INFORMATION TECHNOLOGY IN MEDICINE IN THE 21ST CENTURY

INFORMACIONE TEHNOLOGIJE U MEDICINI 21. VEKA

Dragica Kosi

Summary

We are witnessing a lot of unimaginable achievements in information and nanotechnology, and their application in modern medicine which can be considered a revolution in medicine.

"Is it radical transformation through innovation?", as asked Jozef Schumpeter, and how does conventional medicine respond to these challenges? How did it begin, and how long did information technology arrive? With this paper we tried to give at least a partial answer.

So far a doctor, we can conditionally say, was the only bearer of medical knowledge - medical information, in his hands was a "general database" (professional literature), as well as a database of personal, medical data (medical card of the patient). However, now the situation is completely different.

Digitization of medicine and networking, and absolute availability of knowledge, as well as electronic records, represent the systematic storage of a large number of medical findings, quick and targeted search and usability of information about a particular person, and immense help to the doctor. The introduction of algorithms enables the lightning processing of incoming information. However, "knowledge from a computer" can be a danger to the availability of information to lay people, which makes it necessary to verify the validity of the information source. The new concept of "transferring and disseminating knowledge from a computer" aims to transfer responsibility for personal health.

In the development of nano technology, two critical moments are: decryption of DNA (genome analysis, to details reveals the "biology" of a person) and micro-sensors and wireless transmission technologies that are integrated into an innovative mobile phone (smartphone) that allows monitoring of a number of vital parameters. Miniature ultrasound devices and powerful micro-analyzers, in smartphones and virtual browsing are a reality. Does the doctor lose the ground under his feet? What is the general attitude of patients towards innovation? The answers to these questions are very different, and we tried to present them with the track of the facts pro et contra.

With the conclusion about the undeniable contribution and benefits of innovative technologies in medicine, there are many open questions. We wanted to mention and discuss some of the dilemmas related to information technology and nano technology.

Key words: information technology, nano technology, availability of information; databases, data processing, algorithms, microanalysers, smartphones

Sažetak

Svedoci smo doskora nezamislivih dostignuća u informacionim i nano tehnologijama, a njihova primena u savremenoj medicini može se smatrati revolucijom u medicini.

„Da li je u pitanju radikalna transformacija kroz inovacije?“, kako je naveo ovaj problem Jozef Šumpeter, i kako da konvencionalna medicina odgovori na ove izazove? Kako je započela, i dokle je stigla informaciona tehnologija? Ovim radom smo pokušali da damo makar delimični odgovor.

Doskora je lekar, možemo uslovno reći, bio jedini nosilac medicinskog znanja – medicinskih informacija, u njegovim rukama je bila i „opšta baza podataka“ (stručna literatura), kao i baza ličnih, medicinskih podataka (zdravstveni karton pacijenta). Međutim, sada je situacija u potpunosti drugačija.

Digitalizacija medicine i „umrežavanje mreža“ odnosno apsolutna dostupnost znanja, kao i elektronski karton predstavljaju sistematično skladištenje velikog broja medicinskih nalaza, brzu i ciljanu pretragu i upotrebljivost informacija o konkretnoj osobi, i neizmernu pomoć lekaru. Uvođenje algoritama omogućuje munjevitou obradu prispelih informacija. Ipak, „znanje iz kompjutera“ može biti opasnost u dostupnosti informacija laicima, zbog čega je neophodna provera validnosti izvora informacija. Novi koncept „prenosjenja i širenja znanja iz kompjutera“ ima za cilj da na svakog pojedinca prenese deo odgovornosti za lično zdravlje.

U razvoju nano tehnologija dva su presudna momenta: dešifrovanje DNK (analiza genoma, do detalja otkriva „biologiju“ osobe) i mikrosenzori i tehnologija bežičnog prenosa, koji su objedinjeni u inovativnom mobilnom telefonu (smartfonu) koji omogućuje praćenje niza vitalnih parametara. Minijaturni uređaji ultrazvuka i moćni mikroanalizatori, u „pametnim telefonima“ i virtuelni pregled je danas realnost. Gubi li time lekar tlo pod nogama? Kakav je uopšte stav pacijenata prema inovacijama? Odgovori na ova pitanja su veoma različiti, a pokušali smo da ih predstavimo sledom činjenica pro et contra.

Uz zaključak o neospornom doprinosu i koristi od inovacionih tehnologija u medicini, ostaju mnoga otvorena pitanja. Radom smo želeli da navedemo i razmatrimo neke od dilema vezanih za informacione tehnologije i nano tehnologije.

Ključne reči: informacione tehnologije, nano tehnologije, dostupnost informacija; baze podataka, obrada podataka, algoritmi, mikroanalizatori, smartfon

Uvod

Budućnost u medicini je već počela. U literaturi i stručnoj javnosti nalazimo zanimljive, uzbudjuće, ali i do-

nekle zabrinjavajuće podatke o dostignućima u informacionim i nano tehnologijama, i njihovoj primeni u savremenoj medicini.

Da li je u pitanju potpuna rekonstrukcija medicine? „Radikalna transformacija kroz inovacije“ kako kaže Jozef Šumpeter (1,2). Zapravo, to je „gradnja na starim temeljima ali novim materijalima“ prema rečima Erika Topol-a (2).

Kako će se to odraziti na ulogu lekara u budućnosti, a kako na kvalitet zdravstvene zaštite. Kako da konvencionalna medicina odgovori na ove izazove (3)? Ovo je pokušaj da se na ta pitanja odgovori.

MEDICINA KAO NAUKA ZASNOVANA NA DOKAZIMA

Za početak bi trebalo protumačiti kako je započela i dokle je stigla informaciona tehnologija (IT). Početak ove priče mogao bi biti poduhvat Gutenberg – a (3, 4). To je prva revolucija u svetu informacija (ne računajući pronalazak pisma). Od tada informacije (u tom periodu je to bila knjiga) više nisu privilegija uskog kruga ljudi, i njihova dostupnost se širila do današnjih - neverovatnih razmera. Time je najavljen početak nezadrživog procesa, u kome razvoj IT (sada i nano tehnologija) medicinskoj praksi nude neslućene mogućnosti.

Dosada se medicina, uglavnom, zasnivala na dokazima iz kliničkih ispitivanja u populaciji (zaključivanje po zakonu velikih brojeva), ne uzimajući u obzir lične osobenosti pojedinačnog pacijenta, a još manje podatke iz njegove porodične anamneze (3). Ta nova saznanja bila su opšta i - primenjivana su na svakoga. Da li je to u redu? Izabrani lekar je bio taj koji je, jedini, o svemu vodio računa – fokusiran na svog pacijenta, on je primenjivao ta znanja „po meri pacijenta“ (5).

Tačno je da dokazi ostaju siguran temelj, ali je doktor važna karika, jer upravo on primenjuje dokazana medicinska znanja na konkretnoj osobi (pacijentu).

Dokora je lekar, možemo uslovno reći, bio jedini nosilac medicinskog znanja, u njegovim rukama je bila i „opšta baza podataka“ tj. stručna literatura, kao i baza ličnih, medicinskih podataka (zdravstveni karton pacijenta). No, ovaj relativni procep koji je do sada, bio jedino u nadležnosti lekara, sada dopunjuju nova dostignuća. Digitalizacija medicine i „umrežavanje mreža“ ostvarila je apsolutnu dostupnost znanja, a elektronski karton (EK), sa svim medicinskim nalazima (čak i mogućim nalazima genetskih pretraga), ličnom i porodičnom anamnezom, omogućava sistematično skladištenje, brzu i ciljanu pretragu i upotrebljivost informacija, o konkretnoj osobi.

NOVI KONCEPT – “PATIENT CENTRED APPROACH”

Novi koncept – “Patient centred approach”, kao i “Individual approach” (5) – je nesumnjiv napredak moderne

medicine. Napretkom u polju medicine pružaju se mnogostruke pogodnosti za pacijenta. Uzmimo za primer uvođenje algoritama i drugih moćnih „analitičkih alata“ (5) koji dalje omogućuje munjevitou obradu prispelih informacija što rezultira *output*-om: dijagnozom (sa detaljnim podacima o bolesti), i dalje, nudi se izbor opcija tretmana (lečenja) za svaki konkretan slučaj (5). No, da li je sve ovo dovoljan uslov (masa deponovanih podataka i moćna obrada) da medicinu, procenu zdravlja, i odlučivanje o lečenju, prepustimo mašini? Da, rekli bismo, ali samo ukoliko je supervizor lekar.

Za laike, koji olako prihvataju i prepuštaju se „znanju sa interneta“, opasnost je u dostupnosti informacija - nudi se „medicina“ iz nekompetentnih izvora, i iste takve informacije o bolesti, i što je još gore - o lečenju.

Da pomenemo i opasnost od sajberhondrije (3), čovek modernog doba, iscrpen stresom, frustriran, „dekompenzovan“, sugestibilan - na sebe primnjuje „stečeno znanje“ i prisvaja ponuđene simptome, a „pronađe“ na sebi i poneki „znak“ bolesti.

Lekari već imaju iskustvo u suočavanju sa ovim problemima; na njima je da ukažu da samo lekar može, iz mnoštva delova, pravilno da sklopi tu složenu slagalicu: zdravlje - bolest. Uprkos prednostima koje nude elektronski mediji, pre svega internet, lekar je još uvek jedino merodavan za dijagnostikovanje i lečenje.

U suprotnom pacijent bi mogao biti gubitnik, i lekar je dužan da ga upozna sa tim rizikom (pre I iznad svega, zbog dobrobiti pacijenta). Ipak treba reći da ovaj novi koncept - „prenošenja, širenja znanja“, ima za cilj da učini dostupnim informacije od značaja za zdravlje i prevenciju bolesti. Time se na neki način, na svakog pojedinca prenosi deo odgovornosti za lično zdravlje. Informisani pojedinac razvija svest o značaju zdravlja, očekivano je da će bolje voditi brigu o očuvanju svog zdravlja, kontrolisati svoje zdravlje, i time postati najbolji saradnik u timu sa lekarom, na putu ka zajedničkom cilju – zdravlju.

NANO TEHNOLOGIJE

Krajem prošlog veka, informacione i nano tehnologije su na široka vrata ušle u medicinsku nauku. Beleže se dva presudna momenta:

- Mobilna, bežična tehnologija (telefonija), kroz neograničen pristup informacijama i komunikaciji, mikrosenzori u pametnim telefonima, sasvim su izmenili živote ljudi,
- Dešifrovanje DNK je izazvalo revoluciju u biologiji (Ljudski genom više nije kamen iz Rozete, genom je konačno dešifrovani hijeroglif (6, 7)

„Nešto epsko se upravo dešava - eksponencijalno unapređenje medicine je u toku“ po rečima Jeremy Howard (8).

Ovo je rezime 20. veka. Doprinos navedenog napretku medicine je, doskora bio, nezamisliv. Genomika nam, analizom genoma, do detalja otkriva „biologiju“ osobe, njene metaboličke karakteristike, zatim potencijalne, skrivene rizike za obolevanje od određene bolesti (od dijabetesa do karcinoma), čak i predvidljivost efekata terapije na konkretnog pacijenta (9).

Uz to, razvoj mikro senzora i tehnologija bežičnog prenosa objedinjena u inovativnom mobilnom telefonu smartfon tehnologije (pametni telefon) pruža neslućene mogućnosti, jer lični medicinski podaci, i njihova obrada, dostupni su gde god postoji mobilni signal (3).

Praćenje niza fizioloških parametara, i posebno važnih vitalnih parametara, koje je bilo moguće meriti jedino u ordinaciji doktora, ili bolničkom okruženju, sada možemo meriti kod kuće, i pratiti promene tokom dnevnih aktivnosti (3). Kontinuitet praćanja i visok nivo tačnosti, ranije smo nalazili samo u jedinicama intenzivne nege. Sada je merenje, kao što je krvni pritisak, srčani ritam i brzina protoka krvi, zasićenje krvi kiseonikom, kompletna biohemijska analiza krvi, nivo hormona stresa, i još mnogo toga, dostupno zahvaljujući mikrosenzorima u mobilnom telefonu (prototip je već izrađen) (10).

Šta sve ovo donosi pacijentu i kolika je dobrobit za njega? Primera radi, ukoliko znamo da neko ima genetski rizik za dijabetes (ili već ispoljenu bolest), može se kontinuirano koristiti senzor glukoze, i u skladu sa tim preduzimati sve preporučene mere, da bi se sprečilo ispoljavanje bolesti. Ako bolest već postoji, nalazi mogu da upozore na nezadovoljavajuću regulaciju, i da treba korigovati terapiju (ili preduzeti druge mere - fizičku aktivnost, dijetu i sl.) (2).

Isto tako, pojedinac sa početnom hipertenzijom, ili sa genetskom predispozicijom za nju, može svoj krvni pritisak pratiti kontinuirano, tako može uočiti i dnevne događaje koji utiču na krvni pritisak, i u skladu s tim, prilagoditi svoje aktivnosti ili korigovati terapiju.

REVOLUCIONARNE PROMENE U MEDICINI

Verovatno jedna od najvećih promena je usledila uvođenjem minijaturnih uređaja ultrazvuka koji su zamenili „ikonu medicine“ – stetoskop (2). Može se reći da je i to „prevaziđeno“. Moćni mikroanalizatori, u „pametnim telefonima“, daju detaljnu analizu svake supstance (npr. hrane), ili kožne promene, koja se stavi „u fokus“. Dovoljno je usmeriti kameru, recimo, na hranu – i već dobijamo spektar analizu biohemijskog sastava. Doktori sa Stanford Univerziteta stvorili su algoritam za dijagnostikovanje raka kože, a potom ga testirali – uporedili sa

nalazima dvadeset jednog sertifikovanog dermatologa. Algoritam odgovara sposobnostima kliničara da pravilno identifikuju maligne i benigne lezije (10). Tehnološki napredak sada omogućava brzu sekvencu genoma patogena pomoću alata kod pacijenata sa sumnjom na sepsu. Rana dijagnoza putem sekvenciranja može u budućnosti zameniti potrebu za kulturom krvi, a znamo da dva ili više dana kašnjenja u čekanju rezultata hemokulture može odneti život (10).

Čak je i virtuelni pregled - realnost. Mikrokamere u smartfonu su do te mere usavršene da snimaju, npr. ušni kanal i bubnu opnu, dalje je tu sliku moguće elektronski proslediti specijalisti ORL – ovaj virtuelni pregled omogućava da doktor postavi dijagnozu i odredi lečenje, bez direktnog kontakta sa pacijentom. Isto važi za pregled oka i druge brojne organe gde je takođe moguće uz on line kontakt sa odgovarajućim specijalistom postaviti dijagnozu (10).

Postoji i mogućnost da se svi ovi nalazi, umesto doktoru, preusmere u programe sa moćnom analitičkom obradom, koji mogu rezultirati dijagnozom i preporukom za lečenje (11, 12).

Gubi li time lekar tlo pod nogama? Da li će algoritam zameniti lekara (13)?

„Šta će se desiti sa mnom - Da li će me ove stvari zameniti“ – pitanja su koja se nameću lekaru modernog doba (3).

Da li je na pomolu vreme, u kome će doktor čekati da bude prozvan: „Pacijent će vas sada primiti“ kako duhovito zaključuje bard modernog doba medicine dr Erik Topol (3).

Odgovor na ovo pitanje uslediće nakon što razmotrimo sledeće: Kakav je stav pacijenata prema svim ovim inovacijama? Slobodno se može reći veoma različit. Evo činjenica: pro et contra. Sjajna je mogućnost da su lični medicinski podaci dostupni gde god postoji mobilni signal. Svako će, dakle, u svakom trenutku, moći da ima sve medicinske informacije, kao i sve svoje medicinske nalaze, mnogi to podržavaju, ali da li svi to žele (2, 3)? Pre svega stariji pacijenti to teže prihvataju, za mnoge čak ne bi bilo dobro da su „umreženi“ i da se njihovi vitalni znaci neprekidno emituju na njihovim pametnim telefonima, stalno „oslušivanje“ bi moglo imati nepoželjne posledice. Ipak, mnogo je veća dobrobit ako pacijent bude na vreme upozoren na porast glikemije ili na pojavu malignih poremećaja ritma (2, 3).

To je prepoznato kao značajna prednost, i u jednoj anketi je potvrđeno da većina ljudi, čak 80% osoba, želi da u svakom trenutku, ima svoje podatke, i da može da prati svoje vitalne parameter. Uslov je da su podaci pouzdani, stručno analizirani, da su bezbedni, i da je pri-

vatnost zagarantovana (3). Može li to garantovati sistem IT? Potvrđuje se da može. No, svedoci smo „upada“ i „obaranja“ sajtova Vlada, svetskih finansijskih magnata, velikih „sigurnih“ banaka. Ipak, ostaje nam da verujemo da je moguć visok stepen sigurnosti medicinskih podataka. Pre svega, verujemo u to da je doktor nezamenjiv, sa stvarnim pregledom umesto virtuelnog, i u realnom vremenu umesto elektronskom poštom ili web kamerom.

UMESTO ZAKLJUČKA

Uz zaključak o neospornom doprinosu i koristi od inovacionih tehnologija i njihove primene u medicini, ostaju mnoga pitanja:

- pitanje sigurnosti poverljivih, ličnih medicinskih podataka;
- opasnost od nepouzdanih izvora;
- opasnost od sajberhondrije,
- pitanje izostanka neposrednog, živog kontakta sa lekarom, i posebno terapijskog učinka tog kontakta

Kao i krucijalna pitanja (na koja se odgovori sami na- meću):

- Dovodi li koncept „digitalizacija medicine“ u pitanje autonomiju i autoritet lekara?
- Da li se nekim „prečicama“ i „mašinskim učenjem“ koje je dostupno svima, mogu nadoknaditi klasične studije medicine?
- Da li je pristup bazama medicinskih podataka od strane laika, dovoljan za potpuno razumevanje složenog medicinskog fenomena bolesti?
- Baze podataka daju tačne, ali fragmentirane informacije, koje su „umrežavanjem“ povezane, i daju pouzdane algoritme, ali nemaju mogućnost doživljaja stvarne osobe koja ima zdravstveni problem
- Šta je sa mnoštvom interakcija i specifičnosti samog organizma, koje su ključne za ispoljavanje medicinskog fenomena bolesti? Znamo da ne postoji „ista bolest“ kod dve osobe obolele od nominalno „iste bolesti“

I nakon svih iznesenih argumenata: Znači li to da bi svako mogao sesti na sudijsku stolicu - otvoriti kompjuter i početi da sudi (14)?

Može se pretpostaviti da će u sledećem veku, istoričari medicine navoditi upravo ove teme, i ovaj trenutak, kao najdramatičniji potres u istoriji medicine.

LITERATURA:

1. Dodgson M, Gann D. Joseph's Schumpeter's Gales of Creative Destruction. In: Dodgson M, Gann J. (editors). Innovation: A Very Short Introduction. Oxford University Press; 2010.
2. Topol E. Creative Destruction of Medicine: How the Digital Revolution Will Create Better Health Care. New York: Basic Books; 2013.
3. Topol E. The Patient Will See You Now: The Future of Medicine is in Your Hands. New York: Basic Books; 2015.
4. Topol E. Why Medical Gutenberg is Important for Clinicians. Medscape (serial on the Internet). 2013 Feb (cited 2017 Dec). Available from: <https://www.medscape.com/viewarticle/778828>
5. Flanagan T. One Size Doesn't Fit All: Personalized Healthcare and Genomic Medicine. HealthCare Recruiters International. 2016 May (cited 2017 Dec). Available from: <http://www.hcrnetwork.com/one-size-doesnt-fit-personalized-healthcare-genomic-medicine/>
6. Genetic Health (homepage on the Internet). London: A Life Decoded. 2008 Aug (cited 2017 Dec). Available from: <http://www.genetic-health.co.uk/media/genome.pdf>
7. Larkin M. Dr Eric Topol: Digital healthcare will put the patient in charge. 2014 October (cited 2017 Dec). Available from: <https://www.elsevier.com/connect/Dr-Eric-Topol-Digital-healthcare-will-put-the-patient-in-charge>
8. Dorrier J. Exponential Medicine: Deep Learning AI Better Than Your Doctor at Finding Cancer. SingularityHub (serial on the Internet). 2015 Nov (cited 2018 Jan). Available from: <https://singularityhub.com/2015/11/11/>
9. Genomics Research from Technology Networks (homepage on the Internet). Sudbury: Bioinformatics Program Rides Wave of DNA Revolution in Medical Science, Health Care. 2011 Dec (cited 2018 Jan). Available from: <https://www.technologynetworks.com/genomics/news/bioinformatics-program-rides-wave-of-dna-revolution-in-medical-science-health-care-188347>
10. Topol E. Eric's Topol Top 10 Tech Advances Shaping Medicine. Medscape (serial on the Internet). 2018 Jan (cited 2018 Feb). Available from: <https://www.medscape.com/viewarticle/890982>
11. Topol E. Topol on 5 Devices Physicians Need to Know About. Medscape (serial on the Internet). 2012 Jun (cited 2017 Dec). Available from: <https://www.medscape.com/viewarticle/765017>
12. Jung AK. Book Review: Creative Destruction of Medicine: How the Digital Revolution Will Create Better Health Care. Healthc Inform Res. 2013 Sep; 19(3): 229–231.
13. Topol E. Topol on Replacing Clinicians With Algorithms. Medscape (serial on the Internet). 2013 July (cited 2017 Dec). Available from: <https://www.medscape.com/viewarticle/805212>
14. Creative Destruction of Medicine (homepage on the Internet). Vartabedian B. Praise for The Creative Destruction of Medicine. Cited 2017 Dec. Available from: <http://createdestructionofmedicine.com/?p=2>