

Most ili ponor? Što se događa sa znanjem studenata biomedicine na putu od pretklinika do klinika i rješenja za njegovo očuvanje Pregled literature i iskustvo izrade



Bridge or abyss? What happens to biomedical students' knowledge between preclinical studies and clinical practice — and how to protect it Literature review and development experience

Kužir*, S., L. Devčić, N. Škvorc, N. Serdar, M. Poletto, J. Ivanić, Ž. Klječanin Franić, D. Horvatek Tomić, N. Maćešić

55

Sažetak

Nedostatak osnovnih znanja kod studenata biomedicine, koji se očituje tijekom kliničkih rotacija u okviru horizontalne organizacije studija, prepoznat je kao važan izazov. Ova pojava, na koju upozoravaju i nastavnici i studenti, negativno utječe na kvalitetu kliničke obuke te zahtijeva promišljeno pedagoško djelovanje. Pregled relevantne literature pokazuje da ovaj problem ne zahtijeva nužno potpunu promjenu kurikula, već se ciljanim prilagodbama metoda poučavanja može znatno smanjiti fenomen zaborava i poboljšati prijenos znanja u horizontalnom sustavu studija. U ovom preglednom radu autori kritički analiziraju vlastita iskustva u poučavanju i u razvoju vertikalno strukturiranih nastavnih materijala kao alata za prevladavanje uočenih poteškoća. Osim toga, predlažu dodatne pedagoške metode, uključujući interaktivno učenje, ponavljanje ključnih sadržaja i upotrebu suvremenih digitalnih alata. Predloženi pristupi ne samo da smanjuju pojavu zaborava nego i pridonose povećanju studentskog samopouzdanja, boljoj pripremljenosti za više godine studija te učinkovitijem suočavanju s profesionalnim izazovima nakon diplome. Rad donosi smjernice koje mogu poslužiti kao praktičan vodič nastavnicima u unapređenju nastavnog procesa unutar biomedicinskih studijskih programa.

Ključne riječi: veterinarska medicina, fenomen zaborava, horizontalna organizacija poučavanja, vertikalna integracija, digitalni nastavni materijali

Dr. sc. Snježana KUŽIR, dr. med. vet., redovita profesorica, dr. sc. Lucija DEVČIĆ, dr. med. vet., viša asistentica, Nikolina ŠKVORC, dr. med. vet, asistentica, Nikola SERDAR, dr. med. vet. stručni suradnik, Zavod za veterinarsku patologiju, Sveučilište u Zagrebu Veterinarski fakultet, Marko POLETTTO, dr. med. vet., Ured za e-učenje, Sveučilište u Zagrebu Veterinarski fakultet, Jovana IVANIĆ, prof., mag. bibl., središnja knjižnica, Sveučilište u Zagrebu Veterinarski fakultet, Željana KLJEČANIN FRANIĆ, prof., spec. philol. croat., Ured dekana, Sveučilište u Zagrebu Veterinarski fakultet, dr. sc. Danijela HORVATEK TOMIĆ, dr. med. vet., redovita profesorica, Zavod za bolesti peradi s klinikom, Sveučilište u Zagrebu Veterinarski fakultet, dr. sc. Nino MAĆEŠIĆ, dr. med. vet. redoviti profesor, Klinika za porodništvo i reprodukciju, Sveučilište u Zagrebu Veterinarski fakultet. Dopisna autorica: kuzir@vef.unizg.hr*

Abstract

The lack of basic knowledge among students who study biomedicine, which becomes apparent during clinical rotations within the horizontal structure of the study program, has been recognized as a significant challenge. This issue, highlighted by both teachers and students, negatively impacts the quality of clinical training and calls for thoughtful pedagogical action. A review of the relevant literature showed that this problem does not necessarily require the complete restructuring of the curriculum, but rather, targeted adjustments in teaching methods can significantly reduce knowledge decay, and improve knowledge transfer within the horizontal study system. In this review article, the authors critically analyze their experiences in teaching and the development of vertically structured teaching materials as tools to overcome the difficulties identified. Furthermore, they propose additional pedagogical methods, including interactive learning, repetition of key content, and modern digital tools. The proposed approaches not only reduce the occurrence of knowledge decay also contribute to increased student confidence, better preparation for advanced years of study, and more effective coping with professional challenges after graduation. The article provides guidelines that can serve as a practical guide for educators in improving the teaching process within biomedical study programs.

Key words: veterinary medicine, knowledge decay, horizontal organization of teaching, vertical integration, digital teaching materials

Uvod

Horizontalna organizacija studija na biomedicinskim fakultetima (humana medicina, veterinarska medicina, stomatologija) razdvaja pretkliničke i kliničke faze, što može pridonijeti prekidu u kontinuitetu znanja. To se osobito odražava na ključne predmete kao što su anatomija, histologija i fiziologija – temelje kliničkih disciplina poput radiologije, kirurgije, interne medicine i porodništva. Studenti su zabrinuti pojavom zaborava gradiva stečenog na pretkliničkim predmetima, dok se kliničari i praktičari žale na nedostatak osnovnog znanja. Gubitak osnovnih znanja stečenih na pretkliničkim predmetima dobro je poznata i istraжена činjenica. Na temelju pregleda literature postavili smo hipotezu da promjena metoda poučavanja može znatno smanjiti zaboravljanje ključnih pretkliničkih znanja, osiguravajući njihovu trajniju prisutnost u kliničkim godinama studija, čak i kod horizontalno organiziranog studija. Polazeći od te hipoteze, primarni je cilj ovog rada analizirati dostupnu literaturu i predložiti alate za premošćivanje jaza između pretklinika i klinika, s posebnim naglaskom na vertikalno integrirane, digitalne nastavne materijale (VIDNM). Sekundarni je cilj ponuditi kritički osvrt na vlastite vertikalne materijale, istaknuti njihove prednosti i skrenuti pozornost na izazove koji su se pojavili tijekom njihova razvoja.

Metode

U ovom preglednom radu primijenjena je metoda analize primarnih i sekundarnih literaturnih izvora koji se bave fenomenom zaborava gradiva i steče-

nih znanja iz pretkliničkih predmeta. Pregled obuhvaća literaturu koja uključuje zakonsku regulativu, izvješća relevantnih institucija, teorijske okvire te praktičnu primjenu nastavnih materijala koji mogu smanjiti fenomen zaborava utvrđen kod studenata biomedicinskog područja tijekom studija. Glavni su fokus istraživanja VIDNM-ovi u biomedicinskom obrazovanju, s posebnim fokusom na veterinarsku medicinu. Posebna je pažnja posvećena identifikaciji primjera dobre prakse i izazovima implementacije VIDNM-ova.

Izvori su odabrani prema kriterijima relevantnosti za biomedicinsko obrazovanje, primjenu digitalnih tehnologija u poučavanju i vertikalnoj integraciji nastavnih sadržaja. Na temelju naslova, sažetaka i ključnih riječi izdvojeno je 45 izvora koji su detaljno analizirani. Nakon cjelovite analize ustanovljeno je da jedan rad nema podataka o recenziji i izvoru, a 9 radova ne pridonose temi ovog pregleda te su isključeni iz daljnjeg razmatranja. Tako je konačni korpus literature obuhvatio 35 relevantnih izvora. Budući da su studiji humane medicine i veterinarske medicine slični u strukturi i trajanju, smatramo da se odabrana literatura kao i rezultati ovog istraživanja mogu primijeniti na obje skupine studenata. Korištene su baze podataka kao što su PubMed, Scopus i Google Scholar, a osim pregleda dostupnih izvora, uključena je i analiza konkretne implementacije VIDNM-a na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu kako bi se ponudila kritička procjena njihovih prednosti i nedostataka.

Pregled literature

Veterinarstvo danas

Veterinarstvo je u Republici Hrvatskoj regulirana profesija (Anonymous, 2025.), što znači da su za bavljenje ovom profesijom propisane određene stručne kvalifikacije u skladu sa Zakonom o reguliranim profesijama i priznavanju inozemnih stručnih kvalifikacija (Anonymous, 2015.) Istodobno, European Association of Establishments for Veterinary Education (EAEVE) kao i American Association of Veterinary Medical Colleges (AAVMC) nastoje ujednačiti ishode poučavanja na veterinarskim fakultetima s ciljem dosezanja minimalnih standarda potrebnih za obavljanje veterinarskih poslova. Tzv. kompetencije prvog dana uglavnom se odnose na kliničke vještine, uključujući samostalno obavljanje zadataka u kliničkom radu, animalnoj proizvodnji, sigurnosti hrane i području jednog zdravlja. Iako se kompetencije prvog dana ponajprije usmjeruju na kliničke vještine, bez temeljita razumijevanja pretkliničkih znanosti poput embriologije, anatomije, histologije i fiziologije, njihova bi primjena u praksi bila ograničena i nesigurna. Ove znanosti ne samo da omogućuju ispravno postavljanje dijagnoza i terapijskih postupaka nego su i ključne za cjelovito razumijevanje organizma, što potvrđuje i njihovo mjesto među „specifičnim veterinarskim predmetima“ (Anonymous, 2019.).

Poučavanje na veterinarskim fakultetima

Većina veterinarskih fakulteta organizirana je horizontalno (npr. University of Ljubljana – Veterinary Faculty, Slovenia; University of Veterinary Medicine Budapest; Universitatea de Stiinte Agricole si Medicina Veterinara din Cluj-Napoca; University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences Brno, Wrocław University of Environmental and Life Sciences – Veterinary Medicine), što znači da se predmeti poučavaju u jednom semestru (vrlo rijetko u dva), nakon čega se i polaže ispit iz tih predmeta. Manji broj fakulteta primjenjuje djelomično (npr. Universidad Cardenal Herrera Valencia; University of Zurich; College of Veterinary Medicine University of Illinois Urbana-Champaign) ili potpuno (npr. Cambridge Veterinary School; Cummings School of Veterinary Medicine at Tufts University, North Grafton, Massachusetts) vertikalno poučavanje, pri čemu se uvod u kliničke vještine pojavljuje već na prvoj godini studija.

Klasičan, horizontalni pristup poučavanju ima svojih prednosti, ali i nedostataka. Prednosti su svakako mnogo detaljnije poučavanje temeljnih znanosti koje su preduvjet za razumijevanje gradiva i postu-

paka na višim godinama studija. Uočeni nedostatak ovakvog načina organizacije jest fenomen zaborava osnovnih znanja stečenih na nižim godinama studija (Watt, 1987.; Lazić i sur., 2006.; Custers, 2010.; Stowe i sur., 2020.). Fenomen zaborava osnovnih znanja istraživao se još od kraja 19. stoljeća, kada je Ebbinghaus postavio svoju krivulju zaborava, prema kojoj je gubitak znanja najizraženiji u kratkom razdoblju nakon završetka predmeta, a kasnije se usporava (Custers, 2010.). Istraživanje pojave zaborava osnovnih znanja u području biomedicine započelo je ranih šezdesetih godina 20. stoljeća (Miller, 1962.). Daljnja istraživanja, uključujući radove Watta (1987.), Custersa (2010.) i Stowe i suradnika (2020.) potvrđuju pojavu fenomena zaborava u različitim vremenskim intervalima, uz mala odstupanja u utvrđenom postotku zadržanog znanja.

I na području Republike Hrvatske provedeno je istraživanje na studentima medicine u Zagrebu, koje je potvrdilo da se „temeljno osnovno znanstveno znanje gubi tijekom kliničkih godina studija medicine“ (Lazić i sur., 2006.). Nadalje, iako istraživači nisu jedinstveni (Lazić i sur., 2006.), istraživanja provedena na studentima veterinarske i humane medicine ustanovila su značajnu povezanost i prediktabilnost usvajanja znanja iz temeljnih pretkliničkih znanosti s uspjehom u kliničkim znanostima, kao i pozitivan te trajan utjecaj na kasnije kliničko znanje i sposobnost rješavanja problema u kliničkim situacijama (Woods i sur., 2005.; Nivala i sur., 2013.; Danielson i sur., 2024.). Iako su istraživanja provedena na različite načine uključivala različite teme i različite vrste testova, većina upućuje na gubitak i do 50 % stečenih znanja u prvih 8 – 10 mjeseci nakon prvog testa (Weggemans i sur., 2017.). Gutierrez i suradnici (2017.) navode znatno veći gubitak osnovnih znanja do četvrte godine studija: 66,8 %. Razlozi mogu biti mnogobrojni. Neki od mogućih su: studenti nisu temeljito proučili/naučili gradivo, interval između testiranja je prevelik, a ponavljanja gradiva nije bilo na složenijim temama viših godina (Custers, 2010.). Mogući je uzrok i nastavnik bez potrebnih nastavnih kompetencija (Morzinski, 2005.) ili demotiviran činjenicom o pojavi fenomena zaborava. Uzrok može biti i nedostatak poravnjanja provjera znanja s temama i metodama poučavanja (engl. *constructive alignment*, CA), što ne dovodi do dubinskog razumijevanja, već do kratkotrajnog pamćenja činjenica (Hailikari i sur., 2022.). Često, klinička literatura ni ne sadrži pozadinska znanja iz pretkliničkih područja. Kad tomu pridodamo i povećanje obveza studenata tijekom kliničkih rotacija, razumljivo je da se tek pokoji student vraća osnovama. Ako se današnji student generacije Z i vrati ponavljanju naučenog,

knjiga neće biti njegov prvi izbor. Prednost će dati raznim materijalima koji su *online* i multimedijalni (Herrmann i sur., 2023.), odnosno igrama, mobilnim aplikacijama, videozapisima ili čak *podcastima* (Szymkowiak i sur., 2021.).

Promjena cjelokupnog kurikula studija u smjeru vertikalne integracije kao rješenja za pojavu fenomena zaborava i postavljanje studenta u središte iznimno su opsežan i dugotrajan proces koji bi trebao uključiti širok krug sudionika: od samih studentata, nastavnika, administracije na fakultetu pa sve do krajnjih korisnika (Park, 2021.; Karcher i sur., 2023.). Osim toga, istraživanja pokazuju i nužnost uključivanja vanjskih savjetnika na području pedagogije i didaktike, što je osobito važno kod fakulteta čijim nastavnicima te discipline nedostaju (Chaney i sur., 2017.; Bell, 2024.).

Prethodna istraživanja upućuju na mogući srednji put između dviju krajnosti (horizontalnog kurikula u odnosu na vertikalno integrirani kurikulum), a vide ga u promjeni metoda poučavanja.

Vertikalna integracija u horizontalnom poučavanju: primjeri u praksi

Novija literatura osigurava prijedloge i daje primjere nastavnih materijala koji na studijima biomedicine umanjuju fenomen zaborava, studenta postavljaju u središte studijskog procesa, a nastavu čine zanimljivom i dinamičnom:

Vertikalno integrirani digitalni nastavni materijali (poput edukativnih filmova) obrađuju jednu određenu temu u više predmeta, od pretkliničkih do kliničkih (Steinert i sur., 2006.; Kužir i sur., 2024.). Potiču prisjećanje materijala iz prethodnih godina studija i olakšavaju nadogradnju na višim godinama studija.

Učenje temeljeno na slučajevima (engl. *Case-Based Learning*, CBL) zahtijeva poznavanje temeljnih znanosti za razumijevanje patofiziologije, patologije, postavljanje dijagnoze i usmjerivanje liječenja. Potiče logičko razmišljanje i integraciju znanja u kontekstu stvarnog života. Rezultati istraživanja Sawrasa i suradnika (2020.) te De Silva i suradnika (2023.) pokazali su da i studenti smatraju CBL metodom koja funkcionira kao most između teorijskih znanja i prakse.

Metoda rješavanja problema (engl. *Problem-Based Learning*, PBL) daje mogućnost razvoja timskog duha i suradnje studenata radom u malim skupinama na rješavanju složenih problema, oslanjajući se na prethodno znanje iz temeljnih znanosti, dok ih mentori usmjeruju prema rješenju (Barrows, 1996.; Rađa i Samfira, 2015.). Potiče kritičko razmišljanje i vertikalno povezuje teoriju s praksom.

Spiralni kurikulum podrazumijevaju ponavljanje ključnih koncepata iz temeljnih znanosti na višim razinama složenosti tijekom studija. Omogućuju studentima ponovno susretanje s osnovnim pojmovima i njihovo dublje razumijevanje kroz vrijeme (Harden, 1999.).

Učenje uz pomoć proširene ili virtualne stvarnosti i (engl. *Augmented Reality*, AR / *Virtual Reality*, VR) simulacije omogućuje integraciju anatomije, fiziologije i kliničkih znanosti, a time i bolje pamćenje i razumijevanje povezanih pojmova (Xu i sur., 2023.).

Obrnuta učionica (engl. *Flipped Classroom*, FC) metoda je pri kojoj studenti unaprijed uče teorijske koncepte, zadanim tiskanim ili *online* materijalima, a na satovima se fokusiraju na kliničku primjenu i raspravu. Potiče aktivno učenje te pomaže u povezivanju teorije i prakse (Žižak, 2019.; Matthew i sur., 2024.).

Primjena umnih mapa i konceptualnih mapa za vizualizaciju odnosa između temeljnih znanosti i kliničkih aplikacija pomaže studentima u organizaciji i integraciji znanja (Zhang i sur., 2023.).

Redovita evaluacija i povratne informacije putem kvizova koji zahtijevaju povratak na temeljne znanosti potiču studente da osvježavaju prethodno znanje, otkrivaju gdje trebaju poboljšati svoje razumijevanje i postižu bolje rezultate na ispitima (Dengri i sur., 2021.).

U literaturi se navode i druge metode koje mogu pomoći, poput organiziranja tematskih radionica i mentoriranja od strane kolega studenata ili nastavnika (Morzinski, 2005.), računalno potpomognutih instrukcija, debata i panela, organiziranja klubova studenata koji raspravljaju o pojedinim temama na osnovi stručne literature (engl. *journal club*) (Steinert i Mann, 2006.).

Uvođenjem ovih metoda, biomedicinski fakulteti i uz horizontalan način poučavanja mogu podržati trajnu integraciju znanja i pripremiti studente za kompleksne izazove u medicinskoj praksi.

Vlastiti doprinos

Torzija želuca psa

Nastavnici Veterinarskog fakulteta u Zagrebu su u okviru projekta *Razvoj visokoobrazovnih standarda zanimanja, standarda kvalifikacija i unaprijeđenje integriranog preddiplomskog i diplomskog studija veterinarske medicine uz primjenu HKO-a na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu* (HKO) izradili niz edukativnih filmova na temu torzije želuca psa (slika 1) koji uključuju područje anatomije, histologije, fiziologije, patologije, rendgenologije, interne



Slika 1. Vertikalni nastavni materijal u obliku edukativnog filma pod nazivom *Torzija želuca psa* izrađen u sklopu projekta HKO na Veterinarskom fakultetu.

medicine, farmakologije i kirurgije.

Materijal je za sada dostupan samo studentima putem *Microsoft streama* u sklopu sustava Office/Microsoft 365 ili putem sustava za e-učenje Merlin koji je uspostavljen kao platforma za e-učenje. U praksi to znači da student druge godine studija, prije gradiva iz područja histologije i fiziologije želuca, može u relativno kratkom roku ponoviti znanje iz anatomije. Nadalje, prije kliničkih predmeta također jednim klikom može ponoviti naučeno iz područja anatomije, histologije i fiziologije i tako kroz cijelu vertikalnu koja se bavi problematikom torzije želuca psa. Rezultat je ovog procesa student koji dolazi spreman na nastavu viših godina i smanjenje uočene pojave zaborava od pretklinika do klinika, čime je znatno unaprijeđena kvaliteta obrazovnog procesa.

Virtualni histološki laboratorij

U tri različita projekta, za predmet Histologija i opća embriologija / Histology with General Embryology, izrađen je virtualni laboratorij histoloških preparata (slike 2 i 3).

Proces je započeo tijekom projekta HKO na Veterinarskom fakultetu, obnovom preparata u studentskim kutijama. Uključio je proces uzorkovanja, izrade probnih histoloških preparata, odabir odgovarajućih preparata za poučavanje, izradu odabranih preparata, podvrgavanje raznim histološkim metodama bojenja (nebojeni preparati, hematoksin-eozinska metoda bojenja, May-Grünwald-Giemsa metoda bojenja, toluidinsko plavilo, Verhoeff-Van Giesonova metoda bojenja te modificirano bojenje za razlikovanje hrskavice i kosti) i popunjavanje kutija. Usporedno s

izradom novih preparata, u sklopu projekta *Digital education in veterinary studies* – DEVet započeo je proces skeniranja koji je u prvoj fazi izvodio student veterinarske medicine Krunoslav Vinicki. Skeniranje jednog preparata bilo je dugotrajan proces koji je ponekad trebalo ponavljati. U drugoj je fazi skeniranje obavljeno na profesionalnom skeneru histoloških preparata (KFBIO), Biognost. U konačnici, uz suradnju sa Srcem i CARNET-om skenovi su tijekom projekta *e-Sveučilište* postavljeni u bazu na računalu Vrančić na Borongaju, zaštićeni su CC licencijom i otvorenog su pristupa (slika 3).

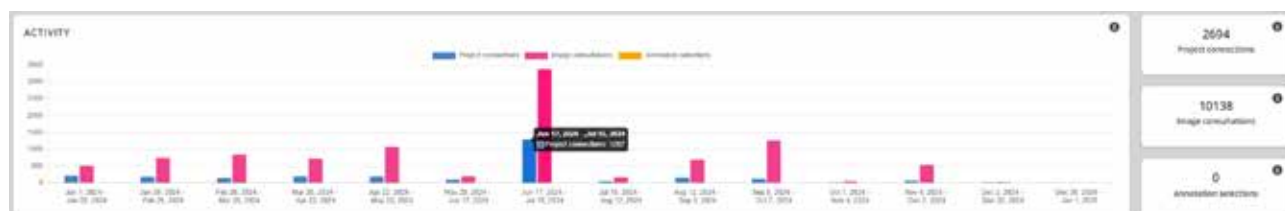
Tijekom godine dana, od 1. siječnja 2024. do 1. siječnja 2025., zabilježeno je 2694 pristupa Virtualnom histološkom laboratoriju, a ukupno su skenovi otvoreni 10 138 puta (slika 4).



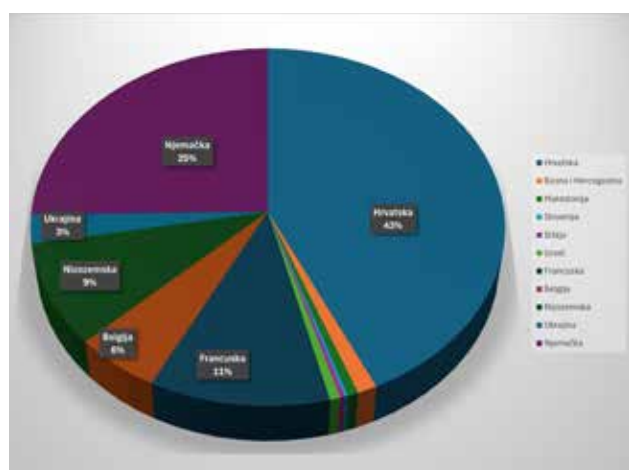
Slika 2. QR cytomine – kod za pristup skeniranim histološkim preparatima Veterinarskog fakulteta u Zagrebu. (<http://cytomine.vef.hr/#/>)



Slika 3. Ulazna stranica Virtualnog histološkog laboratorija. Skenovi histoloških preparata otvoreni su nastavni materijal zaštićen CC licencijom.



Slika 4. Prikaz korištenja Virtualnog histološkog laboratorija u razdoblju od 1. siječnja 2024. do 1. siječnja 2025.



Slika 5. Prikaz pristupa Virtualnom histološkom laboratoriju prema regionalnoj zastupljenosti.

Očekivano, najveći je broj pristupa iz Hrvatske, ali zabilježeni su i brojni pristupi iz drugih zemalja, posebno iz Francuske otkuda dolazi veći broj studenata Veterinarskog fakulteta u Zagrebu koji studiraju na studiju na engleskom jeziku (slika 5). Istodobno, iznenađuje broj pregleda iz Belgije, Nizozemske i Njemačke.

Prednosti su ovakvih nastavnih materijala za studente jednostavna obnova zaboravljenih znanja i mogućnost povezivanja s novim gradivom. Nadalje, omogućuju studentima da jasno vide povezanost između pretkliničkih znanja (npr. anatomije, fiziologije) i kliničke prakse (dijagnostike, terapije). Materijali su digitalni, što je primjereno današnjim generacijama studenata, a nastavnicima omogućuju jednostavnu

nadogradnju novim spoznajama. Studenti pritom sami biraju vrijeme kada će pristupiti materijalima i potrebno vrijeme za samostalno učenje mogu prilagoditi vlastitim potrebama. Ako VIDNM-ovi sadržavaju i pitanja za samoprovjeru ili kvizove, nesumnjivo će se povećati i zainteresiranost te aktivnost studenata. Mogući su izazovi u implementaciji VIDNM-ova potreba za obukom nastavnika, nedostatak vremena za pripremu, nedostatak opreme za izradu i tehničke podrške, ali i održavanje poslužitelja za pohranu većeg broja VIDNM-ova.

Rasprava

Pregled odabrane literature potvrdio je činjenicu o pojavi fenomena zaborava pretkliničkih znanja kod studenata biomedicine (Watt, 1987.; Lazić i sur., 2006.; Stowe i sur., 2020.). Pojava fenomena zaborava osobito je izražena kod klasičnog horizontalno organiziranog poučavanja koje je još uvijek najčešće na području Europe. Biomedicinski su fakulteti pokušali umanjiti tu pojavu na različite načine, cjelovitom ili djelomičnom prilagodbom kurikula ili uvođenjem novih nastavnih metoda i alata prilagođenih današnjim generacijama studenata. Neki od alata za premošćivanje jaza između pretkliničkih i kliničkih znanja na biomedicinskim fakultetima, s posebnim naglaskom na Veterinarski fakultet, jesu izrada vertikalno integriranih digitalnih nastavnih materijala, uključivanje učenja temeljenog na slučajevima ili rješavanju problema, uključivanje proširene ili virtualne stvarnosti i simulacija, upotreba obrnute učionice i izrada mentalnih mapa. Koji će se alati i u kojoj mje-

ri primijeniti, ovisi o financijskoj podlozi, spremnosti nastavnika na promjene te opremljenosti fakulteta. Iznesene su i konkretne prakse implementacije na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu putem izrade materijala o torziji želuca psa te virtualnog histološkog laboratorija.

Rasprava o dobivenim rezultatima i literaturi otvara nekoliko ključnih tema za širu implementaciju. Među najvećim su izazovima u biomedicinskom obrazovanju kontinuitet i integracija znanja. Horizontalna organizacija studija, iako u nekim aspektima praktična, često rezultira fragmentacijom i zaboravom gradiva. Kako pokazuju istraživanja (Nivala i sur., 2013.; Danielson i sur., 2024.), gubitak pretkliničkih znanja može izravno utjecati na kvalitetu kliničke prakse, što potvrđuje potrebu za integracijom obrazovnih pristupa. VIDNM-ovi omogućuju studentima da kontinuirano obnavljaju pretklinička znanja u okviru kliničkih predmeta, čime se smanjuje fenomen zaborava. Ovakvo kumulativno iskustvo, ponavljanje i nadogradnja omogućuju prelazak znanja u trajniji i stabilniji oblik (Conway i sur., 1991.). Osim toga, studenti uz pomoć ovih materijala imaju priliku jasno povezati temeljne znanosti s kliničkim disciplinama. Primjeri kao što su edukativni filmovi o torziji želuca psa jasno ilustriraju kako se teorijska znanja iz anatomije, histologije i fiziologije mogu integrirati s kliničkim područjima poput radiologije, interne medicine i kirurgije.

Prikazane metode, CBL, PBL, spiralni kurikulum i simulacije putem AR/VR tehnologija, imaju dodatan potencijal za smanjenje fenomena zaborava. Posebno se istaknula metoda obrnute učionice koja pomaže studentima da unaprijed savladaju teorijske osnove i zatim ih primijene na praktičnoj nastavi. Prednosti ovih metoda nisu samo u jačanju pamćenja nego i u razvijanju kritičkog razmišljanja i vještina rješavanja problema te podizanju samopouzdanja studenata prije dolaska u kontakt sa životinjama. Međutim, kako pokazuju istraživanja (Chaney i sur., 2017.; Sawras i sur., 2020.), implementacija ovih pristupa zahtijeva promjenu paradigme poučavanja. Ključ uspjeha leži u sustavnoj podršci nastavnicima putem stručnih edukacija, dostupnosti resursa i tehničke podrške.

Digitalizacija nastavnih materijala, kao što je prikazano na primjerima virtualnog histološkog laboratorija i edukativnih filmova, studentima pruža fleksibilnost učenja. Prednosti uključuju personalizaciju vremena i tempa učenja i lakšu dostupnost informacija, ujedno rješavajući problem nedostatka prostora i mentora za učenje u histološkoj vježbovnici. Ipak, postoje i izazovi poput nedostatka resursa,

kao što je profesionalna oprema za izradu digitalnih materijala te manjak vremena potrebnog za njihovu pripremu. Nadalje, održavanje digitalne infrastrukture zahtijeva stalnu tehničku podršku i ulaganja. Kako bi se osigurala dugoročna održivost ovih alata, nužno je planiranje na razini institucije, uz osiguranje potrebnih financijskih i ljudskih resursa.

Premda su primjeri poput edukativnih filmova o torziji želuca psa i virtualnog histološkog laboratorija obećavajući, njihova je implementacija otkrila i niz izazova. Jedan je od njih potreba za koordinacijom između različitih zavoda/klinika kako bi se osigurala dosljednost i kvaliteta materijala. Također, ključno je redovito evaluirati učinkovitost ovih alata putem povratnih informacija studenata i nastavnika te ih usklađivati s razvojem tehnologije i potrebama prakse. Naime, nema sumnje da bi ovakvi nastavni materijali bili od koristi i praktičarima kao dio cjeloživotnog obrazovanja koje je neizostavan dio profesije svakog doktora veterinarske medicine. Preduvjet za njihov pristup nakon završetka studiranja jest uspostava digitalne knjižnice i postavljanje VIDNM-ova pod CC licencijom u otvoreni pristup. Prvi vertikalni digitalni materijali na Veterinarskom fakultetu imaju svoja ograničenja, a najveći je problem da dio materijala još uvijek nije u otvorenom pristupu. Tijekom izrade u prvi su plan stavljeni točnost podataka, izrada animacija i svrha materijala. Većina kratkih edukativnih filmova nema navedene autore, a nisu ni licencirani kako bi se mogli staviti u otvoreni pristup. Pri izradi Virtualnog histološkog laboratorija ti su nedostaci uklonjeni. No skenovi postavljeni u virtualni laboratorij nisu cjeloviti nastavni materijal. Student uz njih još uvijek treba preporučenu literaturu kao pomoć u korištenju laboratorija. Usprkos tome, statistika korištenja pokazuje da se skenovima koriste studenti različitih godina integriranog prije-diplomskog i diplomskog studija *Veterinarska medicina* u Zagrebu na hrvatskom i engleskom jeziku. Nadalje, zabilježeni su pregledi iz zemalja gdje nema naših studenata što daje dodatnu važnost ovakvim nastavnim materijalima.

Opsežno testiranje korisnosti izrađenih materijala među studentima različitih godina studija, ali i među kolegama praktičarima donijelo bi novu kvalitetu i izrađenim nastavnim materijalima i ovom članku.

Iz pregleda literature te kritičkog osvrta na vlastite nastavne materijale jasni su budući koraci:

- podrška nastavnicima putem organizacije edukacija iz područja pedagogije, didaktike te izrade i upotrebe digitalnih alata
- dizajn novih materijala koji objedinjuju pretklinička i klinička znanja putem interaktivnih VIDNM-ova

- uvođenje postupka dvojne recenzije s ciljem postizanja visoke razine kvalitete
- informiranje nastavnika o upotrebi CC licencija te važnosti zaštite autorskog djela
- postavljanje materijala u otvoreni pristup s ciljem testiranja utjecaja u stvarnom obrazovnom okruženju
- provođenje anketnog istraživanja među studentima i praktičarima s ciljem uvida u njihove stavove prema vertikalno integriranim digitalnim nastavnim materijalima.

Zaključak

Pojava manjeg (19 %) ili većeg (do 66,8 %) zaborava tijekom studija biomedicinskih znanosti više je puta opisana i dokumentirana činjenica i ujedno jedan od važnih izazova u poučavanju, posebno ako je zadržan model horizontalnog poučavanja. Kako bi se umanjio postotak zaborava i studenti došli spremni na više godine studija ili u samu praksu, nije nužno mijenjati cjelokupan kurikulum, već je moguće uvesti novitete u način poučavanja. Implementacija novih nastavnih metoda te izrada i reguliranje VIDNM-ova postavljenih u otvoreni pristup načini su koje treba popratiti daljnjim istraživanjem utjecaja na ishode učenja i njihovu dugoročnu primjenjivost u veterinarskoj praksi. Usprkos izazovima, koristi za studente, nastavnike i praktičare jasno upućuju na potencijal ovih metoda za osiguranje kontinuiranog i integritetnog učenja. Daljnja istraživanja i implementacija VIDNM-ova otvaraju prostor za inovacije u obrazovanju koje će odgovarati potrebama suvremenih studenata i izazovima profesionalne prakse.

Literatura

- ANONYMOUS (2015): Zakon o reguliranim profesijama i priznavanju inozemnih stručnih kvalifikacija. Narodne novine, br. 82/2015, 70/2019, 47/2020, 123/2023.
- ANONYMOUS (2019): ECCVT Day One Competences. https://www.eaeve.org/fileadmin/downloads/eccvt/List_of_subjects_and_Day_One_Competences_approved_on_17_January_2019.pdf (pristupljeno: 20. 1. 2024.)
- ANONYMOUS (2025): Baza reguliranih profesija u Republici Hrvatskoj. <http://reguliraneprofesije.azvo.hr/hr/profesije/> (pristupljeno: 10. 1. 2025.)
- BARROWS, H. S. (1996): Problem-Based Learning in Medicine and Beyond: A Brief Overview. *New Dir. Teach. Learn.* 68, 3–12.
- BELL, C. E. (2024): Faculty Development in Veterinary Education: Are We Doing Enough (or Publishing Enough About It), and Do We Value It? *J. Vet. Med. Educ.* 40, 96–101.
- CHANEY, K. P., M. L. MACIK, J. S. TURNER, J. A. KORICH, K. S. ROGERS, D. FOWLER, E. M. SCALLAN, L. M. KEEFE (2017): Curriculum Redesign in Veterinary Medicine: Part I. *J. Vet. Med. Educ.* 44, 552–562.
- CONWAY, M. A., G. COHEN, N. STANHOPE (1991): On the Very Long-Term Retention of Knowledge Acquired Through Formal Education: Twelve Years of Cognitive Psychology. *J. Exp. Psychol. Gen.* 4, 395–409.
- CUSTERS, E. J. F. M. (2010): Long-term retention of basic science knowledge: a review study. *Adv in Health Sci Educ* 15, 109–128.
- DANIELSON, J. A., R. G. BURZZETE, M. R. BAILEY, L. M. BERENT, H. CASE, A. CASEY-REED, J. DASCANIO, R. A. FEINBERG, T. S. HANCOCK, C. A. KIRK (2024): Basic science knowledge underlies clinical science knowledge and clinical solving: evidence from veterinary medicine. *Adv. Health Sci. Educ. Theory Pract.* doi: 10.1007/s10459-024-10334-2
- DENGRI, C., A. GILL, J. CHOPRA, C. DENGRI, T. KORTALA, A. KHEDR, A. R. KORSAPATI, R. ADHIKARI, S. JAIN, S. ZEC, M. CHAND, R. KASHYAP, V. PATTAN, S. A. KHAN, N. K. JAIN (2021): A Review of the Quiz, as a New Dimension in Medical Education. *Cureus* 13., doi: 10.7759/cureus.18854
- DE SILVA, L., C. RABEL, S. SAMITA, N. SMITH, L. MCINTYRE, T. PARKINSON, N. WIJAYAWARDHANE (2023): Perceptions of Veterinary Undergraduates on the Novel Use of Problem-Based Learning as a Tool to Develop Their Critical Thinking Skills. doi: 10.14434/ijpbl.v17i1.33979
- GUTIERREZ, J. C., M. G. JARAMILLO, G. SUDEL, M. R. PRATER (2017): Anatomical knowledge in veterinary medical students in Chile. *Inv. Med. Ed.* 6, 70–74.
- HAILIKARI, T., V. VIRTANEN, M. VESALAINEN, L. POSTAREFF (2022): Student perspectives on how different elements of constructive alignment support active learning. *Act. Learn. in High. Educ.* 23, 217–231.
- HARDEN, R. M. (1999): What is a spiral curriculum? *Med. Teach.* 21, 141–143.
- HERRMANN, J. E., S. SPIELMAN, R. VENOOK, P. YOCK, L. DENEND (2023): Lesson from Developing Multimedia Learning Materials for the Digital Generation. *Biomed. Eng. Educ.* doi: 10.1007/s43683-023-00110-w

- KARCHER, E. L., B. WARDWELL, E. RAGLAND, A. YORK, Z. MACHATY, K. STEWART, S. RADCLIFFE, E. A. LOTT (2023): Adapting the program redesign model for a student-centered curricula renewal in animal science. *Nat- Sci. Educ.* 52, 1-12.
- KUŽIR, S., L. DEVČIĆ, N. ŠKVORC, M. POLETO, A. SHEK VUGROVEČKI, D. HORVATEK TOMIĆ (2024): Vertikalni nastavni materijali: vrijednost za studente i praktičare. 7. Hrvatski veterinarski kongres (Dubrovnik, 24-27. listopada 2024). *Zbornik radova. Zagreb* (125-125).
- LAZIĆ, E., J. DUJMOVIĆ, D. HREN (2006): Retention of Basic Sciences Knowledge at Clinical Years of Medical Curriculum. *Croat Med J.* 47, 882-887.
- MATTHEW, S. M., R. M. SCHOENFELD-TACHER, J. A. DANIELSON, S. M. WARMAN (2024): Flipped Classroom Use in Veterinary Education: A Multinational Survey of Faculty Experiences. *J. Vet. Med. Educ.* 46, 1-11.
- MILLER, G. E. (1962): An inquiry into medical teaching. *J. Med. Educ.* 37, 185-191.
- MORZINSKI, J. A. (2005): Mentors, Colleagues, and Successful Health Science Faculty: Lessons from the Field. *J. Vet. Med. Educ.* 32, 5-11.
- NIVALA, M., E. LEHTINEN, L. HELLE, P. KRONQVIST, J. PARANKO, R. SÄLJÖ (2013): Histological Knowledge as a Predictor of Medical Students' Performance in Diagnostic Pathology. *Anat. Sci. Educ.* 6, 361-367.
- PARK, S. E. (2021): Pathways to Curriculum Redesign. *Adv Dent & Oral Health* 14, 1-2.
- RAJČA, G., E-M. SAMFIRA (2015): Problem-based Learning in Veterinary Medicine: Advantages and Disadvantages. *J Anim Sci Biotechnol* 48, 218-222.
- SAWRAS, M., D. KHOSA, K. LISSEMORE, T. DUFFIELD, A. DEFARGES (2020): Case-Based e-Learning Experiences of Second-Year Veterinary Students in a Clinical Medicine Course at the Ontario Veterinary College. *J. Vet. Med. Educ.* 47, 678-694.
- STEINERT, Y., K. V. MANN (2006): Faculty Development: Principles and Practices. *J. Vet. Med. Educ.* 33, 317-324.
- STEINERT, Y., K. MANN, A. CENTENO, D. DOLMANS, J. SPENCER, M. GELULA, D. PRIDEAUX (2006): A systematic review of faculty development initiatives designed to improve teaching effectiveness in medical education: BEME Guide No. 8. *Med. Teach.* 28, 497-526.
- STOWE, D. M., R. M. SCHOENFELD-TACHER, K. D. ROYAL, J. A. NEEL (2020): Evaluation of Retention of Veterinary Clinical Pathology Knowledge between Second-Year and Fourth-Year Clinical Pathology Courses. *J. Vet. Med. Educ.* 48, 664-669.
- SZYMKOWIAK, A., B. MELOVIĆ, M. DABIĆ, K. JEGANATHAN, G. S. KUNDI (2021): Information technology and Gen Z: The role of teachers, the internet, and technology in the education of young people. *Technol. Soc.* 65, 1-10.
- WATT, M. E. (1987): Retention of preclinical knowledge by clinical students. *Med. Educ.* 21, 119-124.
- WEGGEMANS, M. M., E. J. F. M. CUSTERS, O. TEN CATE (2017): Unprepared Retesting of First Year Knowledge: How Much Do Second Year Medical Students Remember? *Med. Sci. Educ.* 27, 597-605.
- WOODS, N. N., L. R. BROOKS, G. R. NORMAN (2005): The value of basic science in clinical diagnosis: creating coherence among signs and symptoms. *Med. Educ.* 39, 107-112.
- XU, X., D. KILROY, A. KUMAR, M. Z. IQBAL, E. MANGINA, A. G. CAMPBELL (2023): Mixed Reality Applications in Tertiary Veterinary Education: A Systematic Review. U: Cai, Y., E. Mangina, S.L. Goei: *Mixed Reality for Education. Gaming Media and Social Effects.* Springer, Singapore. doi: 10.1007/978-981-99-4958-8_10
- ZHANG, I. Y., M. E. GRAY, A. X. CHENG, J. Y. SON, J. W. STIGLER (2023): Representational-Mapping Strategies Improve Learning From an Online Statistics Textbook. *J. Exp Psychol-Appl.* 30, 293-317.
- ŽIŽAK, M. (2019): Obrnuta učionica – pedagoška metoda koja obećava (naše petogodišnje iskustvo). *Mef. Hr.* 38, 52-55.