

Medicinsko-informatičko obrazovanje studenata medicine: iskustvo iz Hrvatske

Josipa Kern¹, Kristina Fišter¹

¹Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet, Zagreb, Hrvatska

Sažetak

Cilj: U radu se opisuje aktualno medicinsko-informatičko obrazovanje na Medicinskom fakultetu, Sveučilišta u Zagrebu.

Metode: Opisuje se postojeći medicinsko-informatički obrazovni program i studentski istraživački rad u medicinskoj informatici na integriranoj preddiplomskoj i diplomskoj razini te na poslijediplomskom studiju Biomedicina i zdravstvo.

Rezultati: Tri su pristupa medicinsko-informatičkom obrazovanju na integriranoj preddiplomskoj i diplomskoj razini studija medicine: (1) osnove medicinske informatike, predmet koji se upisuje na prvoj godini studija medicine, (2) medicinska informatika, predmet koji se upisuje na petoj godini studija, te (3) individualna studentska istraživanja. Medicinsko-informatički sadržaji su usklađeni s Preporukama za medicinsko-informatičko obrazovanje korisnika informacijskih tehnologija koje je izdala Međunarodna asocijacija za medicinsku informatiku (IMIA – International Medical Informatics Association) i prilagođeni studentima s obzirom na mjesto medicinske informatike u kurikulumu.

Poslijediplomsko obrazovanje kao viša razina obrazovanja na Medicinskom fakultetu uključuje nekoliko pretežito elektivnih medicinsko-informatičkih predmeta s temama o medicinsko-informatičkoj metodologiji, zdravstvenim informacijskim sustavima, simulacijskom modeliranju, strojnom učenju i otkrivanju znanja u medicinskim domenama, kao i medicinska statistika te analiza slobodnog teksta. Osim navedenog uključena je i telemedicina, elektro-fiziološke metode u medicinskim istraživanjima i osnove medicine utemeljene na znanstvenim činjenicama.

Zaključak: Studenti medicine počinju prepoznavati ulogu informacija u svojoj budućoj struci. Zanimaju ih medicinsko-informatičke aplikacije kao potpora njihovu budućem radu s pacijentima i u istraživanju. Posebni interes pokazali su individualno istražujući u području strojnog učenja, simulacijskom modeliranju, medicinskom odlučivanju, u zaštiti medicinskih podataka, e-učenju i evaluaciji informatičkih aplikacija namijenjenih liječniku.

Ključne riječi:

medicinska informatika, studij medicine, integrirani preddiplomski i diplomski studij, poslijediplomski studij

Correspondence to:

Josipa Kern

University of Zagreb, School of Medicine

Address: Rockefellerova 4, 10000 Zagreb, Croatia

E-mail: josipa.kern@snz.hr

EJBI 2011; 7(2):hr1–hr7

received: June 17, 2011

accepted: October 3, 2011

published: December 23, 2011

1 Uvod

Odavno su mnogi autori prepoznali medicinsku informatiku kao posebni obrazovni sadržaj u medicinskom kurikulumu [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. Sancho i njegovi suradnici kažu „prilikom planiranja medicinsko-informatičkih obrazovnih sadržaja naš je glavni cilj bio dati studentima opći pregled medicinsko-informatičkih metoda i aplikacija te naučiti ih kako da ih koriste u svojoj budućoj medicinskoj praksi“ [2]. Kao temelj svega Coiera ističe problemu orijentirani medicinski zapis ali kaže „problem orijentirani medicinski zapis je samo instrument za prikupljanje informacija, a kliničar mora znati je li i kada je primjeren, odnosno kada postoji bolje rješenje“ [3]. Greens tvrdi „me-

dicinska informatika se pojavljuje kao posebni entitet u mnogim kurikulumima“ [4]. Shortliffe ukazuje na prirodu (bio)medicinskih podataka „ključna stvar u medicinskoj informatici je priroda biomedicinskih podataka i znanja, kao i njihov prikaz u računalnim sustavima“ i dalje „otuda proizlazi mnoštvo tema za istraživanja“ kao planiranje i verifikacija pokusa, prikupljanje podataka i znanja, pretraživanje literature, dijagnosticiranje, planiranje terapije, izgradnja sučelja prilagođena čovjeku, učenje [5]. Coiera inzistira na nužnosti da studenti razumiju „dinamiku i nezvjesnost prirode medicinskog znanja“ [3]. Isto tako, studenti medicine moraju „pratiti najnovija znanja i vještine“, „procjenjivati znanja na temelju znanstvenih činjenica do kojih se došlo primjenom statističkih metoda“, „interpreti-

rati nesigurne kliničke podatke i raditi uz prisutne smetnje i greške“, „analizirati kliničke odluke u terminima rizika i koristi“, „primijeniti i prilagoditi kliničko znanje stanju pojedinačnih pacijenata“, „pronaći terapijske smjernice, procijeniti ih, izabrati i primijeniti, prilagoditi ih lokalnim uvjetima, te razmijeniti/poslati uz zabilježbu o promjeni u terapijskom planu i ishodu“, „strukturirati i zabilježiti kliničke podatke u obliku potrebnom za klinički rad, za komunikaciju s kolegama ili za epidemiološke svrhe“, te „izabrati najbolju moguću metodu komunikacije u danom trenutku“ [3].

Nedavno objavljen rad kaže da medicinska informatika kao studijski predmet „zahtijeva čvrsto uvjerenje da prakticiranje medicine u dvadeset i prvom vijeku zahtijeva ažurnost, točnost i pismenost u korištenju dostupnih izvora informacija“ [8].

Konačno, s obzirom na literaturu koja govori o medicinskoj (biomedicinskoj ili zdravstvenoj) informatici i Preporuke Međunarodne asocijacije za medicinsku informatiku (IMIA - International Medical Informatics Association)[9], sadržaj predmeta medicinska informatika za korisnike informacijskih i komunikacijskih tehnologija je manje ili više jasan. Međutim, detaljni program s jasno definiranim sadržajima predavanja, seminara i vježba mora se prilagoditi svakom pojedinom studiju (medicina, sestринство itd.) i prijašnjem iskustvu studenata u korištenju informacijskih i komunikacijskih tehnologija.

Osim toga, važno je i pitanje pozicioniranja medicinsko-informatičkih sadržaja u medicinskom kurikulumu: početak studija (prve dvije godine), sredina, ili kraj studija (zadnje dvije godine), ili je pak pozicija predmeta u potpunosti nevažna.

Može se, nadalje, postaviti i pitanje potrebe medicinsko-informatičkih sadržaja na poslijediplomskoj obrazovnoj razini, i ako da, kako to učiniti.

Cilj ovog rada je bio da se opiše dugogodišnje iskustvo u medicinsko-informatičkom obrazovanju studenata medicine na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu i to kako na razini integriranog preddiplomskog i diplomskog studija medicine tako i na poslijediplomskoj obrazovnoj razini.

2 Medicinska informatika na integriranom preddiplomskom i diplomskom studiju medicine

Integrirani preddiplomski i diplomski studij medicine na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu započeo je s medicinsko-informatičkim sadržajima u nastavi još 1970-te godine. U razdoblju od 1970. do 2010. godine predmet je više puta mijenjao svoje mjesto u kurikulumu. Počelo se je s trećom godinom, nakon čega se pozicija predmeta mijenjala (premještan je na prvu godinu, zatim drugu, šestu itd.) a 2010. medicinska informatika je kao nastavni predmet stavljena na petu godinu studija medicine. Glavni razlog ovim premještanjima može se objas-

niti kao „nismo sigurni koja je najbolja pozicija predmeta medicinska informatika tijekom studija medicine“. Nakon brojnih diskusija s kolegama, uvažavajući dosadašnja iskustva u nastavi medicinske informatike na studiju medicine, zapitali smo studente druge i šeste godine studija što oni misle o tom problemu: na koju godinu studija pozicionirati medicinsku informatiku. Studenti druge godine, njih 63% glasalo je za medicinsku informatiku u zadnjim dvjema godinama studija, dok je 26% smatralo da to treba biti početak studija medicine. Istovremeno, studenti šeste godine, njih 36%, smatralo je da su zadnje godine studija najpogodnije a 43% dalo je prednost početku studiranja [6, 10].

Dalja analiza je pokazala da studenti bez iskustva i oni s malo iskustva u uporabi informacijskih i komunikacijskih tehnologija glasaju za medicinsku informatiku na početku studija. Stoga smo donijeli odluku da se medicinsko-informatički sadržaji podijele, te da se osnove uče na početku a napredniji medicinsko-informatički sadržaji pri kraju studija [6, 11]. Kao posljedica toga, nastao je predmet Osnove informatike koji se kao izborni predmet nalazi na prvoj godini studija. Medicinska informatika je obvezatni predmet na petoj godini studija medicine.

Počevši s godinom 2003. Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu je započeo sa studijem medicine na engleskom jeziku koji je bio namijenjen stranim studentima (MSA – Medical Study in English, <http://mse.mef.hr>). Na studij medicine na engleskom jeziku se upisuju studenti iz različitih zemalja (Australia, USA, Canada, Malaysia, Portugal, South Africa, UK, Sweden, etc.). Program studija je jednak onome koji se izvodi na hrvatskom jeziku uz jednu osobitost vezanu uz medicinsko-informatičke sadržaje: osnove, pod nazivom Osnove medicinske informatike, za studente studija medicine na engleskom jeziku je obvezatan predmet.

Oba programa na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, i hrvatski i engleski, završavaju s titulom doktor medicine.

3 Cilj i sadržaj medicinsko-informatičkih predmeta

Predmet Osnove (medicinske) informatike ima za cilj da se kroz praktični rad u kompjutorskoj učionici razvijaju vještine studenta u korištenju informacijskih i komunikacijskih tehnologija. Predmet sadrži sljedeće teme: osnovna terminologija, operacijski sustav Windows, obrada i uređivanje teksta, tablično računanje, prezentiranje rezultata rada, preglednici, e-pošta i pripadna etika, Internet i tražilice. Gdje god je moguće, uporaba informacijskih i komunikacijskih tehnologija se demonstrira uz medicinske primjere.

Ciljevi predmeta Medicinska informatika (predavanja, seminari, vježbe) su: (1) upoznati studente s konceptom medicinske informatike i razviti vještine rada s podacima

Tablica 1: Popis predmeta s medicinsko-informatičkim sadržajima.

Predmet	Teme	ECTS
Medicinsko-informatičke metode	Struktura i organizacija podataka; Inteligentna analiza podataka; Simulacijsko modeliranje; Obrada signala i slika.	3.5
Upravljanje informacijskim sustavom i sustavom kliničkih podataka	Komponente informacijskog sustava; Infrastruktura; Upravljanje podacima; Evaluacija informacijskog sustava.	5
Otkrivanje znanja u medicinskim domena	Metodologija otkrivanja znanja; Hipoteze; Detekcija smetnji; Eksperimentalna i teorijska verifikacija.	5
Javnozdravstveni informacijski sustavi	Informacijske potrebe u javnom zdravstvu; Izvori zdravstvenih podataka; Odlučivanje u javnom zdravstvu.	3
Statistička analiza slobodnog teksta	Slobodni tekstovi u medicini i zdravstvu; Kodovi, kategorije, teorija; Analiza i interpretacija.	5
Elektrofiziološke metode u medicinskim istraživanjima	Fiziologija i elektrofiziologija; Elektrofiziološke metode u istraživanju; Elektromedicinska instrumentacija – principi i ograničenja.	4
Telemedicina	Telemedicinske aplikacije; Norme u telemedicini; Evaluacija telemedicinskih aplikacija.	3.5
Statistička analiza medicinskih podataka	Statistička metodologija; Kritičko čitanje znanstvenih i stručnih radova; Ocjena primjerenosti primijenjenih statističkih postupaka i prezentacija u literaturi.	5.5
Metode istraživanja u javnom zdravstvu	Metode i alati za operacijska istraživanja; Dizajniranje projekta i praćenje; Simulacije u javnozdravstvenim istraživanjima.	2
Medicina utemeljena na znanstvenim činjenicama	Osnovni principi i metodologija; Kritička analiza literature; Prednosti i ograničenja.	3.5

u medicinskoj praksi i istraživanjima (šifriranje, strukturiranje, baze podataka), (2) razviti svijest o važnosti norma, klasifikacija, zaštiti podataka i sustava, te etici pri uporabi informacijskih i komunikacijskih tehnologija, (3) približiti studentima metode za otkrivanje znanja i koncepte medicinskog odlučivanja koje se temelji na informacijskim i komunikacijskim tehnologijama, (4) omogućiti studentima uvid u realne aplikacije kako bi mogli procijeniti njihovu primjerenost sa stanovišta liječnikovih želja i potreba, i (5) osposobiti studenta za pretraživanje bibliografskih baza podataka i drugih izvora na internetu.

Tijekom nastave posebna se pozornost posvećuje seminarima gdje studenti prezentiraju i raspravljaju o iskustvima opisanim u znanstvenim i stručnim radovima objavljenih većinom u međunarodnim medicinsko-informatičkim časopisima. Želeći saznati što studenti misle o tim radovima (što im je izazovno, što bi bilo primjenjivo u uvjetima hrvatskog zdravstvenog sustava, što bi bilo najkorisnije, itd.) proveli smo istraživanje [12]. S obzirom na temu, radovi su grupirani u sljedeće skupine: telemedicina, zdravstveni informacijski sustavi, informacijska i komunikacijska tehnologija u komunikaciji i istraživanju prema konvencionalnim oblicima, i sustavi potpore medicinskom odlučivanju.

Od studenata smo zatražili da rangiraju radove prema atraktivnosti i korisnosti za medicinsku praksu. Rezultati su pokazali da je telemedicina najatraktivnija. Zdravstveni informacijski sustavi su po izjavama studenata na drugom mjestu po izazovnosti. Zatim slijede sustavi potpore odlučivanju, posebno radovi u kojima je opisano kako informacijsku tehnologiju koristiti da bi se izbjegle medicinske pogreške i oni koji se bave informacijama o lijekovima (baze podataka o lijekovima). Informacijske tehnologije u istraživanju i komunikaciji (npr. s pacijentima) studenti nisu smatrali posebno izazovnim.

Uzevši u obzir da su telemedicina i kompjutorizacija primarne zdravstvene zaštite aktualni projekti u Hrvatskoj, prva dva ranga se može lako objasniti. Međutim, atraktivnost sustava potpore medicinskom odlučivanju pokazuje što studenti zapravo očekuju od medicinske informatike. Može se reći da su studenti motivirani da nađu aplikacije koje bi im mogle pomoći u njihovoj budućoj medicinskoj praksi.

Otkrivanje atraktivnih tema moglo bi otvoriti vrata medicinskoj informatici na način da postane izazov studentima medicine i učini ih aktivnim sudionicima u medicinsko-informatičkom istraživanju i praksi.

Tablica 2: Studentska istraživanja u razdoblju 1994-2011. Napomena: imena studenata tiskana su kosim slovima.

Tema	Izveštaj istraživanja publicirao	
	Student	Student s mentorom i drugim istraživačima
Strojno učenje	<i>Sonicki Z</i> (1994) [13] <i>Vojnić-Zelić D</i> (1996) [14] <i>Pikija S</i> (1998) [15] <i>Lukačić Z</i> (1998) [16]	Vuletić S, Kern J, <i>Sonicki Z</i> , Ivanković D (1999) [28] <i>Rimac M</i> , Kern J (1999) [31] <i>Lukacić Z</i> , Kern J, Težak-Benčić M (2000) [26] <i>Sonicki Z</i> , Morin A, Plasaj T, <i>Sonicki D</i> , Kusić Z (2000) [29] <i>Lukacić Z</i> , Kern J (2002) [27] <i>Sonicki Z</i> , Gamberger D, Šmuc T, <i>Sonicki D</i> , Kern J (2002) [30]
Zaštita podataka	<i>Markota M</i> (1999) [17]	<i>Markota M</i> , Raič G (1997) [32] <i>Markota M</i> , Kern J, Švab I (2001) [33]
E-učenje	<i>Fišter K</i> (2000) [18] <i>Marinović D</i> (2009) [19]	<i>Marinović D</i> , Hren D, Sambunjak D, Rašić I, Škegro I, Marušić A, Marušić M (2009) [34]
Simulacijsko modeliranje	<i>Božikov J</i> (1997) [20] <i>Rimac M</i> (2002) [21] <i>Manestar-Blažić T</i> (2005) [22] <i>Poljičanin T</i> (2010) [23]	<i>Manestar-Blažić T</i> , <i>Božikov J</i> (2004) [36] <i>Rimac M</i> , <i>Božikov J</i> (2007) [35] <i>Manestar-Blažić T</i> , <i>Božikov J</i> (2007) [37]
Odlučivanje u zdravstvu	<i>Ilakovac V</i> (1996) [24] <i>Piberl S</i> (2011) [25]	<i>Ilakovac V</i> , Kern J (1994) [38]
Evaluacijske studije u medicinskoj informatici		<i>Andrijašević L</i> , <i>Angebrandt P</i> , Kern J (2010) [39]
Biostatističke metode	<i>Smoljanović L</i> (1994) [40] <i>Kujundžić M</i> (1995) [41] <i>Kujundžić Tiljak M</i> (2000) [42] <i>Šimurina T</i> (2011) [43]	<i>Kujundžić Tiljak M</i> , Kern J, Ivanković D, Tiljak H, Vuletić S (2001) [44]
Analiza slobodnog teksta	<i>Fišter K</i> (2000) [45] <i>Hercigonja-Szekeres M</i> (2010) [46]	<i>Hercigonja-Szekeres M</i> , <i>Marinović D</i> , Kern J (2009) [47]

4 Medicinska informatika na poslijediplomskoj razini medicinske nastave

Medicinsko-informatički sadržaji na Medicinskom fakultetu u Zagrebu ušli su u poslijediplomski nastavu još 1966. Bila je to tek kratka informacija o računalima i njihovom potencijalu u medicini i zdravstvenoj zaštiti. Pet godina kasnije osnovan je u Zagrebu Sveučilišni računski centar i studenti su tada mogli vidjeti neke od jednostavnih aplikacija, uglavnom statističke obrade i analize. Nedavno, medicinska je informatika postala relevantan sadržaj u poslijediplomskom obrazovanju na Sveučilištu u Zagrebu.

Poslijediplomska nastava na Medicinskom fakultetu organizirana je u obliku Doktorskog studija u biomedicini i zdravstvu. Studij završava sa znanstvenim stupnjem dok-

tora znanosti iz područja biomedicine i zdravstva. Postoji i čitav niz specijalističkih studija (npr. Anesteziologija, Citologija, Dijabetologija, Epidemiologija, Mikrobiologija, Medicina rada, Pedijatrija, Javno zdravstvo itd.) koji su većinom sastavni dio medicinske specijalizacije.

Neki od specijalističkih studija kao primjerice Javno zdravstvo, Medicina rada, Obiteljska medicina i Školska medicina, imaju u svom programu neke medicinsko-informatičke sadržaje, ali većina medicinsko-informatičkih sadržaja pripadaju Doktorskog studiju. U popisu od 140 predmeta Doktorskog studija, obvezatnih ili izbornih, u 10 predmeta su medicinsko-informatički sadržaji. Svi medicinsko-informatički predmeti osim jednog spadaju u skupinu izbornih predmeta. Predmeti nisu međusobno uvjetovani tako da student može izabrati jedan ili više njih u skladu sa svojim željama i interesom.

Popis medicinsko-informatičkih predmeta na Doktorskog studiju prikazan je u Tablici 1.

Statistička analiza medicinskih podataka je jedini obvezatan predmet u tom popisu. Ostali predmeti su izborni i godišnje svaki od tih predmeta izabere 5-10 studenata (od 50-60 upisanih). Zasad se provode evaluacije prvenstveno obvezatnih predmeta, a rezultat evaluacije služi njihovu poboljšavanju.

4.1 Studentska istraživanja

Individualna istraživanja studenata na Medicinskom fakultetu prilagođena su onim studentima koji žele steći više znanja iz područja medicinske informatike. Studentska istraživanja postoje i na integriranom preddiplomskom i diplomskom studiju medicine ali i na poslijediplomskoj razini. Studentska istraživanja završavaju radovima/posterima na stručnim i znanstvenim skupovima, disertacijama ili magistarskim radovima. Mnogi studenti rade radove zajedno sa svojim mentorima pa ih zajedno i publiciraju bilo kao preliminarne rezultate, bilo kao konačne rezultate istraživanja. Studentska istraživanja objavljena u periodu 1994-2011 prikazuje Tablica 2.

5 Rasprava

Nema sumnje da informacijske i komunikacijske tehnologije ulaze u medicinu i zdravstveni sustav. Učinci kompjutorizacije u kliničkim ustanovama obilno su dokumentirani [48, 49, 50]. Korist od sustava potpore odlučivanju je zamjetna čak i u situacijama kada tu potporu čine samo elektronički dostupne smjernice [51, 52, 53, 54, 55, 56].

S druge strane, informatičke aplikacije su nezamislive bez suradnje s medicinskom profesijom. Stoga medicinski profesionalci moraju biti upoznati s novim tehnologijama, obrazovani za promjene, upravljanje promjenama i upravljanje znanjem.

Istraživanja o medicinskoj informatici kao disciplini i o stavovima studenta i medicinskih profesionalaca prema toj disciplini uglavnom su pozitivna. Doduše, postoje izuzeci, npr. istraživanje o elektroničkoj listi problema pokazalo je veliku varijabilnost u stavovima zdravstvenih profesionalaca [57]. Međutim, i ti rezultati pokazuju nedovoljnu educiranost zdravstvenih profesionalaca i nedovoljnu suradnju s informatičarima koji su razvijali aplikaciju.

Hrvatsko iskustvo u medicinsko-informatičkim obrazovnim programima za studente medicine je pozitivno. Ono se temelji ne samo na anketama nego i na rezultatima studentskih istraživanja – studentskih radova, magistarskih radova i disertacija. Oni su stvarna potvrda da medicinsko-informatičko obrazovanje nije bilo promašaj.

Međutim, usprkos dugotrajnom iskustvu u poslijediplomskom medicinsko-informatičkom obrazovanju potrebno je još iskustva, posebno u evaluaciji sadržaja i nastave medicinsko-informatičkih predmeta na Doktorskom studiju. To je nužno sljedeći korak u istraživanjima o obrazovanju iz medicinske informatike na Medicinskom fakultetu.

6 Zaključak

Studenti medicine počinju prepoznavati ulogu informacija u svojoj budućoj struci. Zanimaju ih medicinsko-informatičke aplikacije kao potpora njihovu budućem radu s pacijentima i u istraživanju. Posebni interes pokazali su individualno istražujući u području strojnog učenja, simulacijskom modeliranju, medicinskom odlučivanju, u zaštiti medicinskih podataka, e-učenju, evaluaciji informatičkih aplikacija namijenjenih liječniku te biostatističkim metodama i analizi slobodnog teksta.

Literatura

- [1] Hasman A.: Description of Blockcourse in Medical Informatics. *Methods Inf Med* 1989; 28(4), pp. 239-242.
- [2] Shortliffe E.: Medical Informatics meets medical education. *Medical Technology. SMR* 1999; 1(1), pp. 1-3.
- [3] Greenes R.A., Shortliffe E.H.: Medical informatics – an emerging academic discipline and institutional priority. *JAMA* 1990; 263, pp. 1114-1120.
- [4] Sancho J.J., Gonzalez J.C., Patak A., Sanz F., Sitges-Serra A.: Introducing medical students to medical informatics. *Medical Education* 1993; 27(6), pp.479-483.
- [5] Coierra E.: Medical informatics meets medical education. *MJA* 1998; 168, pp. 319-320.
- [6] Kern J.: Medical Informatics Education – How to Tailor the Course to Given Stage of Student's Knowledge? *AIM* 2002; 10, pp. 59-61.
- [7] Berner E.S., Boulware D.W.: Medical Informatics for Medical Students: Not Just Because It's There. *MEO* 1996;1, p. 3.
- [8] Schwarz B.: The Introduction of a Medical Informatics Course into a Medical School Curriculum. *Medical Reference Services Quarterly* 2011;30(1), pp. 74-82.
- [9] Mantas J., Ammenwerth E., Demiris G., Hasman A., Haux R., Hersh W., Hovenga E., Lun K.C., Marin H., Martin-Sanchez F., Wright G.; IMIA Recommendations on Education Task Force: Recommendations of the International Medical Informatics Association (IMIA) on Education in Biomedical and Health Informatics. First Revision. *Methods Inf Med* 2010;49(2), pp.105-120.
- [10] Kern J.: Medical informatics in the medical curriculum—when? *Stud Health Technol Inform* 1999;68, pp. 484-488.
- [11] Kern J.: Health and medical informatics in Croatia. *Health Info Libr J.* 2008;25(4) pp. 302-308.
- [12] Kern J, Fišter K, Polašek O, Sović S, Božikov J. What the medical informatics topics are considered as attractive to sixth year students of medicine. *Medicinska informatika* 2009;9, pp.92-100.
- [13] Sonicki Z.: Inductive learning methods in medical decision making and prediction. Zagreb: University of Zagreb, School of Medicine 1994 [Master's thesis].
- [14] Vojnić-Zelić D. Parsimonian analytical model for diagnosing knee joint arthrosis. Zagreb: University of Zagreb, School of Medicine 1996 [Master's thesis].
- [15] Pikija S.: APGAR prediction based on prenatal data – neural network methodology. Zagreb: University of Zagreb, School of Medicine 1998 [Student's paper].

- [16] Lukačić Z.: Fuzzy logic based expert system for prediction in medicine. Zagreb: University of Zagreb, School of Medicine 1998 [Master's thesis].
- [17] Markota M.: Data protection in health information system. University of Zagreb, School of Medicine 1999 [Master's thesis].
- [18] Fišter K.: A Medical Student for Fellow Medical Students: How We Can Use the Internet to Learn that One Bit More and Have Fun at the Same Time. Poster at the MIE 2000, Hannover 2000 [The best poster of the Congress].
- [19] Marinović D.: Attitudes of medical students to ICT in learning the medicine. Zagreb: University of Zagreb, School of Medicine 2009 [Master's thesis].
- [20] Božikov J.: Reflection of multistage carcinogenesis model on cancer incidence in human population - example of colorectal cancer. Zagreb: University of Zagreb, School of Medicine 1997 [Doctoral thesis].
- [21] Rimac M.: Dynamic simulation model of the cerebral cortex neurogenesis. Zagreb: University of Zagreb, School of Medicine 2002 [Master's thesis].
- [22] Manestar-Blažić T. :A simulation model of telomere influence on the development and growth of cancer - testicular seminoma and nonseminoma example. Zagreb: University of Zagreb, School of Medicine 2005 [Master's thesis].
- [23] Poljičanin T.: Role of CroDiab registry in prevention of complications in diabetics patients. Zagreb: University of Zagreb, School of Medicine 2010 [Doctoral thesis].
- [24] Ilakovac V.: Model of decision support in a hospital. Zagreb: University of Zagreb, School of Medicine 1996 [Master's thesis].
- [25] Piberl S.: Mobile ICT in pre-hospital unit of emergency medicine in Health centre Murska Sobota. Zagreb: University of Zagreb, School of Medicine 2011 [Master's thesis].
- [26] Lukačić Z., Kern J., Težak-Benčić M.: Detecting predictors of new-born survival by fuzzy sets based machine learning system. *Stud Health Technol Inform* 2000;77, pp.795-798.
- [27] Lukačić Z., Kern J.: Consistency and reproducibility of attribute extraction by different machine learning systems. *Stud Health Technol Inform* 2002;90, pp. 316-319.
- [28] Vuletić S., Kern J., Sonicki Z., Ivanković D.: Possibilities of See5 software in forecasting of life expectancy not achieving. *Stud Health Technol Inform* 1999;68, pp.696-699.
- [29] Sonicki Z., Morin A., Plasaj T., Sonicki D., Kusić Z.: Redundant thyroid laboratory diagnostic modules in laboratory information system—a way to improve the performance. *Stud Health Technol Inform* 2000;77, pp. 842-846.
- [30] Sonicki Z., Gamberger D., Šmuc T., Sonicki D., Kern J.: Dana mining server - on-line knowledge induction tool. *Stud Health Technol Inform* 2002;90, pp. 330-334.
- [31] Rimac M, Kern J. Prognosis for life expectancy using the inductive learning method. *Lijec Vjesn.* 1999 ;121(1-2), pp.18-21.
- [32] Markota M., Raič G.: Implementing data privacy and security (the Slovenian experience). *Stud Health Technol Inform* 1997;43, pp. 879-883.
- [33] Markota M., Kern J., Švab I.: Attitudes towards information system security among physicians in Croatia. *Methods Inf Med* 200;40(3), pp. 221-224.
- [34] Marinović D., Hren D., Sambunjak D., Rašić I., Škegro I., Marušić A., Marušić M.: Transition from longitudinal to block structure of preclinical courses: outcomes and experiences. *Croat Med J* 2009;50(5), pp.492-506.
- [35] Rimac M., Božikov J.: Neurogenesis: from experimental data to system dynamics model. In: Proceedings of the 6th EURO-SIM Congress on Modelling and Simulation (Eds. Zupančič B., Karba R., Blažič S.), Vol. 2: Full Papers. Ljubljana, 2007. /CD-ROM/ Ljubljana: EUROSIM/SLOSIM, 2007. Contribution 624,pp.1-8.
- [36] Manestar-Blažić T., Božikov J.: A simulation model of the testicular carcinogenesis. In: Proceedings of the 5th EURO-SIM Congress on Modeling and Simulation (Eds. Hamam Y., Attiya G.), Paris, Marne la Vallée, 2004. /CD-ROM/ Paris: EuroSim, 2004.
- [37] Manestar-Blažić T., Božikov J.: A simulation of the formation of melanocytic nevi. In: Proceedings of the 6th EURO-SIM Congress on Modelling and Simulation (Eds. Zupančič B., Karba R., Blažič S.), Vol. 2: Full Papers. Ljubljana, 2007. /CD-ROM/ Ljubljana: EUROSIM/SLOSIM, 2007. Contribution 568, pp.1-7.
- [38] Ilakovac V., Kern J.: An Analysis of the Length of Stay in Hospitals. In: Cerić V, Hljuz-Dobrić V(Eds.) In: Proceedings ITI'94, Pula 1994, pp. 423-428.
- [39] Andrijašević L., Angebrandt P., Kern J.: Computerization of family practice evaluated by physician. In: Book of Abstracts of the 2nd Croatian Congress on Preventive Medicine and Health Promotion, October 13-16 ,2010, Zagreb, Croatia, pp.195-196.
- [40] Smoljanović L. Similarity measures of parents and children quantitative characteristics, Zagreb: University of Zagreb, School of Medicine 1994 [Master's thesis].
- [41] Kujundžić M. Genealogical model of epidemiological data analysis, Zagreb: University of Zagreb, School of Medicine 1995 [Master's thesis].
- [42] Kujundžić Tiljak M. Genealogical structuring of population and estimation of mortality, Zagreb: University of Zagreb, School of Medicine 2000 [Doctoral thesis].
- [43] Šimurina T. Predictive model for postoperative vomiting in patients undergoing general anesthesia for laparoscopic gynecological surgery. Zagreb:University of Zagreb, School of Medicine 2011 [Doctoral thesis].
- [44] Kujundžić Tiljak M, Kern J, Ivanković D, Tiljak H, Vuletić S. Genealogical structuring of a population. *Coll Antropol.* 2001;25(1), pp.127-40.
- [45] Fišter K. Free text analysis. Zagreb: University of Zagreb, School of Medicine 2000. [Student's paper. Rector's award].
- [46] Hercigonja-Szekeres M. Value of textual data in observational epidemiological research. Zagreb: University of Zagreb, School of Medicine 2010. [Doctoral thesis].
- [47] Hercigonja-Szekeres M, Marinović D, Kern J. Computer laboratory in medical education for medical students. *Stud Health Technol Inform.* 2009;150, pp.926-30.
- [48] Garg A.X., Adhikari N.K., McDonald H., Rosas-Arellano M.P., Devereaux P.J., Beyene J., Sam J., Haynes R.B.: Effects of computerized clinical decision support systems on practitioner performance and patient outcomes: a systematic review. *JAMA* 2005; 293(10), pp.1223-1238. Review.
- [49] Chaudhry B., Wang J., Wu S., Maglione M., Mojica W., Roth E., Morton S.C., Shekelle P.G.: Systematic review: impact of health information technology on quality, efficiency, and costs of medical care. *Ann Intern Med* 2006;144(10), pp.742-752. Review.

- [50] Hersh W.R., Hickam D.H., Severance S.M., Dana T.L., Krages K.P., Helfand M.: Telemedicine for the medicare population: update. *Evid Rep Technol Assess (Full Rep)* 2006;131, pp.1-41. Review.
- [51] Latoszek-Berendsen A., Tange H., van den Herik H.J., Hasman A.: From clinical practice guidelines to computer-interpretable guidelines. A literature overview. *Methods Inf Med* 2010;49(6), pp.550-70. Review.
- [52] van Engen-Verheul M., de Keizer N., Hellemans I., Kraaijenhagen R., Hasman A., Peek N.: Design of a continuous multifaceted guideline-implementation strategy based on computerized decision support. *Stud Health Technol Inform* 2010;160, pp. 836-40.
- [53] Goud R., Hasman A., Strijbis A.M., Peek N.: A parallel guideline development and formalization strategy to improve the quality of clinical practice guidelines. *Int J Med Inform* 2009;78(8), pp. 513-20.
- [54] De Clercq P., Kaiser K., Hasman A.: Computer-Interpretable Guideline formalisms. *Stud Health Technol Inform* 2008;139, pp.22-43.
- [55] Goud R., Hasman A., Peek N.: Development of a guideline-based decision support system with explanation facilities for outpatient therapy. *Comput Methods Programs Biomed* 2008;91(2), pp.145-153.
- [56] Goud R., Jaspers M.W., Hasman A., Peek N.: Subjective usability of the CARDSS guideline-based decision support system. *Stud Health Technol Inform* 2008;136, pp.193-198.
- [57] Wright A., Maloney F.L., Febowitz J.C.: Clinician Attitudes Toward and Use of Electronic Problem Lists: A Thematic Analysis. *BMC Medical Informatics and Decision Making* 2011; 11, p. 36 (available at: <http://www.biomedcentral.com/1472-6947/11/36>)