



МАТКА

Matea Gusić

## MATEMATIKA U EPIDEMIOLOGIJI



Zadnjih je godinu dana riječ „epidemiologija“ postala dio osobnog rječnika gotovo svake osobe. Primjerice, „epidemiolozi“ su se javljali u medijima i govorili nam o tome kada se tko i na koji način zaražio koronavirusom, o tome hoćemo li smjeti u školu odlučivala je trenutna „epidemiološka situacija“, a svi smo se pritom odgovorno pridržavali „epidemioloških mjera“. Epidemiologija je znanost koja proučava pojavu, razvoj i kretanje masovnih bolesti i njihovo suzbijanje. Uz pomoć znanstvenih metoda epidemiolozi proučavaju distribuciju neke bolesti (frekvenciju i uzorak pojavljivanja) te određuju uzroke i predviđaju faktore rizika širenja bolesti unutar neke populacije, na primjer razreda, grada ili kontinenta. Iako epidemiologija proučava također i nezarazne bolesti (npr. bolesti povezane uz neadekvatnu ishranu), isprva se bavila samo zaraznim bolestima. Poznati primjer je epidemija „španjolske“ gripe iz 1918. i 1919. godine, koja je, kako se procjenjuje, odnijela oko 50 milijuna ljudi širom svijeta.

Proučavanje zaraznih bolesti temelji se na matematičkim modelima. Epidemiološki modeli su se kroz povijest mijenjali, dodavale su se nove važne komponente, dizajnirali su se modeli koji bi kvalitetnije i sveobuhvatnije odgovarali pojedinoj situaciji. Naravno, i sam interes za epidemiologiju i epidemiološke modele rastao bi u trenutcima kada je ljudska populacija bila pogodjena teškim zaraznim bolestima. Tema matematičkih modela unutar epidemiologije i njihovog razvoja je opširna i kompleksna, zato ćemo se u ovome tekstu fokusirati na nekoliko povjesnih priča koje opisuju temelje na kojima je izgrađena epidemiologija.



Prvo ime koje vežemo uz razvoj epidemiologije je John Graunt (1620. – 1647.). Graunta ne možemo nazvati matematičarom, naime školovao se do 16.



godine kada započinje pripravnički posao u trgovini galanterije. U svome školovanju Graunt je očigledno dobio jak matematički temelj jer je upravo znanje iz matematike upotrijebio kako bi analizirao podatke o broju i uzroku smrti na području londonskih župa u periodu od 1604. do 1661. godine. Graunt je ponudio i metodu za određivanje procjene rizika smrti od različitih bolesti. Navedena metoda smatra se začetkom teorije o konkurentnim rizicima. To možemo zamisliti na idući način: postoje različiti faktori poput nesreće, bolesti ili starosti, koje su rizik po život pojedinca. Kod svakog pojedinca u nekome trenutku prevladat će neki faktor. Teorija o konkurentnim rizicima bavi se preučavanjem posljedica dodavanja ili micanja pojedinog rizika.

Smatra se da je švicarski matematičar Daniel Bernoulli (1700. – 1782.) ponudio prvi model matematičke epidemiologije. Za prezime Bernoulli u matematici ste sigurno već čuli. Njegov stric Jacob, pa i otac Johann, poznatiji su po matematičkim dostignućima od Daniela koji je najveće doprinose imao u području fizike. Pa opet je upravo Daniel napravio veliki epidemiološki iskorak. U Europi u 18. stoljeću virusna bolest velike boginje bile su glavni uzročnik smrti. Procjenjuje se da je od njih godišnje umiralo oko 400 tisuća Europljana, s velikim postotkom smrtnog ishoda kod zaraženih, osobito ako se radilo o djeci. Upravo je u to doba započelo korištenje variolacije, ubrizgavanja blagog soja virusa u zdravu osobu kako bi se stekla doživotna imunost na bolest. U idealnim okolnostima zdrava osoba zaražena ovim postupkom razvila bi blagu infekciju, a u malom postotku ovaj bi postupak rezultirao smrću. Zadatak Bernoullija bio je upravo da istraži je li variolacija korisna. Zadatku je pristupio koristeći se već spomenutom teorijom konkurentnih rizika, i to na način da je proučavao što bi se događalo s očekivanim životnim vijekom kada bi se eliminirao rizik od boginja. Njegov model, koji uzima u obzir rizik od zaraze za vrijeme života, jačinu zaraze i očekivani životni vijek u trenutku rođenja, prije dva desetljeća uspješno je preispitan i rezultirao je formulom za osnovni reproduksijski broj. Ovom formulom dobiva se prosječan broj slučajeva zaraze proizišlih iz primarnog slučaja u potpuno osjetljivoj populaciji. Takvim modelom može se predvidjeti životni vijek populacije čiji je dio imun na neku bolest.

Graunt i Bernoulli tek su začetnici velike epidemiološke priče i uloge koju matematika ima u praćenju, procjeni i prevenciji bolesti. Primjerice, o vremenskom i prostornom uzorku bolesti koji je vezan uz proces prijenosa bolesti nismo rekli niti riječi. Proces prijenosa bolesti također je važan element unutar epidemiologije, a već pogađate da se i on uspješno predviđa korištenjem matematičkih modela. U epidemiologiji, matematika se koristi za predviđanje širenja bolesti, broja zaraženih ljudi, kao i udio stanovništva koje je potrebno cijepiti, ukoliko cijepivo postoji, kako bi se bolest držala pod kontrolom.

