

ISTA HRANA, RAZLIČIT UČINAK: KRIVAC JE U VAŠIM GENIMA

Autorica: Petra Guljaš

studentica Medicinskog fakulteta Osijek, studij Medicine

Zašto dvije osobe mogu jesti istu hranu, a imati potpuno različite rezultate, pri čemu jedna gubi na težini, dok druga razvija metaboličke poremećaje? Odgovor često leži u genetici, odnosno u načinu na koji naši geni određuju kako tijelo obrađuje nutrijente. U posljednjih nekoliko desetljeća razvilo se novo područje medicine, nutrigenomika, koje proučava interakciju između hrane i gena te objašnjava zašto ne postoji univerzalna „idealna dijeta“.

Što je nutrigenomika i zašto je važna?

Nutrigenomika je znanstvena disciplina koja proučava kako hranjive tvari utječu na ekspresiju gena te kako genetske varijacije određuju odgovor organizma na prehranu. Ova disciplina proizlazi iz spoznaje da ljudsko zdravlje nije određeno samo okolišnim čimbenicima poput prehrane, nego i genetskim nasljeđem koje modulira te učinke. Drugim riječima, geni određuju biološki okvir, dok prehrana djeluje kao čimbenik koji može pojačati ili ublažiti određene metaboličke procese.

Genetske varijacije i metabolizam hrane

Razlike među ljudima u velikoj mjeri proizlaze iz polimorfizama jednog nukleotida, što su male promjene u DNA sekvenci. Takve varijacije mogu značajno utjecati na apsorpciju, metabolizam i iskorištavanje nutrijenata. Primjerice, varijacije u genu MTHFR mogu smanjiti sposobnost organizma da metabolizira folnu kiselinu, što dovodi do povišene razine homocisteina i povećanog rizika za kardiovaskularne bolesti. Slično tome, varijacije u genu FTO povezane su s regulacijom tjelesne mase i metabolizmom masti, zbog čega pojedinci različito reagiraju na iste prehrambene intervencije.

Ista dijeta, različit učinak

Jedan od najvažnijih zaključaka nutrigenomike jest da ne postoji univerzalna dijeta koja odgovara svima. Istraživanja pokazuju da pojedinci s različitim genotipovima mogu imati potpuno različite metaboličke odgovore na iste makro-nutrijente, kao što su ugljikohidrati ili masti.

Primjerice, neki ljudi imaju genetsku predispoziciju za bolju toleranciju na visok unos ugljikohidrata, dok kod drugih takva prehrana može dovesti do inzulinske rezistencije i povećanja tjelesne mase. Ova varijabilnost objašnjava zašto popularne dijetete često daju kontradiktorne rezultate u različitim populacijama.

Uloga epigenetike

Važno je naglasiti da prehrana ne mijenja samu DNA sekvencu, ali može utjecati na ekspresiju gena putem epigenetskih mehanizama. To uključuje procese poput DNA metilacije i modifikacije histona, koji reguliraju aktivnost gena. Primjerice, unos nutrijenata poput folata i metionina može utjecati na metilacijske procese i time modulirati rizik za razvoj kroničnih bolesti. Također, bioaktivne tvari iz hrane, poput polifenola, mogu utjecati na ekspresiju gena povezanih s upalom i razvojem malignih bolesti.

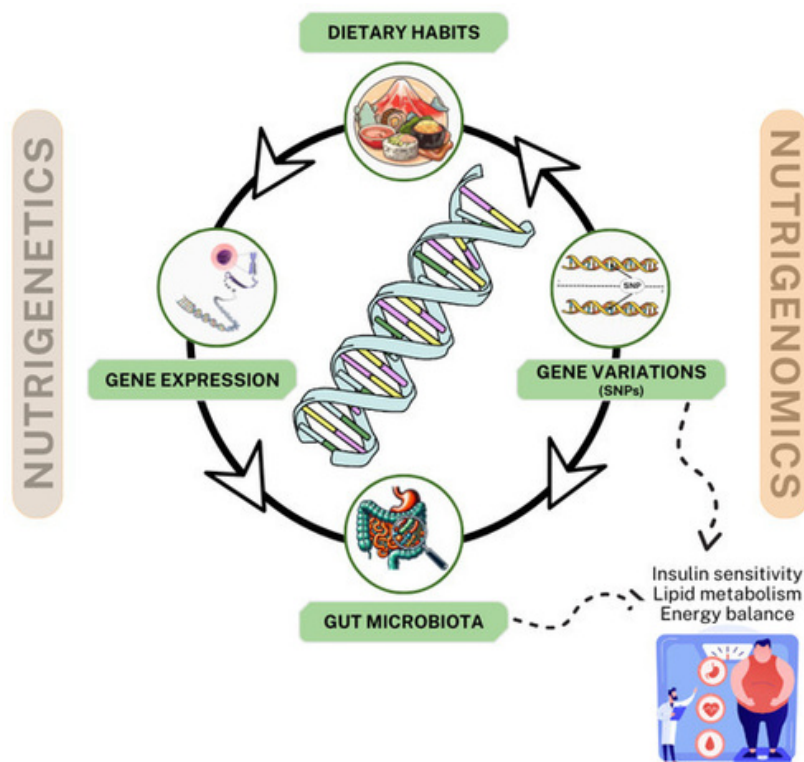


Mikroorganizmi crijeva kao dodatni čimbenik

Uz genetiku, značajnu ulogu u individualnom odgovoru na hranu ima i crijevni mikrobiom. Mikrobiom sudjeluje u probavi, metabolizmu i imunološkim procesima, a njegova se struktura razlikuje među pojedincima. Interakcija između mikrobioma i ljudskih gena dodatno doprinosi varijabilnosti metaboličkog odgovora na prehranu. Zbog toga dvije osobe mogu različito reagirati na istu hranu čak i ako imaju sličan genetski profil (Slika 1).

Primjeri iz svakodnevnog života

Jedan od najpoznatijih primjera različitog odgovora na istu tvar jest metabolizam kofeina. Gen CYP1A2 određuje brzinu razgradnje kofeina u jetri, pri čemu „brzi metabolizatori“ kofein razgrađuju učinkovitije, dok „spori metabolizatori“ imaju dulje izlaganje njegovim učincima. Kod sporih metabolizatora visok unos kofeina povezan je s povećanim rizikom od hipertenzije i kardiovaskularnih bolesti. Nasuprot tome, kod brzih metabolizatora takav rizik nije značajno izražen, što pokazuje kako ista količina kave na pojedince može imati različite zdravstvene posljedice. Još jedan klasičan primjer jest intolerancija na laktozu, koja proizlazi iz smanjene aktivnosti enzima laktaze. Ova sposobnost razgradnje laktoze genetski je određena i razlikuje se među populacijama, pri čemu je u nekim dijelovima svijeta izrazito česta. Kod osoba s intolerancijom na laktozu, unos mliječnih proizvoda može uzrokovati nadutost, proljev i bolove u trbuhu, dok kod drugih osoba isti proizvodi ne izazivaju nikakve tegobe.



Slika 1. Interaktivni model nutrigenetike i nutrigenomike u upravljanju šećernom bolešću tipa 2 i pretilosti.

Lam H. N. i sur. (2025), *Nutrients*, 17(4), 608, MDPI. CC BY 4.0

Sličan princip vrijedi i za metabolizam alkohola, gdje varijacije u genima za alkohol dehidrogenazu i aldehid dehidrogenazu utječu na brzinu razgradnje alkohola i pojavu nuspojava konzumacije alkohola.

Ugljikohidrati, masti i individualni odgovor

Metabolički odgovor na makro-nutrijente značajno varira među pojedincima. Kod nekih osoba prehrana bogata ugljikohidratima dovodi do stabilne glikemije i dobre energetske ravnoteže. Kod drugih osoba isti unos može izazvati nagli porast glukoze u krvi i povećano lučenje inzulina, što dugoročno može doprinijeti razvoju inzulinske rezistencije.

Genetske varijacije u genima uključenima u metabolizam glukoze, poput TCF7L2, povezane su s povećanim rizikom za razvoj šećerne bolesti tipa 2. Slično tome, odgovor na prehrane bogate mastima također je individualan. Neki pojedinci bolje podnose prehranu bogatu mastima bez značajnog porasta razine lipida u krvi. Kod drugih dolazi do porasta LDL kolesterola i povećanog kardiovaskularnog rizika. Ove razlike ukazuju na potrebu prilagodbe prehrane individualnim metaboličkim karakteristikama.

Gluten i porast intolerancije na gluten u modernom društvu

U posljednjih nekoliko desetljeća bilježi se značajan porast učestalosti celijakije i drugih poremećaja povezanih s glutenom, pri čemu danas pogađaju oko 1 % populacije, uz jasan trend rasta. Važno je naglasiti da ovaj porast nije jednostavno posljedica „više glutena u hrani“, kako se često pretpostavlja. Istraživanja pokazuju da moderni uzgoj pšenice nije doveo do značajnog povećanja ukupnog sadržaja glutena, što znači da sama promjena vrste pšenice vjerojatno nije glavni uzrok povećanja učestalosti celijakije. Ipak, promijenili su se obrasci prehrane, uključujući povećanu konzumaciju prerađene hrane i dodataka poput vitalnog glutena, što može povećati ukupni unos glutena u populaciji. Sve više dokaza upućuje na to da ključnu ulogu imaju okolišni čimbenici koji utječu na imunološki sustav. Jedna od najvažnijih teorija je tzv. higijenska hipoteza, prema kojoj smanjena izloženost mikroorganizmima u ranom životu dovodi do poremećaja razvoja imunološkog sustava i povećane sklonosti autoimunim bolestima. Uz to, promjene u crijevnoj mikrobioti, način poroda, prehrana u dojenačkoj dobi te izloženost infekcijama i lijekovima mogu utjecati na razvoj intolerancije na gluten. Zanimljivo je da količina konzumiranog glutena sama po sebi ne korelira nužno s prevalencijom bolesti na razini populacije, što dodatno potvrđuje da su potrebni dodatni okidači uz genetsku predispoziciju. Stoga se danas smatra da je porast intolerancije na gluten rezultat složene interakcije genetike, imunološkog sustava i modernog načina života, a ne isključivo promjena u samoj hrani.

Interakcija gena i okoliša

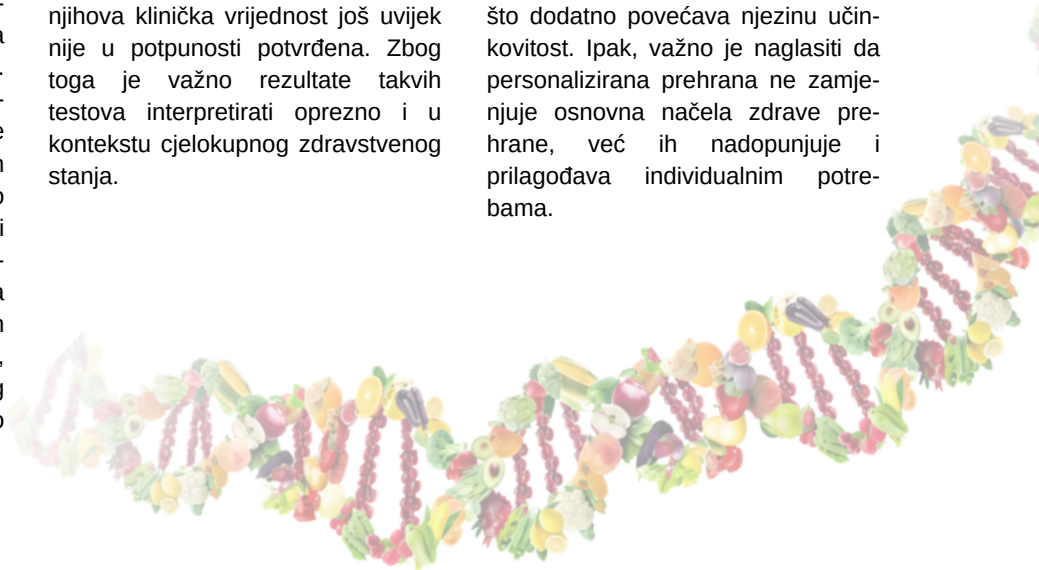
Važno je naglasiti da geni ne djeluju izolirano, nego u stalnoj interakciji s okolišem. Prehrana, tjelesna aktivnost, stres i drugi čimbenici mogu modulirati učinak genetskih predispozicija. Primjerice, osoba s genetskim rizikom za pretilost ne mora nužno razviti bolest ako održava zdrav način života. S druge strane, nepovoljne životne navike mogu pojačati negativan učinak genetskih varijanti. Ova interakcija objašnjava zašto genetika nije sudbina, nego predstavlja predispoziciju koja se može modificirati.

Ograničenja i izazovi nutrigenomike

Unatoč velikom interesu, nutrigenomika se još uvijek nalazi u fazi razvoja. Jedan od glavnih izazova jest kompleksnost interakcija između velikog broja gena i različitih nutrijenata. Osim toga, mnoge studije provedene su na relativno malim uzorcima ili specifičnim populacijama, što ograničava njihovu primjenjivost. Postoji i potreba za standardizacijom metoda i interpretacije rezultata genetskih testova. Komercijalni genetski testovi za prehranu postaju sve dostupniji, ali njihova klinička vrijednost još uvijek nije u potpunosti potvrđena. Zbog toga je važno rezultate takvih testova interpretirati oprezno i u kontekstu cjelokupnog zdravstvenog stanja.

Kako izgleda personalizirana prehrana u praksi?

Personalizirana prehrana u praksi podrazumijeva kombinaciju genetskih podataka, kliničkih nalaza i životnih navika pojedinca. Analizom genetskog profila moguće je identificirati varijante koje utječu na metabolizam nutrijenata, osjetljivost na određene sastojke hrane i sklonost razvoju određenih bolesti. Na temelju tih podataka mogu se oblikovati individualizirane prehrambene preporuke koje su učinkovitije od općih smjernica. Primjerice, osoba s genetskom predispozicijom za slabiju regulaciju glukoze može imati korist od prehrane s nižim udjelom rafiniranih ugljikohidrata. S druge strane, kod osoba s nepovoljnim lipidnim profilom preporučuje se prilagodba unosa zasićenih i nezasićenih masnih kiselina. Važan aspekt personalizirane prehrane jest i kontinuirano praćenje rezultata te prilagodba prehrane ovisno o promjenama zdravstvenog stanja. U tom kontekstu sve se više razvijaju digitalni alati i aplikacije koje omogućuju praćenje prehrambenih navika i integraciju s biomedicinskim podacima. Takav pristup omogućuje dinamičko prilagođavanje prehrane, što dodatno povećava njezinu učinkovitost. Ipak, važno je naglasiti da personalizirana prehrana ne zamjenjuje osnovna načela zdrave prehrane, već ih nadopunjuje i prilagođava individualnim potrebama.

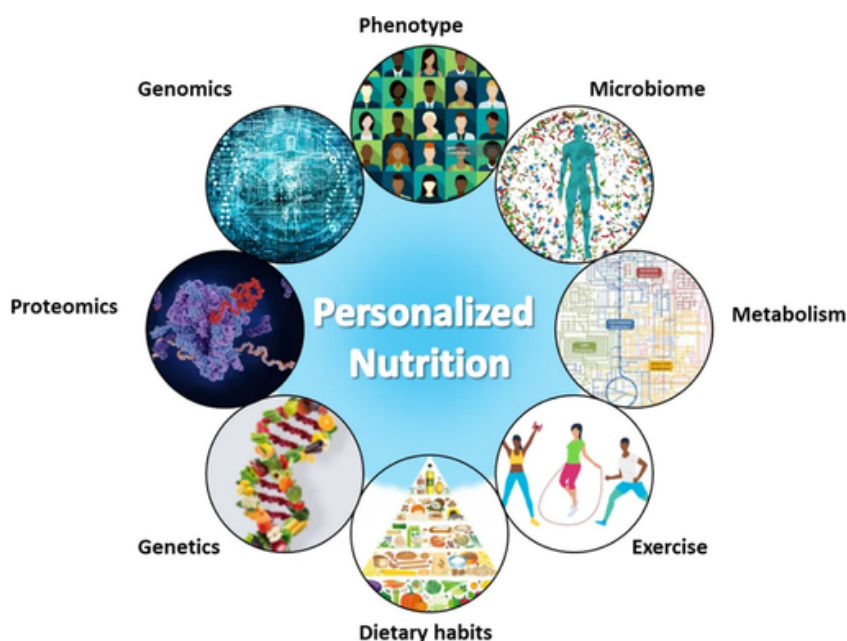


Personalizirana prehrana kao budućnost

Razvoj nutrigenomike otvorio je put konceptu personalizirane prehrane, odnosno prilagodbe prehrambenih preporuka individualnom genetskom profilu. Cilj je takvog pristupa optimizirati zdravlje i smanjiti rizik od kroničnih bolesti poput dijabetesa, kardiovaskularnih bolesti i pretilosti (Slika 2). Napredak genomike omogućio je identifikaciju brojnih genetskih varijanti koje utječu na prehrambene odgovore, čime se povećava preciznost nutricionističkih preporuka. Unatoč velikom potencijalu, primjena je ovih spoznaja u kliničkoj praksi još uvijek ograničena zbog potrebe za dodatnim istraživanjima i validacijom rezultata.

Zaključak

Razlike u odgovoru na istu hranu rezultat su kompleksne interakcije između gena, okoliša i mikrobioma. Nutrigenomika jasno pokazuje da pristup u kojem ista prehrana vrijedi za sve nije održiv u suvremenoj medicini. Budućnost prehrane leži u personaliziranom pristupu koji uzima u obzir individualne genetske karakteristike i omogućuje preciznije preporuke. Daljnja istraživanja u ovom području mogla bi značajno unaprijediti prevenciju i liječenje kroničnih bolesti.



Slika 2. Aspekti koncepta personalizirane prehrane koji utječu na zdravlje i dobrobit pojedinca. Lagoumintzis G. & Patrinos G. (2023), *Human Genomics*, 17(1):109, CC BY 4.0.

Izvori:

1. Jenkins D. Nutritional genomics: How genetic variability influences nutrient metabolism and dietary needs. *Adv Food Sci Nutr.* 2024;7(4):248. doi:10.35841/aajfsn-7.4.248
2. Park S-H, Choi H-K, Park JH, Hwang J-T. Current insights into genome-based personalized nutrition technology: a patent review. *Front Nutr.* 2024;11:1346144.
3. Nourazarain A, Vaziri Y. Nutrigenomics meets multi-omics: integrating genetic, metabolic, and microbiome data for personalized nutrition strategies. *Genes Nutr.* 2025;20:30.