Hi-kvadrat; $P < 0,001$). Najzastupljenijima su se pokazale miskoncepcije nastale poistovjećivanjem izraza iz svakodnevnog života i znanosti, tzv. žargonske miskoncepcije (58 % slučajeva). Utjecaj studentskih stavova na učestalost miskonceptija pokazao se statistički značajnim za stavove koji ukazuju na to da su ispitanici više usmjereni na memoriranje gradiva i kvantitativne manipulacije nego na uspješno usvajanje znanstvenih pojmova i koncepata. **Zaključci:** Primjena napredne tehnologije u terapiji i dijagnostici u okviru medicinske skrbi ukazuje na sve veću potrebu za znanjem iz fizike kod studenata zdravstvenih i medicinskih studija. Studenti shvaćaju važnost fizike u svojem obrazovanju i većinom ne iskazuju negativan stav prema fizici. Određene vrste miskonceptija zadržavaju se tijekom čitavog obrazovnog procesa. Zato treba sprječavati nastanak neznanstvenih koncepata, odnosno ako oni već postoje, treba ih što ranije detektirati i aktivno raditi na njihovom uklanjanju.

Cljučne riječi: fizika; fizioterapeuti; stavovi

Abstract. Objective: The aim of the paper is to present the results of the study of students' attitudes towards physics and their relationship with the acquisition of concepts in physics.

Subjects and Methods: Eighty-nine students of the first year of undergraduate studies in physiotherapy at the Faculty of Health Studies, University of Rijeka, participated in the study. This study was preceded by a survey of seventh and eighth grade students of an elementary school in Rijeka (N=92). The questionnaire contained statements expressing the attitude of the surveyed students towards physics. The second part of the questionnaire consisted of statements that included common misconceptions in physics. We divided the misconceptions into those that arise from the linguistic mixing of terms from everyday life and science, those that result from the use of incorrect assumptions to explain everyday experiences, and those that are based on a misunderstanding of scientific terms and concepts. **Results:** Students have predominantly neutral attitudes toward physics. There is a statistically significant difference in the prevalence of misconceptions according to the cause of their occurrence (chi-square; $P < 0.001$). The most prevalent misconceptions were those arising from the identification of expressions used in everyday life and science, the so-called jargon misconceptions (58% of cases). The influence of student attitudes on the frequency of misconceptions proved statistically significant for attitudes indicating that respondents focus more on memorising data and quantitative manipulations than on successfully acquiring scientific terms and concepts. **Conclusions:** The application of advanced

***Dopisni autor:**

Doc. dr. sc. Andrica Lekić, prof. mat. i fiz.
Sveučilište u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija
Ulica Viktora Cara Emina 5, 51000 Rijeka, Hrvatska
E-mail: andrica.lekic@uniri.hr

<http://hrcak.srce.hr/medicina>

technologies in therapy and diagnostics in the context of medical care indicates an increasing need for physics knowledge among students in health and medical programmes. Students are aware of the importance of physics to their education and, for the most part, do not have negative attitudes toward physics. Certain types of misconceptions persist throughout the educational process. Therefore, the emergence of unscientific concepts should be prevented, but if they already exist, they should be identified as early as possible and active efforts should be made to eliminate them.

Keywords: attitude; physical therapists; physics

UVOD

Kolegiji iz područja fizike obvezni su na studijima medicinskih, stomatoloških i zdravstvenih fakulteta. Tako se i na prvoj godini Preddiplomskog stručnog studija Fizioterapija, na Fakultetu zdravstvenih studija Sveučilišta u Rijeci, kolegij Fizika sluša kao obvezni predmet, i to tijekom 40 sati nastave (30 predavanja i 10 seminara). Cilj kolegija je upoznavanje, usvajanje i primjenjivanje temeljnih znanja iz fizike neophodnih za objašnjavanje i razumijevanje bioloških funkcija ljudskog organizma¹. Na kolegiju se objašnjava djelovanje različitih fizičkih uvjeta na organizam te se studente upoznaje s principima fizike na kojima se temelji rad uređaja koji se koriste u fizioterapiji. Različiti oblici energije djeluju na tkiva, organe i organske sustave primjenom raznih fizikalnih terapija (UZV, laser, IR, UV zračenje...) i, u konačnici, dovode do različitih kliničkih učinaka. Zato se na kolegiju Fizika poseban naglasak stavlja upravo na mehanizme djelovanja fizikalnih terapija na ljudski organizam.

Nakon završetka studija stručni prvostupnik fizioterapije aktivan je član stručnog rehabilitacijskog tima te planira i primjenjuje kinezoterapijske postupke, kao i ostale fizikalne procedure imajući na umu individualan pristup bolesniku po holističkom principu². Poznavanje fizike u fizioterapijskom procesu nije samo sebi svrhom, već je potrebno da bi se bolje razumjele prirodne zakonitosti i ponašanje ljudskog tijela, na temelju kojih se utvrđuje koji će terapijski postupci dovesti do objektivizacije i povećanja kvalitete fizioterapijskog procesa u određenoj situaciji³.

Smanjen interes učenika i budućih studenata za fizikom, u Hrvatskoj, ali i na globalnoj razini, re-

zultirao je dugotrajnim trendom opadanja broja stručnih nastavnika fizike u osnovnim i srednjim školama⁴. Istovremeno, također na globalnoj razini, sve je veća potreba za stručnjacima iz prirodnih i tehničkih znanosti.

Razlozi smanjene zainteresiranosti za fiziku mogu biti rezultat negativnih stavova učenika/studenata prema predmetima u kojima se obrađuje gradivo iz prirodnih znanosti. Stavovi se opisuju kao stečene strukture emocija prema određenom subjektu⁵. Kao takvi, stavovi imaju ključnu ulogu za

Znanja iz STEM područja, u koja se ubraja i fizika, potrebna su zbog velikog napretka u tehnologiji koja se primjenjuje u medicinskoj skrbi. Miskoncepcije se češće zadržavaju kod studenata koji fiziku svode na matematiku, odnosno rješavanje numeričkih zadataka kombiniranjem raznih formula i onih studenata koji fiziku svladavaju pukim memoriranjem gradiva.

ljudsko djelovanje i važan su predmet istraživanja u obrazovanju^{6,7}. Primjer negativnog stava bi bio doživljaj gradiva fizike kao skupa činjenica izvan prihvatljivog konteksta, odvojenih od svakodnevnog života i bez konkretne primjene^{7,8}.

I prije nego li počnu formalno učiti fiziku, djeca imaju razvijen skup intuitivnih ideja o fizičkim pojavama koje su razvila na temelju vlastitog iskustva. Te intuitivne ideje nazivamo pretkonceptijama. Ova učenička intuitivna poimanja često su u sukobu s ispravnim, znanstvenim tumačenjima te kao takva mogu predstavljati veliki problem pri usvajanju sadržaja kurikula fizike⁹. Tijekom godina formalnog učenja fizike pretkonceptije bi trebale oslabiti i, u idealnom slučaju, biti zamijenjene ispravnim znanstvenim konceptima. Međutim, pretkonceptije su se pokazale prilično tvrdokornima i čest je slučaj da se razviju u miskonceptije koje se mogu zadržati i nakon završetka formalnog obrazovanja¹⁰.

Kroz višegodišnje iskustvo rada u nastavi fizike sa studentima koji se obrazuju za zdravstvene djelatnike, uočili smo opetovano prisustvo miskonceptija. Želja nam je bila utvrditi je li prisustvo miskonceptija kod ovog profila studenata povezano sa stavovima koje studenti imaju prema fizici. Napominjemo da izrazi (ispitanik, učenik, student,

prvostupnik, nastavnik, stručnjak, djelatnik i sl.) u ovome članku nisu rodno određeni i odnose se na pripadnike obaju spolova jednakopravno.

ISPITANICI I METODE

U istraživanju je sudjelovalo 89 studenata prve godine Preddiplomskog stručnog studija Fizioterapija, Fakulteta zdravstvenih studija Sveučilišta u Rijeci. Popunjavanje upitnika provedeno je na uvodnim satovima kolegija Fizika tijekom triju uzastopnih akademskih godina (2018./2019., 2019./2020. i 2020./2021.). Studente fizioterapije koji su sudjelovali u istraživanju, u najvećoj mjeri čine bivši gimnazijalci i učenici srednjih medicinskih škola. Prema godinama formalnog obrazovanja iz fizike, najviše je studenata koji su u srednjoj školi fiziku imali četiri godine (44,8%), njih 13,4% fiziku je u nastavnom programu imalo tri godine, a čak 41,8% ispitanika fiziku je kao predmet u srednjoj školi slušalo dvije godine.

Ovom istraživanju, prethodilo je ispitivanje učenika sedmih i osmih razreda jedne osnovne škole u Rijeci (N = 92)¹¹.

Prva dva pitanja u upitniku poslužila su za utvrđivanje izvora informacija koje se dobivaju prije formalnog obrazovanja iz fizike. Nadalje, upitnik je sadržavao 10 stavova ispitanika o fizici (Tablica 1). Ispitanici su trebali odabrati slažu li se s ponuđenim stavovima odabirući odgovore, „ne“, „djelomično“ i „da“.

Drugi dio upitnika ispitivao je studentsko slaganje s tvrdnjama među kojima su i miskoncepcije za koje smo, kroz iskustvo u poučavanju fizike, utvrdili da se često javljaju među učenicima i studentima (Tablica 2). Ovdje su ispitanici mogli odabrati odgovor „da“ (za tvrdnju s kojom se slažu) ili „ne“ (za tvrdnju s kojom se ne slažu). Tvrdnje su se odnosile na mjerne jedinice te na gradivo iz područja mehanike, hidromehanike, elektriciteta i topline. Prema uzroku nastanka, miskoncepcije

Tablica 1. Raspodjela studentskih odgovora na tvrdnje koje se odnose na stavove o fizici

Stavovi (N = 89)	NE		DJELOMIČNO		DA	
	N	%	N	%	N	%
Fizika mi je teška.	17	19,1	48	53,9	24	27
U fizici se najviše bavimo matematikom.	20	22,5	60	67,4	9	10,1
Fizika mi je zanimljiva.	13	14,9	46	52,9	28	32,2
Od fizike koristi imaju samo fizičari.	73	82	10	11,2	6	6,7
Fizika nema doticaja sa stvarnim svijetom.	78	87,6	5	5,6	6	6,7
Veselim se učenju fizike.	36	40,4	37	41,6	16	18
U fizici se puno mora učiti napamet.	46	51,7	33	37,1	10	11,2
U nastavi fizike izvode se pokusi.	16	18	35	39,3	37	41,6
Fizika je puna formula.	2	2,2	16	18	71	79,8
Gradivo iz fizike mi je nerazumljivo.	32	36	47	52,8	10	11,2

Tablica 2. Tvrdnje kojima je ispitivana prisutnost miskoncepcija

Tvrdnja 1	Toplina je isto što i temperatura.
Tvrdnja 2	Baterija za mobitel isprazni se kad se iz nje potroši struja.
Tvrdnja 3	Brzina svjetlosti u vakuumu je najveća brzina u prirodi.
Tvrdnja 4	Na vrećici jabuka piše "2 kg". To znači da su jabuke u vrećici teške dva kilograma.
Tvrdnja 5	Na vrećici jabuka piše "2 kg". To znači da su u vrećici dvije kile jabuka.
Tvrdnja 6	Pritisak na tlo je jednak i ako čovjek stoji s objema nogama na tlu i ako stoji samo na jednoj nozi.
Tvrdnja 7	Do kratkog spoja dođe kada nestane struje.
Tvrdnja 8	Teža tijela brže padaju u vakuumu.
Tvrdnja 9	Kada ronimo, osjećamo pritisak u ušima jer ukupni tlak raste s dubinom.
Tvrdnja 10	Kada pritišćemo rukom stol, i stol odgovara pritiskom na ruku.

su u ovom ispitivanju razvrstane: a) nerazlikovanje pojmova iz svakodnevnog života i znanosti, b) neispravne pretpostavke za objašnjenje svakodnevnog iskustva i c) nerazumijevanje znanstvenih pojmova i koncepata.

Statistika

Za statističku obradu podataka korišten je aplikacijski program Statistica verzija 13.5.0.17 (TIBCO Software INC.). Za grafički prikaz podataka korišten je Excel (Microsoft Corp.).

Rezultati upitnika predstavljeni su frekvencijom i relativnim udjelom odgovora (postotkom). Razlike u učestalostima točnog odgovora na tvrdnje između osnovnoškolaca i studenata, kao i razlike učestalosti po stavovima ispitane su hi-kvadrat testom. U *post hoc* analizi korišten je hi-kvadrat test s Bonferronijevom korekcijom. Rezultati statističkog testiranja smatraju se statistički značajnima, $P < 0,05$.

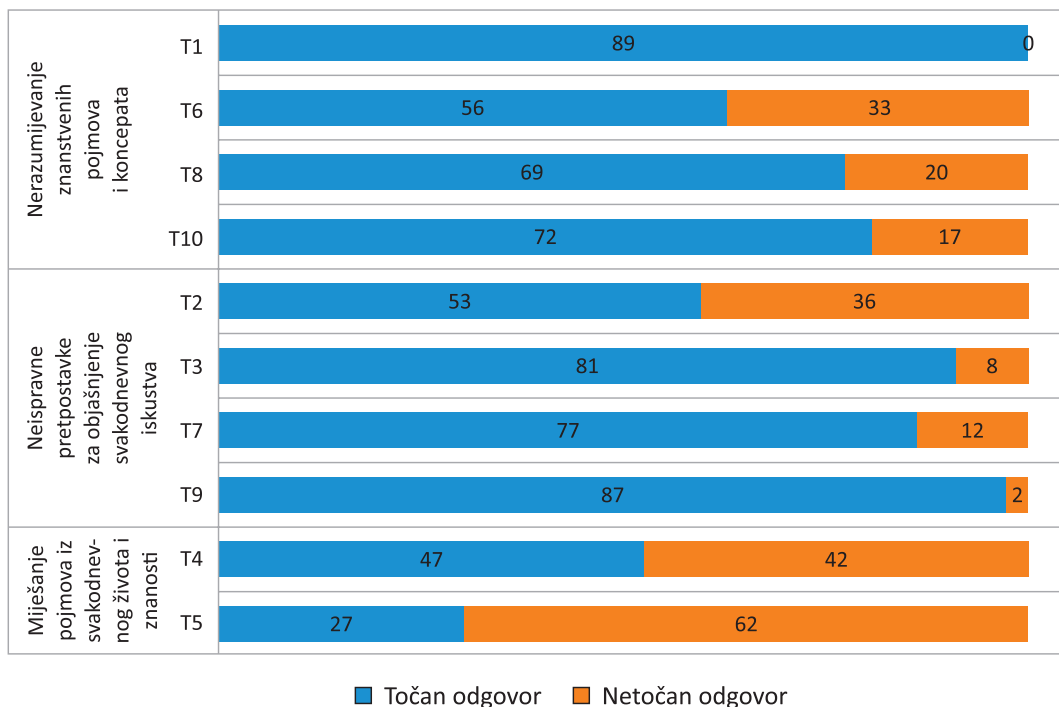
REZULTATI

Hi-kvadrat testom ($P = 0,002$) utvrđeno je da su ispitanici prije formalne nastave fizike, o fizici naj-

više čuli od roditelja, rodbine i prijatelja (69,7%), a u manjoj su mjeri o fizici bili informirani iz medija (46,1%).

Odgovori studenata na tvrdnje koje izražavaju njihove stavove o fizici navedeni su u tablici 1. S tvrdnjom da im je gradivo fizike teško, djelomično se slaže nešto više od polovice ispitanika (53,9%). Većina ispitanika ne slaže se s tvrdnjom da od fizike imaju koristi samo fizičari (82%), a samo 6,7% ispitanika smatra da fizika nema doticaja sa stvarnim svijetom. Mali udio ispitanika (11,2%) slaže se s tvrdnjom da se u fizici mora puno učiti napamet. Za tvrdnju „fizika je puna formula“ 79,8% ispitanika odabralo je odgovor „da“. 40,4% ispitanika se ne veseli učenju fizike, a samo 11,2% studenata smatra da je gradivo iz fizike nerazumljivo. Približno trećina ispitanika (32,2%) složila se s tvrdnjom da im je fizika zanimljiva, a 18% ispitanika smatra da se u nastavi fizike ne izvode pokusi. Više od dvije trećine ispitanika (67,4%) djelomično se slaže s tvrdnjom da se u fizici najviše bavimo matematikom.

Na slici 1. prikazana je raspodjela točnih i netočnih odgovora na ponuđene tvrdnje, među kojima



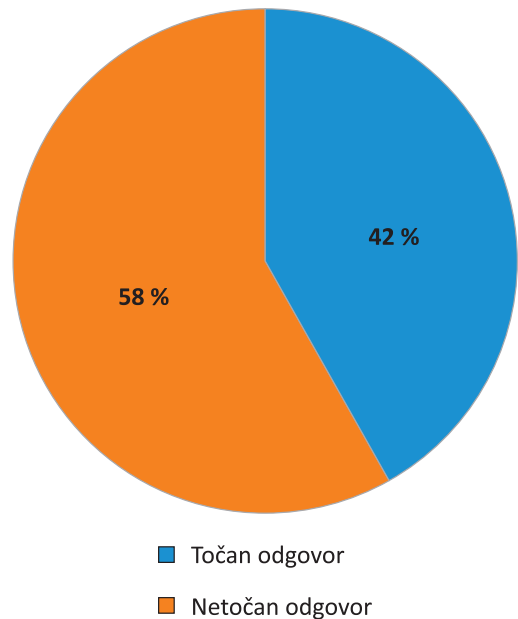
Slika 1. Frekvencija točnih i netočnih odgovora na ponuđene tvrdnje u ovisnosti o uzroku nastanka miskonceptije (T1 – T10 označava tvrdnje 1-10; Tablica 2)

su bile navedene i neke česte miskoncepcije. Pogrešan odgovor na tvrdnju 5 dalo je 69,7 % (N = 62) ispitanika, a na tvrdnju 4 pogrešno je odgovorilo 47,2 % (N = 42) ispitanika. Obje se tvrdnje koriste u svakodnevnom, razgovornom jeziku i ubrajaju se u miskoncepcije koje nastaju zbog jezičnog miješanja pojmova iz svakodnevnog života i znanosti. Prema udjelu pogrešnih odgovora slijede tvrdnja 2 s 40,4 % (N = 36) neispravnih odgovora i tvrdnja 6 na koju je netočan odgovor dalo 37,1 % (N = 33) ispitanika.

Pokazalo se da postoji statistički značajna razlika između miskonceptija prema uzroku njihova nastanka (Hi-kvadrat, $P < 0,001$). Najzastupljenije su miskoncepcije vezane uz miješanje pojmova iz svakodnevnog života i znanosti, u kojih je netočan odgovor prisutan u 58 % slučajeva (Slika 2). Miskoncepcije vezane uz nerazumijevanje znanstvenih pojmova i koncepata javile su se u gotovo 30 % slučajeva, a miskoncepcije koje su posljedica neispravnih pretpostavki za objašnjenje svakodnevnog iskustva prisutne su u 16 % slučajeva (Slika 3 i 4).

U tablici 3 prikazani su rezultati testiranja značajnosti razlike između odgovora učenika osnovne škole i studenata. Za očekivati je bilo da točan odgovor bude znatno učestaliji kod studenata. I zaista, za šest tvrdnji pokazala se značajna razlika, odnosno studenti su dali značajno veći broj

Miješanje pojmova iz svakodnevnog života i znanosti



Slika 2. Postotak točnih i netočnih odgovora za miskonceptije kojima je uzrok jezično miješanje pojmova iz svakodnevnog života i znanosti

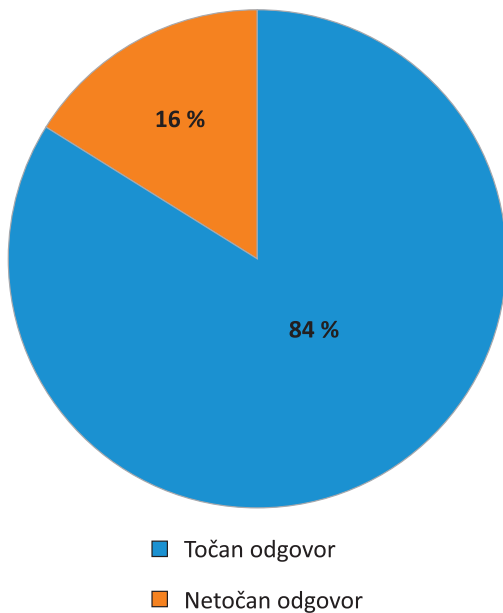
ispravnih odgovora u odnosu na učenike osnovne škole. Primjerice, za tvrdnju 1 (područje topline) svi su studenti dali ispravan odgovor, po čemu možemo zaključiti da je miskonceptija iskazana

Tablica 3. Rezultati testiranja razlike učestalosti odgovora na navedene tvrdnje između učenika osnovne škole i studenata

Vrsta miskonceptije / uzrok nastanka miskonceptije		Područje miskonceptije	P*
Miješanje pojmova iz svakodnevnog života i znanosti	Tvrdnja 5	predmetci za tvorbu decimalnih jedinica	0,094
	Tvrdnja 4	masa i težina	0,132
Neispravne pretpostavke za objašnjenje svakodnevnog iskustva	Tvrdnja 9	hidrostatski tlak	0,728
	Tvrdnja 7	električna struja	< 0,001
	Tvrdnja 3	brzina	< 0,001
Nerazumijevanje znanstvenih pojmova i koncepata	Tvrdnja 2	električna struja i izvor napona	0,041
	Tvrdnja 10	Newtonovi zakoni	< 0,001
	Tvrdnja 8	sila i akceleracija	< 0,001
	Tvrdnja 6	tlak	0,868
	Tvrdnja 1	toplina	< 0,001

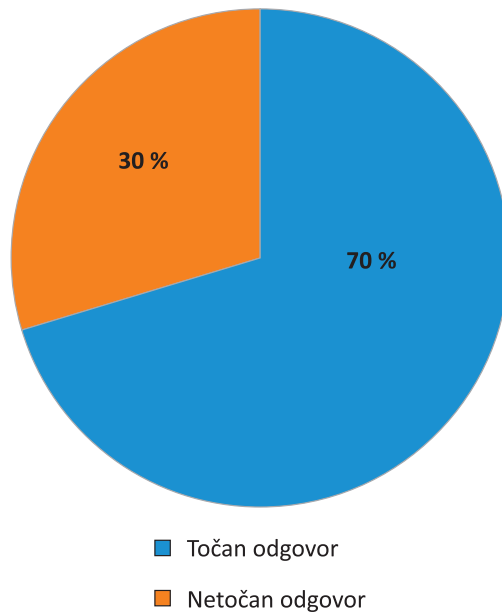
*Hi-kvadrat test. Razlika se smatra statistički značajnom za $P < 0,05$. Posebno su istaknute vrijednosti za tvrdnje kod kojih nije utvrđena statistički značajna razlika u odgovorima između studenata i učenika osnovne škole.

Neispravne pretpostavke za objašnjenje svakodnevnog iskustva



Slika 3. Postotak točnih i netočnih odgovora za miskoncepcije uzrokovane korištenjem neispravnih pretpostavki za objašnjenje svakodnevnog iskustva

Nerazumijevanje znanstvenih pojmova i koncepata



Slika 4. Postotak točnih i netočnih odgovora za miskoncepcije kojima je uzrok nerazumijevanje znanstvenih pojmova i koncepata

tom tvrdnjom uklonjena. Slično je i kod tvrdnje 9 na koju je gotovo 98 % studenata točno odgovorilo, ali učestalost odgovora nije statistički značajno različita u odnosu na učenike. Možemo zaključiti da je u ovom slučaju ispravan fizikalni koncept usvojen već u osnovnoj školi. Zanimljive su nam bile miskoncepcije koje su se u značajnoj mjeri zadržale kod studenata, a za koje nije utvrđeno statistički značajno poboljšanje u

odnosu na osnovnu školu (tvrdnje 4, 5 i 6). Može se zaključiti da su se ove pretkoncepte razvile u miskoncepte te su ostale u jednakoj mjeri zastupljene među učenicima sve do fakulteta. Za te miskoncepte dodatno smo ispitali i stavove studenata o fizici (Tablica 4). Za tvrdnju 4 statistički značajno više netočnih odgovora utvrđeno je samo za stav „u fizici se puno mora učiti napamet“ (Hi-kvadrat test, $P = 0,042$). Ispitivanjem statističke

Tablica 4. P-vrijednosti dobivene kao rezultat testiranja značajnosti razlike učestalosti odabranog odgovora na tvrdnje 4, 5 i 6

Stavovi	Tvrdnje	Tvrdnja 4	Tvrdnja 5	Tvrdnja 6
Fizika mi je teška.		0,486	0,168	0,874
U fizici se najviše bavimo matematikom.		0,342	0,027*	0,042*
Fizika mi je zanimljiva.		0,385	0,835	0,529
Od fizike koristi imaju samo fizičari.		0,386	0,776	0,409
Veselim se učenju fizike.		0,934	0,884	0,476
U fizici se puno mora učiti napamet.		0,042*	0,106	0,529
Gradivo iz fizike mi je nerazumljivo.		0,479	0,317	0,478

*Hi-kvadrat test; razlika je statistički značajna za $P < 0,05$

značajnosti razlike stavova o fizici u ovisnosti o odgovorima na tvrdnju 5 vidimo da je razlika značajna samo kod stava „u fizici se najviše bavimo matematikom“ (Hi-kvadrat test, $P = 0,029$). Testiranjem statističke značajnosti razlike odgovora za tvrdnju 6 ponovo je dobiveno značajno više netočnih odgovora za stav „u fizici se najviše bavimo matematikom“ (Hi-kvadrat test, $P = 0,042$). Možemo zaključiti da oni koji fiziku uče tako da memoriraju veliku količinu gradiva te gradivo fizike svode na matematiku, odnosno na rješavanje numeričkih zadataka kroz kombiniranje raznih formula, češće zadržavaju ove miskoncepcije.

Stavovi i koncepti formirani u ranoj razvojnoj dobi dugotrajno se zadržavaju pa se, osim potrebe za što ranijim upoznavanjem s ispravnim konceptima i pojmovima putem formalnog obrazovanja, nameće i potreba za velikim angažmanom stručnjaka u popularizaciji znanosti.

RASPRAVA

Napredak u prirodnim znanostima, pa tako i u fizici bitno utječe na kvalitetu života, što je osobito vidljivo kroz napredak u medicinskoj skrbi. Kako bi se potaknuo napredak u znanosti i tehnologiji i taj napredak iskoristio u kliničkoj praksi za dobrobit društva, potrebni su multidisciplinarni timovi medicinskog osoblja i fizičara koji će blisko surađivati u zajedničkom istraživačkom okruženju¹². Moramo naglasiti važnost razumijevanja fizike kao osnove raznih tehnologija koje se sve više koriste u dijagnostičkim i terapijskim postupcima u pružanju zdravstvene zaštite.

Primjena fizike u medicini usmjerena je na objašnjenje funkcioniranja ljudskog tijela, kao i na njegovo očuvanje i liječenje bolesti. Fizika pridonosi medicini od samih početaka razvoja medicinske znanosti. U današnje su vrijeme ti doprinosi prepoznati u području dijagnostike (X-zrake, MR, UZV, PET/CT...), kao i u području terapije (radioterapija, interventni MR, UZV...). U svjetlu sve boljeg razumijevanja molekularnih mehanizama bolesti, razvoja novih tehnologija koje omogućavaju istraživanje tih molekularnih procesa, kao i teorija koje ih objašnjavaju, za očekivati je da će

doprinosi fizike medicinskoj znanosti u budućnosti biti još i značajniji¹³.

Bez obzira na sve navedeno, u društvu prevladava mišljenje da je fizika odvojena od stvarnih potreba društva i da nije izravno povezana s budućim profesionalnim aktivnostima studenata koji se obrazuju za rad u zdravstvu¹⁴. O postojanju negativnog stava prema fizici može se zaključiti i po dugogodišnjem smanjenom interesu maturanata za upis na studij fizike, a posebno prema velikom nedostatku stručnog nastavnog kadra iz tog područja⁴. Propitivanje postojanja negativnog stava prema fizici bila je motivacija za prvi dio našeg istraživanja. Rezultati su pokazali da studenti nemaju negativan stav prema fizici i da se on ne mijenja tijekom školovanja¹¹. Izostanak negativnog stava prema fizici kod studenata slaže se s rezultatom da 82 % studenata ne smatra da od fizike koristi imaju samo fizičari, kao i s time da se njih gotovo 88 % ne slaže s izjavom da fizika nema doticaja sa stvarnim svijetom. U svom istraživanju Karenauskaitė i sur. (2008.) propitali su stavove zdravstvenih djelatnika o važnosti znanja fizike¹⁴. Rezultati njihova upitnika pokazali su da su se liječnici u značajno većoj mjeri u odnosu na medicinske i laboratorijske tehničare slagali s time da im je znanje fizike potrebno u profesionalnom djelovanju te da im ono omogućuje bolju dijagnozu i tretman pacijenata. No, u diskusiji fokusgrupe većina se složila da zdravstveni djelatnici na svim razinama (liječnici, medicinski i laboratorijski tehničari, fizioterapeuti) trebaju poznavati zakone i principe fizike za unaprjeđenje kvalitete vlastitog rada. Dakle, to što većina ispitanih studenata fizioterapije nema negativan stav spram fizike, možemo objasniti time da oni shvaćaju da su im specifična znanja iz fizike potrebna za zanimanje za koje se obrazuju.

Kako su stavovi ključan čimbenik ljudskog djelovanja, poželjno bi bilo da se napravi iskorak od neutralnog prema pretežno pozitivnom stavu studenata spram fizike. Takav pomak zahtijevao bi promjenu u načinu poučavanja fizike. U jednom od prijašnjih istraživanja¹⁵, studenti prve godine medicine su u 47,5 % slučajeva izjavili da su se u svom prethodnom školovanju uglavnom susretali s teorijskim izlaganjem gradiva, a istovremeno je njih 60,7 % izvođenje pokusa odabralo kao način izvođenja nastave fizike koji im se najviše sviđa.

Poražavajuće je to što je u spomenutom istraživanju 19,3 % studenata izjavilo da se u nastavi fizike nisu izvodili pokusi, a u našem istraživanju (s vremenskim odmakom početka istraživanja duljeg od jednog desetljeća) nema vidljivog pomaka na bolje (18 % studenata složilo se s tvrdnjom da se u nastavi fizike ne izvode pokusi). Razvoj pozitivnijih stavova prema fizici, ali i općenito temama suvremenog obrazovanja prema kojima su usmjereni najbolji obrazovni sustavi svijeta, moguć je i kroz rano uvođenje ovih tema u obrazovni sustav, naravno u obliku prilagođenom uzrastu uključenom u obrazovanje^{16,17}. Za očekivati je da bi se tako od najranije dobi mogli razviti pozitivni stavovi o znanosti, društvu i okolišu, ali i potaknuti razvoj kritičkog mišljenja kod najmlađih.

Prema rezultatima našeg istraživanja, možemo zaključiti da je važnu ulogu u razvoju stavova i formiranju pretkonceptija imala bliska okolina ispitanika te u nešto manjoj mjeri mediji. Takav zaključak proizlazi iz studentskih odgovora o izvoru informacija o fizici prije formalnog obrazovanja iz fizike. Na isti su način prve informacije o fizici došle i do učenika osnovne škole¹¹. Kako se stavovi formirani u ranoj razvojnoj dobi, kao i koncepti koji se tada usvoje, najčešće dugotrajno zadržavaju, osim potrebe za što ranijim upoznavanjem s ispravnim konceptima i pojmovima putem formalnog obrazovanja, nameće se potreba i za velikim angažmanom stručnjaka u popularizaciji fizike i znanosti.

Istraživanja studentskog razumijevanja osnovnih fizikalnih koncepata jedna su od aktualnih tema u području koje se bavi unaprjeđenjem nastave fizike. U proteklih desetljećima edukacijska istraživanja u fizici pojavila su se kao novo polje istraživanja, koje aktivno uključuje velik broj fizičara diljem svijeta. Provode se sustavna istraživanja koja pridonose boljem razumijevanju učeničkih poteškoća u fizici te razvoju novih nastavnih metoda, koje pridonose smislenijem poučavanju fizike na svim razinama¹⁰.

Pretkonceptije su rezultat prethodnog, formalnog ili neformalnog, učenja i najčešće nisu u skladu sa znanstvenim spoznajama. To nisu slučajna objašnjenja, već modeli razumijevanja koji su jasni učeniku/studentu koji, s ograničenim znanjem, pokušava dati smisao uočenim fenomenima¹⁸.

U našem istraživanju koncentrirali smo se na jednostavne i često prisutne miskoncepcije u fizici. Kako je istraživanje uključivalo i osnovnoškolski uzrast, nismo se doticali složenijih miskonceptija za koje se pokazalo da su prisutne kako kod studenata kojima fizika nije primarni predmet, tako i kod studenata i nastavnika fizike¹⁹.

Rezultati ukazuju na postojanje studentskih poteškoća u razumijevanju osnovnih koncepata, unatoč tome što su ispitanici formalno učili fiziku najmanje četiri godine. To upućuje na važnost ovakvog testiranja studenata i ukazuje na probleme koje studenti imaju pri razvijanju osobnog načina razmišljanja, a koje bi trebalo biti u skladu sa znanstvenim.

Iako znanje matematike pomaže u razumijevanju fizike²⁰, rezultati pokazuju da studenti koji fiziku svode na matematiku, odnosno rješavanje numeričkih zadataka kombiniranjem raznih raspoloživih formula te oni studenti koji gradivo fizike svladavaju pukim memoriranjem gradiva na štetu razumijevanja koncepata, češće zadržavaju miskoncepcije izražene tvrdnjama 4, 5 i 6. Tvrdnje 4 i 5 ubrajaju se u tzv. „žargonske“ miskoncepcije koje se odnose na brkanje fizičkih veličina mase i težine te na nepravilnu uporabu predmetka za tvorbu decimalnih jedinica. Problem (ne)razlikovanja fizikalnih veličina mase i težine prepoznat je u literaturi te je prepiska koja se pojavila u časopisu *Nature*, a koja datira još od 1846. godine, ponovo zainteresirala znanstvenike^{21,22}. Tvrdnja 6 ukazuje na studentsko nerazumijevanje koncepta tlaka s kojim se učenici susreću još u 7. razredu osnovne škole.

Rezultati ovog istraživanja potvrdili su postojanje dugotrajnih problema u poučavanju fizike, ali i u ocjenjivanju uspješnosti učenika u savladavanju gradiva fizike. Savladavanje gradiva fizike zahtijeva vještine koje uključuju znanstveni pristup problematici, razvoj modela, predviđanje rezultata pokusa, kritičko promišljanje te rješavanje numeričkih problema²³. Rješavanje numeričkih zadataka na način da se fokus odmiče od razumijevanja koncepata i usmjerava na kvantitativne manipulacije, rezultira učenjem gradiva napamet, ali i dugoročno slabijim pamćenjem tog gradiva^{23,24}. I ovdje ponovo ističemo potrebu za promjenom u načinu poučavanja fizike, koja bi uz što veću prisutnost eksperimentalnog dijela trebala uključiti

vati i pitanja o fizičkim konceptima i koja bi u konačnici trebala dovesti do boljeg razumijevanja fizičkih pojava i zakona.

ZAKLJUČCI

Znanja iz STEM područja, u koje se ubraja i fizika, potrebna su zbog velikog napretka u tehnologiji koja se primjenjuje u dijagnostici i terapiji u okviru medicinske skrbi. Od početaka učenja fizike, tijekom osnovne i srednje škole prisutni su određeni koncepti koji nisu u skladu sa znanstvenima, tzv. miskoncepcije. Ispitivanjem studenata prve godine fizioterapije pokazali smo da se neke miskoncepcije zadržavaju i do fakulteta. Ovim istraživanjem potvrđena je otpornost miskoncepta na promjenu, kao i to da su uzroci najtvrdokornijih miskoncepta automatska obrada jezične strukture bez korigiranja smisla (učenje napamet bez razumijevanja) te svođenje učenja fizike na korištenje matematičkog alata bez uspješnog usvajanja ispravnih koncepta. U svakoj fazi obrazovnog procesa treba aktivno raditi na detektiranju i otklanjanju koncepta koji nisu u skladu sa znanstvenim spoznajama, a to uključuje i odmak od tradicionalnog načina poučavanja fizike.

Izjava o sukobu interesa: Autori izjavljuju kako ne postoji sukob interesa.

LITERATURA

- Švarcer V. Mjesto fizike u studiju suvremene medicine. *Lij Vjes* 1980;102:221-224.
- Sveučilište u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija [Internet]. Rijeka: Studijski programi, c2022 [cited 2022 Mar 22]. Available from: <https://fzsr.uniri.hr/en/programmes.html>.
- Crnković I, Perković D, Babić J, Dobrić D. Poznavanje fizikalnih zakonitosti u kreiranju fizioterapijskog procesa. *J Appl Health Sci* 2017;3:273-284.
- Erceg N, Nikolaus P, Nikolaus V, Poljančić Beljan I. Who Teaches Physics in Croatian Elementary Schools? *Edu Sci* 2022;7:641.
- Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje [Internet]. Zagreb: Stav, c2022 [cited 2022 Feb 15]. Available from: <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=57912>.
- Maltar Okun T. Uloga stavova učenika prema prirodoslovnim predmetima u objašnjenju obrazovnog postignuća i namjere upisa u srednju školu. Zagreb: Učiteljski fakultet, 2019. PhD thesis.
- Marušić M, Sliško J. Postoje li »muški« i »ženski« stavovi o učenju fizike, o fizici kao znanosti i fizici kao struci? *Metodički ogleđi* 2009;16:87-111.
- Aikenhead GS. Research into STS science education. *Educación Química* 2005;16:384-397.
- Planinić M, Boone WJ, Krsnik R, Beilfuss M. Exploring Alternative Conceptions From Newtonian Dynamics and Simple DC Circuits: Links Between Item Difficulty and Item Confidence. *J Res Sci* 2006;43:150-171.
- Bozzi M, Ghislandi P, Tsukagoshi K, Matsukawa M, Wada M, Nagaoka N et al. Highlight misconceptions in physics: a T.I.M.E. project. In: Gómez Chova L, López Martínez A, Candel Torres I (eds). *INTED2019: Proceedings of the 13th International Technology, Education and Development Conference*; 2019 Mar 11-13; Valencia, Spain. Valencia: IATED Academy, 2019;2520-2526.
- Mance D, Lekić A. Obrazovanje i stavovi o fizici. In: Poljak N, Pećina P, Matejak Cvenić K (eds). *Zbornik radova XV. Hrvatskog simpozija o nastavi fizike*; 2021 Apr 7-8; Zagreb, Hrvatska. Zagreb: Hrvatsko fizikalno društvo 2021; 277-282.
- Melzer A, Cochran S, Prentice P, MacDonald MP, Wang Z, Cuschier A. The importance of physics to progress in medical treatment. *Lancet* 2012;379:1534-43.
- West GB. The importance of quantitative systemic thinking in medicine. *Lancet* 2012;379:1551-1559.
- Karenauskaitė V, Balzekienė A, Dikcius G, Rotomskis R. Biomedical physics and medical professionals: harmony or dissonance in study quality improvement? In: Constantinou CP, Papadouris N (eds). *Physics Curriculum Design, Development and Validation. GIREP 2008: Proceedings of the GIREP Conference 2008*; 2008 Aug 18-22; Nicosia, Cyprus. Nicosia: University of Cyprus, 2008;179.
- Bojić D, Mandić M, Lekić A, Roller-Lutz Z. Samostalno izvođenje eksperimentalnih vježbi iz fizike: Zašto tek na fakultetu? In: Pećina P (ed). *Nastava fizike za prirodoslovnost. Zbornik radova 8. hrvatskog simpozija o nastavi fizike*; 2007 Apr 12-14; Zagreb, Hrvatska. Zagreb: Hrvatsko fizikalno društvo, 2007;218-222.
- Paar D. Nacionalni park Sjeverni Velebit kao vrhunsko edukativno-turističko središte. *Senjski zbornik* 2019;46: 105-118.
- Mance D, Krnić K, Mance D. Protecting Species by Promoting Protected Areas and Human Development—A Panel Analysis. *Sustainability* [Internet]. 2021;13. [cited 2022 Feb 15]. Available at: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/21/11970>.
- Lukša Ž. Miskoncepcije, pretkonceptije i alternativni koncepti kao prepreka učenikom konceptualnom razumijevanju biologije. In: Vijić N (ed). *Edukacija prirodoslovija, geografije i povijesti u društvu znanja*. Zagreb: Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Europski centar za napredna i sustavna istraživanja (ECNSI), 2010:17.
- Erceg N, Aviani I, Grlaš K, Karuza M, Mešić V. Development of the kinetic molecular theory of liquids concept inventory: preliminary results on university students' misconceptions. *Eur J Phys* 2019;40:025704.
- Schwartz DL, Martin T, Pfaffman J. How mathematics propels the development of physical knowledge. *Cognit Dev* 2005;6:65-88.
- Bar V, Brosh Y, Sneider C. Weight, Mass, and Gravity: Threshold Concepts in Learning Science. *Psychology* 2016;25:22-34.
- Walker J. "Weight" and "Mass". *Nature* 1876;13:405-406.
- Poljak N, Erhardt F, Jerčić M. *Zbirka konceptualnih zadataka iz fizike*. Zagreb: Školska knjiga, 2022.
- Erceg N, Aviani I. Razumijevanje koncepta u fizičkim jednadžbama. *Napredak* 2013;154:61-82.