

ZNANSTVENA PISMENOST, ZNATIŽELJA I STRAST ZA ZNANJEM

Martina Šendula-Pavelić, prof. psihologije

Sveučilišta u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija, Katedra za javno zdravstvo, Rijeka, Hrvatska

Adresa za korespondenciju:

martinasp@medri.uniri.hr

ZNANSTVENA PISMENOST KAO IMPERATIV

Svakodnevno se snalazimo u moru preplavljujućih (dez)informacija. Važno nam je zašto ljudi oko nas reagiraju na određene načine, pokušavamo predvidjeti ponašanja ili situacije koje nam se stalno ponavljaju promatrajući njihove posljedice te ih zatim nastojimo kontrolirati. Iz dana u dan otkrivamo nešto novo, učimo, procjenjujemo valjanost informacija i pritom primjenjujemo različite istraživačke vještine. Proces istraživanja nije rezerviran samo za profesionalne znanstvenike. Pažljivo opažamo, postavljamo pitanja, oblikujemo uvjerenja, očekivanja i svojevrstne pretpostavke ili hipoteze, zatim promatramo možemo li te naše hipoteze i uvjerenja o odnosima između dvije ili više pojava (varijabli) potvrditi ili ne. Provjeravamo da li odgovori i argumenti do kojih smo došli funkcioniraju i da li nam pomažu u odgovaranju na pitanja i u rješavanju problema. Na taj način umanjujemo neizvjesnost i nesigurnost i pokušavamo utjecati i mijenjati naše okruženje. Većina je naših razmišljanja slična znanstvenoj metodi testiranja hipoteza s ciljem boljeg razumijevanja i izrade predviđanja (1). Kao i znanstvenici, vođeni smo našim vlastitim teorijama i objašnjenjima o uzrocima i povezanosti pojedinih životnih događaja. Istraživanje je proces prikupljanja argumenata temeljem kojih je moguće odgovarati na postavljena pitanja. Temeljna razlika između znanstvenih objašnjenja određenih pojava i onih intuitivnih, temeljenih na osobnom iskustvu nalazi se u samoj prirodi argumenata i odgovora koje procjenjujemo prihvatljivima. Kako naši argumenti i iz njih proizašli zaključci ne bi bili profesionalno ili osobno pristrani, hipoteze moraju biti provjerljive, a metode sustavne, objektivne, mjerljive i ponovljive u kontroliranim uvjetima. Upravo taj dio znanost čini drugačijim, jedinstvenim načinom spoznaje (tablica 1).

Tablica 1. Zablude o znanosti i znanstvenicima ili o tome što NIJE znanost

- Proces znanosti je linearan i predvidljiv.
- Postoji jedinstvena znanstvena metoda koju slijede svi znanstvenici.
- Budući da su znanstvene ideje podložne promjenama one ne mogu biti pouzdane.
- Posao znanstvenika je dokazati ispravnost i valjanost hipoteza.
- Istraživanja koja ne donose značajan zaključak su beskorisna i nisu za objavljivanje.
- Ako je znanstveni eksperiment metodološki ispravno proveden to znači da ga ne treba ponoviti.
- Ako je ishod nekog eksperimenta pokazao statističku značajnost to mora biti istinito.
- Akumulirano znanstveno znanje je apsolutno, istinito i potpuno - ono se ne mijenja.
- Znanstvenici se ocjenjuju temeljem broja predloženih točnih hipoteza (tj. dobri su znanstvenici oni koji su najčešće „u pravu“)
- Znanstvenici dizajniraju eksperiment i nikada ne mijenjaju hipoteze.
- Hipoteze su jednostavne pretpostavke ili nagađanja i nije ih nužno provjeravati.
- Različite metode istraživanja pružaju slične vrste informacija.
- Znanost može proučiti sva pitanja i sve se hipoteze mogu provjeriti.
- Povezanost ili korelacija jednaka je uzročnopsljudičnoj vezi ili odnosu između ispitivanih varijabli.
- Nije potrebno kritički procijeniti već objavljene znanstvene rezultate i zaključke.
- Svi istraživači dolaze do istih zaključaka prilikom ocjenjivanja znanstvenih podataka.

Izvor: Understanding Science: The Way Science Really Works (<http://undsci.berkeley.edu>).

No, znanstvenici znaju koliko možemo biti pristrani i subjektivni te često i nesvjesno sabotirati vlastito mišljenje i istinoljubivog znanstvenika u sebi. Rezultati istraživanja iz područja kognitivne i socijalne psihologije pokazuju nam da smo skloni prihvaćati vlastite percepcije kao jedinu realnost i da često događaje objašnjavamo na način da ih uklapamo unutar naših očekivanja koja ne preispitujemo. Nerijetko procjenjujemo istinitost naše intuicije, sporadične događaje pretjerano generaliziramo ili se pretjerano oslanjamo na javno mišljenje i interpretacije autoriteta (2). Danas je važno biti informacijski i znanstveno pismen, ne samo zbog brojnih izvora pogrešaka i pristranosti ljudskog mišljenja, već i zbog ovisnosti znanosti o socijalnim, tehnološkim i kulturalnim promjenama, da bismo znanost mogli odvojiti od pseudoznanosti i „loše“ znanosti, te konačno i zbog ogromne uloge medija i društvenih mreža u popularizaciji i diseminaciji novih znanja (3). Znanstvena pismenost podrazumijeva puno više od sposobnosti postavljanja pitanja i provođenja eksperimenata. Tako se na primjer u Programu međunarodnog ispitivanja znanja i vještina (PISA; www.oecd.org/pisa) Organizacije za ekonomsku suradnju i razvoj (OECD) provjeravaju tri vještine znanstvene pismenosti: znanstveno objašnjavanje pojava (na temelju znanja o znanstvenim činjenicama i idejama), vrednovanje i oblikovanje znanstvenog istraživanja i tumačenje znanstvenih podataka i dokaza (4). Udruga američkih fakulteta i sveučilišta (AA&U) kroz projekt VALUE Instituta također je razvila posebne načine vrednovanja 16 najznačajnijih ishoda učenja u visokom obrazovanju među kojima su i istraživanje i analiza te kritičko mišljenje (5). Uz istraživačke vještine, ključan alat znanstvene pismenosti predstavljaju i razvijene vještine kritičkog mišljenja.

Tablica 2. Kritičko mišljenje u znanosti

Udruga američkih medicinskih fakulteta razvojem STIRS okvira (Scientific Inquiry and Reasoning Skills, 2009) promovira integraciju sljedećih vještina neophodnih u medicinskoj praksi:

Vještina 1: Znanje znanstvenih koncepata i načela

Prepoznavanje i korištenje osnovnih znanstvenih pojmova i načela, pronalaženje informacija, utvrđivanje odnosa između usko povezanih koncepata i korištenje matematičkih jednadžbi i prikaza

Vještina 2: Znanstveno rasuđivanje i rješavanje problema utemeljenih na dokazima

Upotrebom znanstvenih načela, modela i teorija opisivati, objasniti i predvidjeti prirodne pojave; rješavati probleme; predložiti istraživačka pitanja ili hipoteze i procjenjivati argumente o uzrocima i posljedicama.

Vještina 3: Dizajniranje i provođenje istraživanja

Vrednovati obilježja istraživanja kako bi se utvrdilo jesu li zaključci istraživanja opravdani i predviđanja temeljena na značajkama istraživačkog dizajna; kritički ispitati različite aspekte dizajna istraživanja (npr. identificirati izvore potencijalne pristranosti, zbnunjujuće varijable, adekvatnost uzorka); procijeniti dizajn istraživanja kako bi se utvrdilo jesu li zaključci prikladni; prepoznati etička pitanja

Vještina 4: Prosuđivanje temeljeno u podacima i statističko rasuđivanje

Korištenje kvantitativnih i kvalitativnih podataka za opisivanje i objašnjenje pojava; objasniti odnose između varijabli; testirati hipoteze; riješiti probleme; tumačiti podatke, izvući zaključke i usporediti; tumačiti podatke i raditi predviđanja temeljem kvalitativne ili kvantitativne podatke prikazane u tablicama, slikama i grafikonima; koristiti statistiku kako bi odgovorili na istraživačka pitanja i vrednovali snagu dokaza

Izvor: Hovland, K., Riegelman, R. K. *Scientific Thinking and Integrative Reasoning Skills (STIRS): Essential Outcomes for Medical Education and for Liberal Education. Peer Review. 2012;14 (4).*

ISTRAŽIVAČKE VJEŠTINE I KRITIČKO MIŠLJENJE U ZNANOSTI

Objavljeni rezultati istraživanja u znanstvenim časopisima i statistička značajnost rezultata nisu dovoljna garancija njihove istinitosti i primjenjivosti. Danas je imperativ znati pronaći valjane, objektivne i pouzdane odgovore u rezultatima i zaključcima znanstvenih istraživanja. „Načelo samokorekcije znanosti ne znači da je sva znanost ispravna i vjerodostojna. Zanimljivija tema od ovakvog eshatološkog obećanja je razumjeti koji dio znanstvenih zaključaka je točan (npr. vjerodostojnost dostupnih znanstvenih rezultata).“ (6) Zavodljivost i senzacionalnost istraživačkih pitanja, naslova objavljenih radova ili publiciranih rezultata istraživanja može ponekad prikriti velike metodološke pogreške unatoč rigoroznim mehanizmima recenziranja (peer-review) i provjere koji su se upravo i razvili kako bi se povećala pouzdanost znanstvenih publikacija (7). Ponekad su te pogreške nenamjerne i posljedica statističke varijabilnosti, a ponekad rezultat prijevara. Tek se valjanom kritičkom prosudbom metodologije provedenog istraživanja može utvrditi da li su hipoteze bile dobro postavljene, rezultati temeljeni na nepristrano prikupljenim podacima i na prikladnim mjerenjima i da li ih je moguće replicirati. Mnogi povijesni primjeri produciranja i manipulacije pogrešnih podataka ili neetički provedenih istraživanja opominju i pokazuju koliko je važna znanstvena pismenost ali i koliko je lako narušiti povjerenje javnosti u znanost i rad znanstvenika.

Istraživačke vještine i kritičko mišljenje podjednako su važne u različitim zdravstvenim profesijama. I klinička praksa danas ne može bez pretraživanja, razumijevanja i primjene rezultata znanstvenih istraživanja. Istražiti koji su lijekovi i načini njihove primjene najbolji za pojedina stanja i bolesti, koliko su sigurni, koje su nuspojave, stope recidiva, koji je najbolji operativni postupak, postoje li razlike u zdravstvenim ishodišta ovisno o različitim oblicima zdravstvene skrbi zahtjeva vještine istraživanja postojećih dokaza, njihovo razumijevanje i kritičku prosudbu. Jedan od najznačajnijih pristupa u rješavanju problema u zdravstvu danas naglašava važnost kliničke prakse utemeljene na dokazima (evidence-based medicine) i pravilne primjene najboljih dostupnih dokaza za odgovarajuće liječenje

i zdravstvenu skrb. Ona je uvelike slična koracima istraživačkog procesa. Učinkovita pretraga i analiza dokaza utemeljenih u rezultatima znanstvenih istraživanja započinje postavljanjem kvalitetnih pitanja. Klinička odluka temelji se na poznavanju i razumijevanju ne samo metodologije istraživačkog procesa već i na kritičkoj procjeni i integriranju pronađenih istraživačkih dokaza (argumenata) s kliničkom ekspertizom, specifičnostima pacijenta, procjenom kvalitete, sigurnosti, zdravstvenih resursa i drugih važnih informacija relevantnih za poboljšanje zdravstvenih ishoda ali i za njihovo daljnje sustavno praćenje i mjerenje kako bi se moglo provjeriti postoji li i koliki je učinak neke odluke ili promjene i da li se ona doista dogodila zbog naše intervencije (8).

Kritičko mišljenje daleko je od prisjećanja činjenica, pojmova i koncepata, ono znači primjenu, analizu, sintezu i procjenu podataka. Ono uključuje i procjenu dokaza i ispitivanje relevantnih kriterija za donošenje neke odluke, uključuje logiku i jasnoću, vjerodostojnost, točnost, preciznost, relevantnost, dubinu, širinu, značenje i pravednost u rješavanju argumenata (9). Kritičko je mišljenje svrhovito, obrazloženo i cilju usmjereno, to je „vrsta mišljenja koja je uključena u rješavanje problema, formuliranje zaključaka, izračun vjerojatnosti i donošenje odluka“ (10). Najbolji način učenja kritičkog mišljenja u znanosti je proučavati konkretne primjere istraživanja i razvijati vještine kritičkog mišljenja koje koriste i sami znanstvenici kako bi mogli postavljati relevantna pitanja, predložiti hipoteze, interpretirati podatke i oblikovati zaključke nadograđujući ih na postojeće rezultate i dosege u istraživanom području (11,12). Kritičko mišljenje može se i mora podučavati u kontekstu pojedine znanstvene discipline. Danas se ispituje učinkovitost različitih nastavnih modela i programa osmišljenih kako bi studentima, posebno preddiplomskih studija, pomogli u razvoju kritičkog mišljenja i znanstvenog promišljanja. Istraživanja pokazuju da ne samo nastavne metode, već i oblik ispitnih pitanja utječe na vještine kritičkog razmišljanja kao i na uspješnost u ispitima (13). U području prirodnih znanosti, studenti su više naučili i poboljšali vještine znanstvenog razmišljanja kada su u ispitima rješavali problemske zadatke na konkretnim primjerima istraživačkog rada. „Sa

zrelošću dolazi se do spoznaje da je usvajanje znanja previše prolazno, ali je vjerojatnije da će analitičko razmišljanje biti trajnije i da će se prenijeti na mnoge aspekte života u odrasloj dobi.“ (14)

Kako bi skrenuli pozornost na važnost razvoja sposobnosti zaključivanja i donošenja odluka utemeljenih na dokazima, Udruga američkih fakulteta i sveučilišta pokrenula je projekt pod nazivom AAC&U's Scientific Thinking and Integrative Reasoning Skills (STIRS) procjenjujući da su upravo te sposobnosti ključne u rješavanju kliničkih ili istraživačkih problema. Medicina temeljena na dokazima ključna je za medicinsko obrazovanje i kliničku praksu. „Neophodno je ne samo pročitati medicinsku i znanstvenu literaturu, već je i znati kritički vrednovati. Ove aktivnosti zahtijevaju znanja i vještine kritičke analize, statističkog zaključivanja i eksperimentalnog dizajniranja.“ (15) Navedene bi sposobnosti (tablica 2) studenti trebali prakticirati u svim studijskim programima. Projektom “Enduring Understandings” dodatno se definiraju ključni standardi i vještine iz kurikuluma koje studenti po završetku studiranja trebaju ponijeti sa sobom i usavršavati ih dalje kao dio svog kontinuiranog obrazovanja.

PRIJETNJE ZNANSTVENOJ KOMUNIKACIJI - ZNANSTVENA PISMENOST KAO LIJEK ZA MEDIJSKE SPINOVE

Istraživači i znanstvenici odgovorni su za komuniciranje znanosti i rezultata istraživanja u javnosti. Sve češće znanstvenici pokušavaju privući pozornost javnosti putem medija zbog različitih motivacija, a neki autori predlažu posebna mjerenja takvog znanstvenog doprinosa (16). Medijska je izloženost najčešće povezana i s većom „vidljivošću“ i marketingom svojeg rada i pribavljenjem financija. No, popularizacija znanstvenih spoznaja može imati i štetne posljedice. Iako su prikazi znanosti i znanstvenih otkrića u medijima važni za brzo komuniciranje novih rezultata znanstvenih istraživanja javnosti, nerijetko se u tom prijenosu i prijevodu originalnog istraživanja izgube pojedini dijelovi znanstvene poruke. Mediji (kao i političari, farmaceutska i zdravstvena industrija i drugi) vrlo dobro znaju da ovaj danas ima najbolji znanstveni argument dobiva ekskluzivu i najviše pozornosti u svakom javnom diskursu i tu činjenicu često i koriste. Mediji

nerijetko izostavljaju važne informacije potrebne za procjenu valjanosti istraživanja (najčešće o veličini ili načinu oblikovanja uzorka, kontrolnih skupina, mjerenjima, vrsti obrade podataka, istraživačkoj etici, specifičnostima populacije i sl.). Obzirom da smo svakodnevno uronjeni u različite medije i da takvim poluistinitim porukama direktno utječu na naš život i na odluke koje donosimo, važno je da znamo prepoznati pogrešne prikaze znanosti, odvojiti znanost od medijskih spinova, pronaći pouzdane izvore informacija i zatim ponovno procijeniti istraživanja. Brojni su primjeri medijske prezentacije one „loše znanosti“ pune pristranosti i metodološki nekvalitetno oblikovanih istraživanja kao i neispravnog predstavljanja rezultata izvornih znanstvenih istraživanja, namjerne manipulacije i neopravdane pretjerane interpretacije rezultata (17). Znanstvena pismenost podrazumijeva kritičko filtriranje takvih sadržaja i procjenu njihove znanstvene točnosti. U tome nam često odmaže naša nezasićenost u konzumiranju informacija i pritisak da budemo stalno umreženi i online. Potreba za informacijama ponekad graniči s opsesivnim provjeravanjem novog i senzacija. Rezultati istraživanja pokazuju da su nam negativne informacije i pripovijesti puno atraktivnije zbog različitih razloga, te da smo općenito zainteresiraniji za negativne informacije (18,19). Možda je najbolja obrana od ovakvih zamki pristranosti dobro izoštriti analitičke vještine i biti posebno kritičan prema argumentima i zaključcima koji su u skladu s onim u što već vjerujemo i što mislimo da znamo.

Fanelli i suradnici su istraživali najčešće obrasci i trendove pristranosti u istraživanjima kao i čimbenike rizika povezane s tim pristranostima te njihovu prevalenciju na velikom slučajnom uzorku 3.042 meta-analiza iz svih znanstvenih disciplina (20). Prema dobivenim rezultatima, rane karijere u znanosti, izoliranost istraživača te nedostatak znanstvenog integriteta značajni su čimbenici rizika za produciranje nepouzdatih rezultata istraživanja, a značajan rizični čimbenik za precjenjivanje veličine učinka iz rezultata istraživanja predstavljaju manja istraživanja, napravljena u ranoj karijeri i visoko citirana istraživanja, kao i objavljivanje u nerecenziranim časopisima. Također, rizik da budu pristraniji imali su oni autori koji puno objavljuju i imaju puno referenci.

Zahtjevi za objavljivanjem u vrhunskim

časopisima, onima s većim čimbenikom odjeka, većom vidljivošću i online utjecajem mogu voditi u komercijalizaciju znanstvenih rezultata i ozbiljno naštetiti njihovoj pouzdanosti (21). Nadalje, važnost i snaga rezultata istraživanja nije uvijek povezana s većom citiranošću kao što se to općenito misli (22). Najcitiraniji i najvidljiviji časopisi prema istraživanju Hanela i suradnika, objavljuju manje pouzdane rezultate istraživanja nego li oni s manjim čimbenikom odjeka. Razloge tome autori vide u pristranosti publiciranja, odnosno, većoj sklonosti prestižnih časopisa prema rezultatima onih istraživanja koja imaju više spektakularnih ili novih rezultata, ali i u tome da časopisi općenito nisu zainteresirani za objavljivanje replikacija istraživanja, bez obzira koliko je ponovljivost važna u znanosti i predstavlja zaštitu od subjektivnosti i pristranosti (npr. istraživanje novih lijekova). Naime, kada se istraživanja reproduciraju, dobiveni rezultati i dokazi često su slabiji nego li u izvornom istraživanju (23).

NJGOVATI ZNATIŽELJU I STRAST ZA ZNANJEM

Neprestano razvijati i njegovati strast za propitivanjem i rješavanjem problema ključan je preduvjet svakog istraživanja. Bez istraživačkog duha i primarno znatiželje kliničaru će biti teško obavljati svakodnevnu praksu i tražiti odgovore na pitanja. Znatiželja predstavlja traženje informacija koje mogu umanjiti ili razriješiti neusklađenost ili “jaz informacija” između onoga što znamo i što želimo saznati (24). Znatiželja se najčešće definira kao poseban oblik intrinzično motiviranog traženja informacija. Ključna je u učenju jer aktivira sustave učenja u mozgu te motivira i facilitira učenje (25). Djeca već vrlo rano, istraživanjem izraza lica osoba te kasnije kroz igru, prikupljaju informacije i tako uče o sebi i o svojem okruženju (26). Igra je prigoda za razvijanje urođenih dispozicija, ona uključuje zapažanje, propitivanje i provjeravanje dokaza da li nešto funkcionira. Istražujući neurološke mehanizme znatiželje, razvojni psiholozi i neuroznanstvenici zaključuju kako je baš ta dječja igra slična znanstvenom istraživanju i uspoređuju razvojni period djetinjstva s procesom znanstvenog istraživanja i strukturiranog propitivanja. „Ovo ponašanje testiranja hipoteze sada je široko potvrđeno u literaturi razvojne psihologije. Djeca strukturiraju svoju igru kako bi objasnila varijable kada kauzalni

mehanizmi nisu jasni te učinkovito koriste informacije iz svoje okoline kako bi učili ispravne uzročne strukture. Ovi su rezultati važni jer naglašavaju činjenicu da je dječja znatiželja posebno prikladna za poučavanje o kauzalnoj strukturi svijeta (27).“ Prema Kidd i Hayden, znatiželja ima sličnu svrhu u odrasloj dobi kao u djetinjstvu, a impuls za istraživanje, objašnjavanje i razumijevanje našeg svijeta jednostavno je ostala tu od naših sposobnosti učenja kad smo bili djeca. Novi znanstveni rezultati i otkrića posljedica su višegodišnjeg istraživanja uz puno

odricanja, napornog rada, neizvjesnosti, rizika, a njihovom objavom tek započinje njihovo vrednovanje i integriranje u znanost. Iskustva su ta koja nas mogu inspirirati u postavljanju novih pitanja i koja ujedno potiču i znanost i znanstvenike. Prvi korak znatiželjnog zapažanja i postavljanja pitanja vrlo je važan. Potrebno je njegovati taj impuls, znatiželju i strast za znanjem, jer, toliko je toga još za istražiti i objasniti. Svaki je dan mogućnost za postavljanje novih pitanja, testiranje ideja, mogućnost novih otkrića i odgovora, samo im se treba predati, ići za

njima, znati-željno i neprekidno promatrati otvorenih osjetila i otvorena uma i pritom ne prihvaćati gotova rješenja, čitati i pregledavati publikacije, biti osjetljiv na pristranosti i izvore pogrešaka, na rijetkosti, različitosti, uzroke, prepreke, neobične i neočekivane rezultate, izazove i prilike. Pronalaženje odgovora i dokaza pruža veliko zadovoljstvo i daje novi smisao, ali sam proces započinje tim prvim znatiželjnim korakom.

LITERATURA:

1. Halpern, D. F. *Thought and knowledge: an introduction to critical thinking*. Fifth Edition, Psychology Press, New York. 2014: str. 292.
2. Adler, J.E., i Rips, L.J. (Ur.) *Reasoning: Studies of human inference and its foundations*. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.
3. Berezow, A. *Little Black Book of Junk Science*. American Council on Science and Health, 2017.
4. OECD “How does PISA assess science literacy?”, PISA in Focus, 2016, No. 66, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/5jln4nfnqt71-en>
5. Rhodes, T. *Assessing Outcomes and Improving Achievement: Tips and Tools for Using the Rubrics*. 2009, Washington, DC: Association of American Colleges and Universities. <https://www.aacu.org/value>
6. Ioannidis, JPA. Why Science Is Not Necessarily Self-Correcting. *Perspectives on Psychological Science*. 2012; 7(6): 645.
7. Tennant JP, Dugan JM, Graziotin D et al. A multi-disciplinary perspective on emergent and future innovations in peer review [version 3; referees: 2 approved] *F1000Research* 2017, 6:1151.
8. Melnyk, B. M., & Fineout-Overholt, E. *Evidence based practice in nursing & healthcare. A guide to best practice (2nd edition)*. 2011; Philadelphia, PA: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins.
9. Moore, B., i R. Parker. *Kritičko razmišljanje*. 2004; New York: McGraw-Hill Co.
10. Halpern, D. F. *Thought and knowledge: an introduction to critical thinking*. Fifth Edition, Psychology Press, New York. 2014: str. 8.
11. Herreid, C. F. 2010. The scientific method ain't what it used to be. *Journal of College Science Teaching*. 2010; 39 (6): 68–72.
12. Association of American Medical Colleges and Howard Hughes Medical Institute Report. 2009. *Scientific Foundations for Future Physicians*. Washington, DC: Association of American Medical Colleges.
13. Stanger-Hall KF. Multiple-Choice Exams: An Obstacle for Higher-Level Thinking in Introductory Science Classes. Chudler EH, ed. *CBE Life Sciences Education*. 2012;11(3): 294-306.
14. Bradshaw WS, Nelson J, Adams BJ, Bell JD. Promoting the Multidimensional Character of Scientific Reasoning. *Journal of Microbiology & Biology Education*. 2017;18(1):18.1.4., str. 10.
15. Hovland, K., Riegelman, R. K. *Scientific Thinking and Integrative Reasoning Skills (STIRS): Essential Outcomes for Medical Education and for Liberal Education*. *Peer Review*. 2012;14 (4).
16. Hall N. The KardaMshian index: a measure of discrepant social media profile for scientists. *Genome Biology*. 2014;15(7): 424.
17. Goldacre, B. *Loša znanost*. Naklada OceanMore, 2010.
18. Koopman E. The attraction of tragic narrative: Catharsis and other motives. *Scientific Study of Literature*. 2013. January 1;3: 178–208.
19. Oosterwijk S. Choosing the negative: A behavioral demonstration of morbid curiosity. Eder AB, ed. *PLoS ONE*. 2017;12(7):e0178399. doi:10.1371/journal.pone.0178399.
20. Fanelli D, Costas R, Ioannidis JPA. Meta-assessment of bias in science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2017;114(14): 3714-3719.
21. Van Noorden, R. Mathematicians aim to take publishers out of publishing *Episciences* Project to launch series of community-run, open-access journals. *Nature*. 2013.12243.
22. Hanel PHP, Haase J. Predictors of Citation Rate in Psychology: Inconclusive Influence of Effect and Sample Size. *Frontiers in Psychology*. 2017;8: 1160.
23. Brems B, Button K, Munafò M. Deep impact: unintended consequences of journal rank. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2013;7: 291.
24. Litman J. Curiosity and the pleasures of learning: Wanting and liking new information. *Cogn Emot*. 2005. September 1;19: 793–814.
25. Kang MJ, Hsu M, Krajbich IM, Loewenstein G, McClure SM, Wang JTY, Camerer CF. The wick in the candle of learning epistemic curiosity activates reward circuitry and enhances memory. *Psychological Science*. 2009; 20(8): 963–973.
26. Gopnik, A.; Meltzoff, AN.; Kuhl, PK. *The Scientist in the Crib: Minds, Brains, & How Children Learn*. New York: William Morrow & Co.; 1999.
27. Kidd C, Hayden BY. The psychology and neuroscience of curiosity. *Neuron*. 2015;88(3):456.