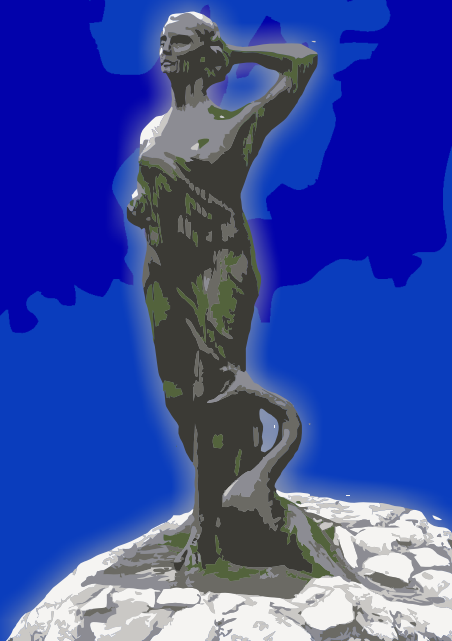




ČASOPIS EVROPSKOG UNIVERZITETA KALLOS TUZLA
JOURNAL OF THE EUROPEAN UNIVERSITY KALLOS TUZLA
BOSNIA AND HERZEGOVINA

REVIJA

ZA MEDICINISKE I TEHNIČKE NAUKE
JOURNAL OF MEDICAL AND TECHNICAL SCIENCES



"Leda" Tuzla - Franjo Leder

ISSN 2831-1086 (print)

Godina 3, Br. 6 (sept. /okt. 2025)

ISSN 2831-1094 (online)

Online First www.revija.eukallos.edu.ba



ČASOPIS EVROPSKOG UNIVERZITETA KALLOS TUZLA
JOURNAL OF THE EUROPEAN UNIVERSITY KALLOS TUZLA
BOSNIA AND HERZEGOVINA

REVIJA

ZA MEDICINISKE I TEHNIČKE NAUKE
JOURNAL OF MEDICAL AND TECHNICAL SCIENCES

Časopis je registrovan u Nacionalnoj i univerzitetskoj biblioteci Bosne i Hercegovine, ISSN Centar Bosne i Hercegovine, i Digital Objekt Identifier NUBIH, DOI agencija u BiH, 2023.g.

ISSN2831-1086 (print)

Godina 3, Br. 6 (sep./okt.2025)

ISSN2831-1094 (online)

Online First www.revija.eukallos.edu.ba

CILJEVI I OBIM / AIMS AND SCOPE

Revija za medicinske i tehničke nauke/Journal of Medical and Technical Sciences (Revija), je zvanični recenzirani časopis Evropskog Univerziteta Kallos u Tuzli. Časopis objavljuje uvodnike, stručne i naučne radove, preglede, prikaze bolesnika, lijekova i metoda, prethodna naučna i stručna saopštenja, osvrte, pisma uredništvu, prikaze knjiga i druge priloge uz uslov da već nisu u istom obliku objavljeni u drugim časopisima ili knjigama. Rad mora biti napisan na službenim jezicima i pismu u Bosni i Hercegovini (BiH) i na engleskom jeziku. Časopis izlazi dva (2) puta godišnje.

AUTORSKO PRAVO / COPYRIGHT

Evropski Univerzitet Kallos Tuzla, Bosna i Hercegovina. Sva prava su zadržana od strane izdavača. Tekst objavljenih članaka u ovom časopisu može se besplatno koristiti u lične i obrazovne svrhe uz poštovanje autorskih prava autora i izdavača. Časopis i njegovi dijelovi, objavljeni članci ne smiju se koristiti niti reproducirati u komercijalne svrhe bez pismene dozvole izdavača.

IZDAVAČ / PUBLISHER

Evropski univerzitet Kallos Tuzla
Adresa: XVIII hrvatske brigade 8, Tuzla.
Tel.: +387 35 299 091
e-mail: revija@eukallos.edu.ba

ZA IZDAVAČA / FOR PUBLISHER

Nedeljko Stanković

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK / EDITOR - IN - CHIEF

Mithat Tabaković
e-mail: m.tabakovic@eukallos.edu.ba
e-mail: mithat.tabakovic@gmail.com

SEKRETAR / SECRETARY

Adi Rifatbegović
e-mail: adi.rifatbegovic@gmail.com

TEHNIČKI SEKRETAR / TECHNICAL SECRETARY

Amela Ibričić
e-mail: sef.studentskaslužba@eukallos.edu.ba
+387 35 299 091

TEHNIČKI SARADNIK / TECHNICAL ASSOCIATE

Martina Pavić
e-mail: info.tehnologije@eukallos.edu.ba

UREĐIVAČKI ODBOR / EDITOAR BOARD

M. Tabaković, N. Stanković, F. Baraković, A. Rifatbegović, R. Gmajnić, K. Brkić, J. Sadadinović, R. Kubiček, J. H. Halilović, A. Fazlović, B. Mikić, E. Karić, M. Bećarević, Z. Stojanović, E. Osmanović, H. Žigić, G. Popović, H. Osmić, I. Dajić - Hukić, H. Mahmutbegović, R. Softić, M. Dobrić, A. Ibričić.

NAUČNI ODBOR / SCIENTIFIC BOARD

N. Stanković, M. Tabaković, S. Marinković, I. Karabegović, F. Baraković, A. Kubiček, A. Fazlović, N. Kapidžić Bašić, J. Stahov, R. Galić, B. Marjanović, J. Sadadinović, J. H. Halilović, Z. Stojanović, V. Dedić, E. Karić, A. Rahmanović, R. Softić.

SAVJET ČASOPISA / MAGAZINE ADVICE

Wolfgang Rohbachr AT, Habul Aleksios Panagopoulos GR, Zdravko Ebling, HR, Igor Bogorodički RU, Kiril Ševčenko BY, Ahmad Gašmoglu AZ, Danilo Kapaso IT, Ištvan Laslo Gal HU, Džemo Tufekčić BA, Pero Dugić BA, Isak Karabegović BA, Reuf Kapić BA.

LEKTOR - REVIZIJA ENGLSKOG JEZIKA / ENGLISH LANGUAGE REVISION

Mirnes Avdić
e-mail: m_avdic@hotmail.com

ŠTAMPA / PRINT

InScan Tuzla

ISSN 2831-1086 (Print)

ISSN 2831-1094 (Online)

WEB: <https://eukallos.edu.ba/>

DOI - 10.59366/2831-1094

TIRAŽ / CIRCULATION

200 copies

Print and electronic issues of Revija

WEB: Revija za medicinske i tehničke nauke

Časopis je registrovan u Nacionalnoj i univerzitetskoj biblioteci Bosne i Hercegovine, ISSN Centar Bosne i Hercegovine, i Digital Objekt Identifier NUBIH, DOI agencija u BiH, 2023.g.

Vidljivost: Google Scholar, CROSSREF, COBISS Plus, Scilit, ReseachGate, E-CRIS, ISSN i DOI.



SADRŽAJ / CONTENTS

- Professional article
- 1 Swot analysis of telephysiotherapy in Bosnia and Herzegovina**
Swot analiza telefizioterapije u Bosni i Hercegovini
Vedrana Grbavac, Marija Mandić
- Professional article
- 10 Performance Comparison of Different Versions of VMware Workstation Using a Type-2 Hypervisor**
Upoređivanje performansi različitih verzija VMware Workstation korišćenjem hipervizora tip-2
Dimitrije Majkić, Halid Žigić, Aleksandra Kuk, Nenad Kraljević
- Professional article
- 19 Poisoning with paracetamol and ibuprofen in the pediatric population**
Trovanje paracetamolom i ibuprofenom u pedijatrijskoj populaciji
Jasmina Žigić, Nedeljko Stanković
- Professional article
- 25 The Importance of Vehicle Speed Measurement Devices in Traffic Safety and Forensic Applications**
Značaj uređajaza mjerenje brzine vozilau funkciji sigurnosti prometai forenzičke svrhe
Marko Amidžić, Vedran Ročić
- Original scientific article
- 33 Side effects of general anesthetics**
Neželjeni efekti opštih anestetika
Azra Bajrić, Mithat Tabaković
- Review article
- 42 Elderly care in a postmodern environment**
Nega starih ljudi u postmodernom okruženju
Dušan Tojagić
- Professional article
- 50 Dehydrated sludge from communal wastewater treatment plant as biosolid fertilizer**
Dehidrirani mulj iz postrojenja za prečišćavanje gradskih otpadnih voda kao bio čvrsto đubrivo
S. Mičević, S. Buljubašić, E. Arnautović, A. Hodžić, J. Sadadinović, L. Ibrahimović
- Review article
- 59 Design, formulation and production of film coated medicines**
Dizajn, formulacija i izrada film obloženih lijekova
Jasmina Žigić
- 73 Instructions for Authors**
Uputstvo autorima
-



Poštovane kolegice i kolege, dragi čitaoci

Obraćam Vam se kao neko ko radi na Univerzitetu Kallos od njegovog osnivanja, a sada u funkciji gosta urednika ovog broja časopisa “Revija za medicinske i tehničke nauke”. Zadovoljstvo mi je primijetiti da je časopis postigao zadovoljavajuću periodičnost, da je već uključen u neke od naučnih baza. Ono što sve nas koji rade već duži niz godina na Univerzitetu Kallos posebno raduje, jeste da se sa svakim novim brojem nivo časopisa podiže. To je zasluga prvenstveno svih Vas koji ste u našem časopisu prepoznali mogućnost da svoj rad izložite tako da on bude dostupan širokoj kategoriji čitalaca, ali i kolegama koji predano rade na uređivanju časopisa, selektiranju i recenziranju radova. Posebno priznanje treba odati prof. dr Mithatu Tabakoviću glavnom i odgovornom uredniku časopisa, čija energija i ozbiljnost pristupa ovom poslu predstavlja podstrek za sve nas.

Časopis pokriva širok spektar različitih oblasti, počev od medicinskih do tehničkih nauka. Drago nam je što primjećujemo da su teme radova objavljenih u časopisu relevantne i u skladu sa vremenom u kome živimo. Nadamo se i očekujemo da će se nastaviti tendencija pristizanja sve kvalitetnijih radova. Dobro došli su svi da izlože svoje ideje i naučne rezultate, počev od onih koji tek trebaju da stasaju u oblasti kojom se bave, pa do onih koji su već prepoznatljivo ime na našim prostorima i šire. Posebno ohrabrujemo autore da pišu i šalju nam radove na engleskom jeziku jer ćemo time postići da časopis bude dostupan širem stručnom i naučnom auditoriumu, a to će časopisu otvoriti put ka najvećim naučnim bazama podataka.

Neprekidnim jačanjem baze čitalaca i autora, postići ćemo da časopis ostvaruje sve bolju indeksaciju i da se nađe u najpriznatijim naučnim bazama podataka.

Želim Vam da u ovom novom broju, ali u svakom narednom, nađete nešto što će Vas zainteresovati, što će Vam možda pomoći da dogradite postojeće znanje ili će kod Vas pak pobuditi želju da se dublje bavite tematikom izloženoj u nekom od radova koje ste pročitali.

Vaš,

Prof. dr Zvezdan Stojanović, redovni profesor

Swot analysis of telephysiotherapy in Bosnia and Herzegovina

Swot analiza telefizioterapije u Bosni i Hercegovini

DOI: 10.59366/2831-1086.2025.3.6.1

Vedrana Grbavac^{1,2}, Marija Mandić¹

1. Fakultet zdravstvenih studija, Sveučilište u Mostaru

2. Sveučilišna klinička bolnica Mostar, Klinika za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju

Corresponding autor

Email: marija.mandic@fzs.sum.ba

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2798-0710>

Abstract: Telephysiotherapy represents a form of telerehabilitation that enables the provision of physiotherapy services through digital technologies. This mode of rehabilitation reduces geographical and financial barriers and allows patients to access therapy without the need to travel. The COVID-19 pandemic further accelerated the implementation and acceptance of telephysiotherapy. The aim of this paper is to analyse the strengths, weaknesses, opportunities, and threats of telephysiotherapy in Bosnia and Herzegovina (BiH) through a SWOT analysis and to propose guidelines for its integration into the healthcare system. This paper is based on an analysis of available literature and previous research on telerehabilitation, as well as on a SWOT analysis of telephysiotherapy in BiH. The SWOT analysis identified the following key aspects of telephysiotherapy in BiH: strengths (accessibility, flexibility, cost reduction, continuous patient monitoring, digitalisation of healthcare); weaknesses (technological limitations, low digital literacy, limitations in clinical assessment, lack of trust, insufficient regulation); opportunities (market development, technological innovation, international support, education and awareness, post-pandemic trends); threats (lack of financial resources, competition, technological issues, regulatory barriers, user scepticism). Telephysiotherapy has significant potential to improve rehabilitation services in BiH; however, its full implementation requires adaptation of legislation, improvement of technological infrastructure, education of patients and physiotherapists, and ensuring financial sustainability. Intersectoral cooperation is recommended to ensure the long-term development of telephysiotherapy.

Keywords: telerehabilitation, physiotherapy, digital health, Bosnia and Herzegovina

Sažetak: Telefizioterapija predstavlja oblik telerehabilitacije koji omogućava pružanje fizioterapijskih usluga putem digitalnih tehnologija. Ovaj oblik rehabilitacije smanjuje geografske i finansijske barijere te omogućava pacijentima pristup terapijama bez potrebe za putovanjem. Pandemija COVID-19 dodatno je ubrzala implementaciju i prihvatanje telefizioterapije. Cilj ovog rada je analizirati prednosti, nedostatke, prilike i prijetnje telefizioterapije u Bosni i Hercegovini (BiH) putem SWOT analize te predložiti smjernice za njenu integraciju u zdravstveni sustav.

Rad se temelji na analizi dostupne literature i prethodnih istraživanja o telerehabilitaciji, kao i na SWOT analizi telefizioterapije u BiH. SWOT analiza je identificirala sljedeće ključne aspekte telefizioterapije u BiH: snage (pristupačnost, fleksibilnost, smanjenje troškova, kontinuirani nadzor pacijenata, digitalizacija zdravstva); slabosti (tehnološka ograničenja, niska digitalna pismenost, ograničenja u kliničkoj procjeni, manjak povjerenja, nedovoljna regulative); prilike (razvoj tržišta, tehnološke inovacije, međunarodna podrška, edukacija i svijest, postpandemijski trendovi); prijetnje (nedostatak finansijskih sredstava, konkurencija, tehnološki problemi, regulativne prepreke, skepticizam korisnika). Telefizioterapija ima značajan potencijal za unapređenje rehabilitacijskih usluga u BiH, no njena potpuna implementacija zahtijeva prilagodbu zakonodavstva, unapređenje tehnološke infrastrukture, edukaciju pacijenata i fizioterapeuta te osiguranje finansijske održivosti. Preporučuje se međusektorska suradnja kako bi se osigurao dugoročni razvoj telefizioterapije.

Ključne riječi: telerehabilitacija, fizioterapija, digitalno zdravstvo, Bosna i Hercegovina

Uvod / Introduction

Rehabilitacija je složen proces koji se definira kao ponovno osposobljavanje osobe za svakodnevne aktivnosti, profesionalni život te emocionalnu i socijalnu stabilnost. (1) Telefizioterapija pomaže poboljšati pristup zdravstvenim uslugama. (2) Učinkovitost platformi telefizioterapije dokazana je u nekoliko medicinskih stanja u različitim dijelovima svijeta. (3) Fizioterapeuti i pacijenti rijetko koriste digitalne zdravstvene tehnologije, ali su izrazili spremnost da razmotre njihovu upotrebu za odabrane funkcije. (4)

Sve veće znanje, samopouzdanje i sposobnost rješavanja problema s preprekama omogućili su fizioterapeutima da napreduju u svome radu, kako je pandemija COVID-19 napredovala. (5) Telefizioetarijska procjena može biti održiva alternativa procjeni licem u lice za pacijente koji će vjerojatno imati koristi od pristupačnosti i pogodnosti daljinskog pristupa. (6) Telefizioterapija pomaže poboljšati pristup zdravstvenim uslugama. (7)

Prednosti digitalnog zdravstva uključuju jednostavnost pristupa, lakše praćenje simptoma i povećanu samoučinkovitost pacijenata. Prepreke su uključivale nedostatak digitalnih vještina, loš pristup internetu, nedostatak pristupa tehnologiji i nedostatak osobnog kontakta. (8) Među prednostima telerehabilitacije su smanjenje barijera kao što su udaljenost pacijenta od zdravstvenih ustanova, fizička ograničenja, nedostatak fizioterapeuta na određenim područjima te poteškoće u prijevozu do ustanove za fizioterapiju. (9) Još jedan nedostatak odnosi se i na ograničenu fleksibilnost u korištenju različitih medicinskih uređaja koji odgovaraju različitim potrebama pacijenata.

Kod osoba s težim ograničenjima postoji prepreka u prilagodbi tehnologije koja bi im omogućila sudjelovanje u telerehabilitaciji. Navedeno kod pacijenata stvara dozu skepticizma, ali i straha od pojave noviteta i uvođenja promjena. (10) Nadalje, pacijent se može susresti s preprekama u opremi, uključujući nedostatak utega, traka i medicinskih lopti koje su dostupne u kliničkim prostorima, a to može ograničiti količinu terapijskih vježbi dostupnih pacijentu. S obzirom na navedene prepreke, navodi se kako bi se telerehabilitacija mogla koristiti kao dodatna terapija uz individualne terapije uživo prilikom početne procjene i povremene naknadne preglede. (9)

Cilj rada / Objective of the paper

Cilj ovog rada je analizirati prednosti, nedostatke, prilike i prijetnje telefizioterapije u BiH putem SWOT analize te predložiti smjernice za njenu integraciju u zdravstveni sustav.

U skladu s ciljem, pretpostavljene su sljedeće hipoteze: Glavna hipoteza: Telefizioterapija u Bosni i Hercegovini može unaprijediti dostupnost i kvalitetu fizioterapijskih usluga, ali njezina puna integracija u zdravstveni sustav ovisi o prevladavanju tehnoloških, regulatornih i edukacijskih prepreka. Dodatna hipoteza: Analiza snaga, slabosti, prilika i prijetnji (SWOT) može poslužiti kao strateški okvir za razvoj održivog modela telefizioterapije u Bosni i Hercegovini.

Metode / Methods

Rad se temelji na analizi dostupne literature i prethodnih istraživanja o telerehabilitaciji, kao i na SWOT analizi telefizioterapije u BiH.

Rezultati / Results

Prema dostupnoj literaturi predstavljena je SWOT analiza primjene telefizioterapije, koja uključuje elaboraciju najvažnijih kategorija snaga, slabosti, prilika i prijetnji telefizioterapije (Tabela 1).

Tabela 1. SWOT analiza telefizioterapije u BiH

Snage	Prilike
Pristupačnost	Razvoj tržišta
Fleksibilnost	Tehnološke inovacije
Smanjenje troškova	Međunarodna podrška
Kontinuirani nadzor	Edukacija i svijest
Digitalizacija zdravstva	Postpandemijski trendovi
Slabosti	Prijetnje
Tehnološka ograničenja	Nedostatak finansijskih sredstava
Niska digitalna pismenost	Konkurencija
Ograničenja u procjeni	Tehnološki problemi
Manjak povjerenja	Regulativne prepreke
Nedovoljna regulativa	Skepticizam korisnika

Snage / Strengths

1. **Pristupačnost:** Telefizioterapija omogućuje pacijentima, posebno onima u ruralnim ili udaljenim područjima, da dobiju potrebnu terapiju bez putovanja.
2. **Fleksibilnost:** Pacijenti mogu zakazivati termine prema svojim obavezama, čime se povećava dostupnost usluga.
3. **Smanjenje troškova:** Pacijenti i terapeuti smanjuju troškove povezane s putovanjem i fizičkom prisutnošću u zdravstvenim ustanovama.
4. **Kontinuirani nadzor:** Fizioterapeuti mogu redovito pratiti napredak pacijenata putem digitalnih alata i prilagoditi terapiju u skladu s tim.
5. **Digitalizacija zdravstva:** Telefizioterapija doprinosi modernizaciji zdravstvenog sustava u BiH, što je u skladu s globalnim trendovima digitalizacije.

Individualizirano propisivanje i izvođenje prakse digitalne fizikalne terapije omogućuje pacijentima s mišićno-koštanom boli učinkovitu fizikalnu njegu. (11) Prema dosadašnjim analizama, Pak SS i sur. (2023) naglašavaju da se potencijal putova digitalne skrbi i fizioterapije kako bi se smanjio trenutni teret na sustav, uzimajući u obzir sposobnost stabilnosti, održivosti i učinkovitosti fizioterapije. (12) Telefonske intervencije pokazale su značajno smanjenje boli uzrokovane različitim mišićno-koštanim problemima, te se smatra izvedivom i učinkovitom opcijom liječenja za pacijente koji žive u ruralnim područjima. (3)

Kućna telerehabilitacija temeljena na video materijalima ima potencijal zadovoljiti sve veću potrebu za telefizioterapijom u okruženjima s ograničenim resursima, (13) kao i nadzirane vježbe otpora temeljene na video konferencijama koje su pokazale mnoge pozitivne učinke. (14)

Slabosti / Weaknesses

1. Tehnološka ograničenja: Mnogi pacijenti, osobito u ruralnim područjima, nemaju pouzdanu internetsku vezu ili odgovarajuću tehnologiju.
2. Niska digitalna pismenost: Stariji pacijenti i oni s manjim tehničkim znanjem često imaju poteškoća u korištenju potrebnih alata.
3. Ograničenja u procjeni: Fizioterapeuti ne mogu provesti fizičku procjenu pacijenata, palpacije i testiranja mišićne snage, što može utjecati na kvalitetu procjene i terapije.
4. Manjak povjerenja: Neki pacijenti i terapeuti mogu biti skeptični prema učinkovitosti telefizioterapije u usporedbi s tradicionalnim metodama.
5. Nedovoljna regulativa: Nedostatak jasnih smjernica i standarda za pružanje telefizioterapije može otežati njenu implementaciju u okviru zdravstvenog sustava BiH.

Odole AC. i sur. (2020) navode da neadekvatna infrastruktura, internetske prijevare, nadriliječništvo, nedostatak povjerljivosti mogli bi ograničiti korištenje telefizioterapije. Potrebna su ulaganja u kritičnu infrastrukturu kako bi se njezin potencijal pretvorio u vjerodostojan izvor fizioterapeutskih usluga. (15) Uz početni nedostatak znanja, ispitanici su opisali nekoliko temeljnih čimbenika koji su utjecali na tretman njihove djece kroz digitalnu praksu.

To uključuje nedostatak fizičkog kontakta, kao i nedostatak obuke i vještina potrebnih za razvoj terapije, osjećaj da nemaju potrebno znanje i resurse, oni sami moraju obavljati posao fizioterapeuta bez obuke ili iskustva. (16)

Prepoznat je problem ograničenja, npr. zabrinutost zbog nepravilnog izvođenja vježbi, problem u komunikaciji s fizioterapeutom, tehnički problem i povrede privatnosti. (17)

Prilike / Opportunities

1. Razvoj tržišta: Rastuća potražnja za telemedicinom i rehabilitacijskim uslugama na daljinu otvara prilike za širenje telefizioterapije.
2. Tehnološke inovacije: Uvođenje naprednih digitalnih alata, poput virtualne stvarnosti i nosivih uređaja, može značajno poboljšati kvalitetu usluga.
3. Međunarodna podrška: Financiranje i projekti od strane EU i drugih međunarodnih organizacija mogu pomoći u razvoju infrastrukture i edukaciji za telefizioterapiju.
4. Edukacija i svijest: Organizacija edukativnih kampanja može povećati svijest o prednostima telefizioterapije i motivirati pacijente da je prihvate.
5. Postpandemijski trendovi: Iskustvo s pandemijom Covid-19 potaknulo je prihvaćanje telemedicine, čime se stvara povoljan kontekst za telefizioterapiju.

Prema Satnhope J. I sur. (2020), financiranje telezdravstva trebalo bi se nastaviti i trebalo bi uključivati pružanje telefizioterapije.

Postoji nekoliko slučajeva u kojima telefizioterapija može biti prikladan oblik primarne skrbi, uključujući rano liječenje akutne boli, koja inače može postati kronična.

Proširenjem dostupnosti telefizioterapije možemo poboljšati zdravlje stanovništva općenito, a posebno bolje služiti udaljenim ili na drugi način izoliranim osobama. (18) Ispitanici koji pripadaju generacijama digitalnih urođenika trebali bi biti upoznati s tehnologijom, a to bi moglo objasniti višu razinu svijesti o telerehabilitaciji te dobne skupine. (19) Također, istražuju se dizajn i razvoj integrirane platforme koja podržava sinkronu i asinkronu fizioterapijsku suradnju između različitih korisnika, automatizirano ocjenjivanje fizioterapijskih vježbi, elektroničko snimanje za pridržavanje fizioterapije od strane pacijenata i pružanje motivacije pacijentima za izvođenje fizioterapijskih vježbi. (20)

Prijetnje / Threats

1. Nedostatak finansijskih sredstava: Ograničeni budžeti zdravstvenih ustanova i niska platežna moć stanovništva mogu otežati ulaganje u tehnologiju i infrastrukturu.
2. Konkurencija: Sve veći broj pružatelja sličnih usluga, uključujući globalne platforme, može otežati pozicioniranje lokalnih fizioterapeuta.
3. Tehnološki problemi: Problemi s internetskom povezanošću ili softverom mogu ometati terapijske sesije i smanjiti zadovoljstvo korisnika.
4. Regulativne prepreke: Nedostatak zakonskog okvira za telemedicinske usluge može ograničiti pružanje telefizioterapije na lokalnoj i državnoj razini.

5. Skepticizam korisnika: Dio pacijenata može preferirati tradicionalnu fizioterapiju zbog osobnog kontakta i osjećaja veće sigurnosti.

Usvojene su različite strategije za provedbu telezdravstva. Al-Alawy M. I sur. (2023) navode da postoji potreba da se ide dalje od zakonodavstva i regulative kako bi se ojačala učinkovitost zdravstvenog sustava i osigurao budući uspjeh telezdravstvenih usluga.

Donositelji odluka u zdravstvenom sustavu trebali bi surađivati s dionicima zdravstvenog sustava na izradi strategije i planiranju telezdravstvenih usluga jer će to imati implikacije na buduće pružanje zdravstvenih usluga i zdravstveni sustav. (21)

Rasprava / Discussion

Predstavljene su smjernice za integraciju telefizioterapije u zdravstveni sustav, koje su sastavljene na temelju prikazanih prednosti i nedostataka u dosadašnjim istraživanjima. Obuhvaćaju sva rješenja za slabosti i prijetnje integracije telefizioterapije u Bosni i Hercegovini, ali prezentiraju, također, njezine jakosti i prilike.

Prilagodba zakonodavstva i regulativa te uključanje u sustav zdravstvenog osiguranja / Adaptation of legislation and regulations and inclusion in the health insurance system

Prilagodba zakonodavstva ključna je za integraciju telefizioterapije u zdravstveni sustav, uključujući izradu zakona, definiranje tehničkih standarda i licenciranje fizioterapeuta.

Regulacija privatnih pružatelja osigurava kvalitetu, a uključivanje u zdravstveno osiguranje omogućava pristupačnost i održivost. Potrebno je uvrstiti terapiju na popis osigurateljskih usluga i dogovoriti cijene.

Pilot projekti omogućuju evaluaciju učinkovitosti, što je temelj za daljnju integraciju. Ovo bi bio korak prema modernizaciji zdravstva u BiH.

Unapređenje tehnološke infrastrukture / Improvement of technological infrastructure

Unapređenje tehnološke infrastrukture ključno je za primjenu telefizioterapije. To uključuje širenje brzog interneta u ruralnim područjima uz pomoć fondova, subvencioniranje opreme za pacijente i terapeute, te razvoj sigurnih platformi sa zaštitom podataka. Platforme bi trebale omogućiti video materijale, konzultacije putem poruka i poziva, te praćenje napretka terapije. Telezdravstvo poboljšava dostupnost usluga i rasterećuje zdravstveni sustav.

Edukacija i svijest / Education and awareness

Edukacija i svijest ključni su za prihvatanje telefizioterapije. Obuke i certifikacijski programi za fizioterapeute omogućit će im pružanje terapija na daljinu, dok kampanje podižu svijest među pacijentima. Edukacija o digitalnoj pismenosti, osobito za starije i ranjive skupine, osigurat će dostupnost tehnologije. Kombinacija telefizioterapije i konvencionalne fizioterapije omogućit će testiranja i manualne terapije. Kampanje će pokazati sigurnost telefizioterapije i otkloniti skepticizam kod pacijenata.

Međusektorska suradnja / Intersectoral cooperation

Međusektorska suradnja od presudne je važnosti za uspješan razvoj telefizioterapije. Partnerstvo s osiguravateljima, poput fondova zdravstvenog osiguranja (npr. FZZO u

Federaciji BiH i FZO RS), omogućit će stvaranje prilagođenih politika za financiranje telefizioterapije, čime će se osigurati održivost i dostupnost ove usluge. Suradnja s međunarodnim organizacijama, poput Svjetske zdravstvene organizacije (WHO) i EU fondova, može pružiti dragocjena sredstva i savjete za implementaciju, kao i omogućiti pristup naprednim tehnologijama i iskustvima drugih zemalja.

Nevladine organizacije mogu dodatno podržati razvoj kroz projekte usmjerene na digitalizaciju i unaprjeđenje zdravstva.

Monitoring i evaluacija / Monitoring and evaluation

Praćenje učinkovitosti telefizioterapije ključno je za osiguranje kvalitete. Uvođenjem sustava evaluacije temeljenog na povratnim informacijama pacijenata i terapeuta, moguće je pratiti rezultate i prepoznati područja za poboljšanje. Prilagodba zakonskog i tehnološkog okvira omogućit će usklađivanje s novim izazovima. Redovito izvješćavanje javnosti o rezultatima i uspjesima povećat će povjerenje i motivaciju pacijenata za korištenje telefizioterapije.

Ove mjere omogućit će integraciju telefizioterapije u zdravstveni sustav i sustav osiguranja, uz povećanje pristupačnosti, kvalitete usluga i povjerenja korisnika u Bosni i Hercegovini.

Zaključak / Conclusion

Ova SWOT analiza naglašava potencijal telefizioterapije u BiH, ali ukazuje i na ključne izazove koji zahtijevaju strateški pristup razvoju ovog oblika zdravstvene zaštite.

Analiza potvrđuje postavljene hipoteze iz kojih nastaju zaključci da telefizioterapija u Bosni i Hercegovini može unaprijediti dostupnost i kvalitetu fizioterapijskih usluga, ali njezina potpuna integracija u zdravstveni sustav ovisi o prevladavanju tehnoloških, regulatornih i edukacijskih prepreka te da se analiza snaga, slabost, prilika, prijetnji (SWOT) može poslužiti kao strateški okvir za razvoj održivog modela telefizioterapije u Bosni i Hercegovini.

Usklađivanje telefizioterapije sa zdravstvenim sustavom i zdravstvenim osiguranjem u Bosni i Hercegovini zahtijeva holistički pristup koji uključuje prilagodbu zakonodavnog okvira, osiguravanje financijske podrške te edukaciju pacijenata i pružatelja usluga.

Literatura / References

1. Grazio S. Prijedlog užih specijalizacija iz fizikalne medicine i rehabilitacije. *Fizikalna i rehabilitacijska medicina*. 2019; 33 (1-2): 15-16.
2. Adhikari SP, Shrestha P, Dev R. Feasibility and Effectiveness of Telephone-Based Telephysiotherapy for Treatment of Pain in Low-Resource Setting: A Retrospective Pre-Post Design. *Pain Res Manag*. 2020; 2741278. doi: 10.1155/2020/2741278.
3. Odole AC, Odunaiya NA, Ojo OD, Afolabi K. Tele-physiotherapy in Nigeria: Perceived Challenges by Physiotherapists to Its Implementation. *International Journal of Telemedicine and Clinical Practices*. 2018; 1 (2): 186.
4. Merolli M, Gray K, Choo D, Laawfard BJ, Hinman RS. Use, and Acceptability, of Digital Health Technologies in Musculoskeletal Physical
5. Therapy: A Survey of Physical Therapists and Patients. *Musculoskeletal Care*. 2022; 20 (3): 641-659.
6. Haines KJ, Sawyer A, McKinnon C, Donovan A, Michael C, Cimoli C, et al. Barriers and Enablers to Telehealth Use by Physiotherapists During the COVID-19 Pandemic. *Physiotherapy*. 2023; 118: 12-19.
7. Bernhardsson S, Larsson A, Bergenheim A, Ho-Henriksson CM, Ekhammar A, Lange E, et al. Digital Physiotherapy Assessment vs Conventional Face-to-face Physiotherapy Assessment of Patients with Musculoskeletal Disorders: A Systematic Review. *PLoS One*. 2023; 21 (18): e0283013.
8. Odole AC, Afolabi KO, Ushie BA, Odunaiya NA. Views of Physiotherapists from a Low Resource Setting about Physiotherapy at a Distance: A Qualitative Study. *Eur J Physiother*. 2016; 20 (1):1-6.
9. Grata-Borkowska UT, Bujnowska-Fedak M, Drobnik J. Attitude, Knowledge and Application of Telemedicine Technology at Work of the Physicians and Physiotherapists – Preliminary Report. *Fam Med Prim Care Rev*. 2015; 17 (2): 103-106.
10. Fiani B, Siddiqi I, Lee SC, Dhillon L. Telerehabilitation: Development, Application, and Need for Increased Usage in the COVID-19 Era for Patients with Spinal Pathology. *Cureus*. 2020 Sep 21; 12 (9): e10563. doi:10.7759/cureus.10563.
11. Peretti A, Amenta F, Tayebati SK, Nittari G, Mahdi SS. Telerehabilitation: Review of the State-of-the-Art and Areas of Application. *JMIR Rehabil Assist Technol*. 2017 Jul 21; 4 (2): e7. doi:10.2196/rehab.7511
12. Peterson S. Digital Physical Therapy Practice and Payment During the COVID-19 Pandemic: A Case Series. *Physiother Theory Pract*. 2023; 39 (2): 469-478.

13. Pak SS, Janela D, Freitas N, Costa F, Moulder R, Molinos M, et al. Comparing Digital to Conventional Physical Therapy for Chronic Shoulder Pain: Randomized Controlled Trial. *J Med Internet Res.* 2023; 25: e49236. doi:10.2196/49236.
14. Odetunde MO, Binuyo OT, Maruf FA, Ayenowowon SO, Okonji AM, Odetunde NA, et al. Development and Feasibility Testing of Video Home Based Telerehabilitation for Stroke Survivors in Resource Limited Settings. *Int J Telerehabil.* 2020; 12 (2): 125-136.
15. Hong J, Kim J, Kim SW, Kong HJ. Effects of Home-based Tele-exercise on Sarcopenia Among Community-dwelling Elderly Adults: Body Composition and Functional Fitness. *Exp Gerontol.* 2017; 87 (A): 33-39.
16. Odole AC, Afolabi KO, Ushie BA, Odunaiya NA. Views of Physiotherapists from a Low Resource Setting About Physiotherapy at a Distance: A Qualitative Study. *Eur J Physiother.* 2020; 22 (1): 14–19.
17. Portillo-Aceituno A, Calderón-Bernal A, Pérez-Corrales J, Fernández-de-las-Peñas C, Palacios-Ceña D, Güeita-Rodríguez J. The Impact of Digital Physical Therapy During COVID-19 Lockdown in Children with Developmental Disorders: A Qualitative Study. *Braz J Phys Ther.* 2022; 26 (5): 100445. doi: 10.1016/j.bjpt.2022.100445.
18. Kholood MS, Arwa NA, Raghad AA, Lamia NA, Wejdan HB. Perceptions and Understanding of Tele-physiotherapy: A Cross-sectional Study in Saudi Arabia. *Technology and Disability.* 2022; 34 (2): 1-12.
19. Stanhope J, Weinstein P. Learning from COVID-19 to Improve Access to Physiotherapy. *Aust J Prim Health.* 2020; 26 (4): 271-272.
20. Mbada CE, Baderinwa TA, Sanuade CT, Adekola BA, Fatoye C, Maikudi L, Fatoye F. Awareness, Attitude and Expectations of Physiotherapy Students on Telerehabilitation. *Medical Science Educator.* 2021; 31 (2): 627-636.
21. Fook VFS, Hao SZ, Wai AAP, Jayachandran M, Biswas J, Yee LS, Yap P. Innovative Platform for Tele-physiotherapy. Conference: e-health Networking, Applications and Services. 2008; doi:10.1109/HEALTH.2008.4600111
22. Al-Alawy K, Moonesar IA. Perspective: Telehealth - Beyond Legislation and Regulation. *SAGE Open Med.* 2023; doi:10.1177/20503121221143223.

Performance Comparison of Different Versions of VMware Workstation Using a Type-2 Hypervisor

Upoređivanje performansi različitih verzija VMware Workstation korišćenjem hipervizora tip-2

DOI: 10.59366/2831-1086.2025.3.6.10

Dimitrije Majkić¹, Halid Žigić², Aleksandra Kuk³, Nenad Kraljević¹

1. Akademija tehničko-umetničkih strukovnih studija, Beograd, Srbija,

2. Evropski univerzitet, Brčko distrikt, Bosna i Hercegovina,

3. Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica, Srbija

Corresponding autor

Email: dimitrijem@viser.edu.rs

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6253-6281>

Abstract: This paper focuses on comparing the performance of different versions of the VMware Workstation Type-2 hypervisor, specifically versions 15.5.7, 16.1.1, and 17.0.0. The performance of these hypervisor versions was evaluated based on the results obtained through a testing procedure involving various file systems, as well as three standard analyses summarizing essential system information. The testing procedure for all hypervisors was conducted under identical conditions. The Filebench benchmarking tool was used, ensuring uniformity and independence from hardware or system-specific influences. Ubuntu 22.04.3, a Linux distribution, was selected as the guest operating system. One virtual machine was created on each VMware Workstation version, with Ubuntu 22.04.3 installed as the guest OS. Measurements were performed independently on each virtual machine using the Filebench tool.

Keywords: VMware Workstation; virtual machine; Ubuntu; Filebench; performance; hypervisor

Sažetak: Ovaj rad se fokusira na upoređivanju performansi različitih verzija VMware Workstation hipervizora tip-2, uzimajući u obzir verzije 15.5.7, 16.1.1 i 17.0.0. Performanse navedenih verzija ovog hipervizora su evaluirane na osnovu rezultata dobijenih primenom procedure testiranja performansi različitih fajl sistema sa jedne strane i tri standardne analize koje rezimiraju osnovne informacije, sa druge. Procedura testiranja za sve hipervizore je urađena pod istim uslovima. Korišćen je Filebench benchmark alat, koji garantuje jednakost i nezavisnost od uticaja hardvera ili sistemskih karakteristika. Kao gostujući operativni sistem, izabran je Ubuntu 22.04.3, Linux distribucije. Kreirana je po jedna virtuelna mašina na svakoj od verzija VMware Workstation, na kojoj je instaliran Ubuntu 22.04.3 kao gost operativni sistem. Merenja su vršena nezavisno, na svakoj od virtuelnih mašina, uz pomoć Filebench alata.

Ključne reči: VMware Workstation; virtuelna mašina; Ubuntu; Filebench, performanse, hipervizor

Uvod / Introduction

Pod pojmom virtuelizacija u računarstvu podrazumeva se apstraktno predstavljanje pojedinih funkcionalnosti i resursa. Za korisnika nema razlike između stvarnog i virtuelnog okruženja, ali stvarne vrednosti i aktivnosti u virtuelnoj izvedbi razlikuju se od onih prikazanih korisniku. Načini na koje se ostvaruje virtuelizacija operativnih sistema mogu uključivati emulaciju celokupnog potrebnog hardvera, zatim nepotpune odnosno delimične virtualizacije i paravirtualizaciju. Virtuelizacija pruža velike prednosti, kao što je smanjenje troškova hardvera, potrošnje energije, dodatne opreme, bezbednosti, tolerancije grešaka i lakoća administracije. Na ovaj način se povećava dostupnost i jednostavnost upravljanja sistemom.

Takođe se može reći da je virtuelizacija ulazi u domen “zelene tehnologija” jer doprinosi očuvanju životne sredine. Virtuelizacija podrazumeva različite vrste virtuelizacije kao što su: virtuelizacija mreže, virtuelizacija desktopa, virtuelizacija podataka, virtuelizacija operativnog sistema (OS), virtuelizacija servera. Uz pomoć virtuelizacije, u mogućnosti smo da kreiramo nekoliko različitih simuliranih okruženja ili namenskih resursa iz jednog fizičkog hardverskog sistema. Softver, koji se naziva hipervizor, nam omogućava da to uradimo, odnosno povezuje se direktno na isti hardver i omogućava nam da podelimo jedan sistem na nekoliko odvojenih, različitih i bezbednih okruženja poznatih kao virtuelne mašine. Sam hipervizor može biti tip-1 ili tip-2. Hipervizor tip-1 se izvršava direktno na hardveru (nativni hipervizor), dok se hipervizor tip- 2 izvršava unutar OS (hostovani hipervizor).

U ovom radu virtuelizacija se vrši pomoću platforme VMware Workstation koji je jedan od predstavnika hipervizora tip-2.

Na računaru na kom se vrši testiranje je instaliran operativni sistem Windows 11 Pro, a zatim instalirana ova platforma koji omogućava korisniku da pokreće različite gostujuće OS u svom okruženju.



Slika 1. Puna virtuelizacija

VMware Workstation koristi punu virtuelizaciju (slika 1), koja podrazumeva simulaciju celokupnog hardvera, tako da se gostujući OS može instalirati i pokrenuti bez ikakvih promena. Ovaj tip virtuelizacije je najelegantniji i najjednostavniji za korišćenje, ali performanse mogu biti nešto lošije od željenih. Rešenje ovog problema je korišćenje specijalnih karakteristika procesora kao što su AMD-V i Intel VT.

Povezan rad i cilj istraživanja / Related work and research objective

Danas se virtuelne platforme često ažuriraju kako bi se iskoristile prednosti najnovijeg hardvera i tehnologije. Rad će pokazati razliku i poboljšanja kroz različite verzije softvera kao što je u našem slučaju testirani VMware Workstation. Glavni fokus ovog rada je da pokaže razliku u performansama različitih verzija istog softvera za virtuelizaciju, tačnije hipervizora.

U naučnim krugovima iz ove oblasti postoji određen broj radova koji koriste različite benčmark pristupe za procenu performansi različitog virtuelnog okruženja.

Uobičajeni pristup je poređenje performansi različitih hipervizora kao što su: ESXi, Xen, ProxMox, KVM i MS Hyper-V. Radovi su zasnovani na kvalitetnim eksperimentalnim studijama slučaja, korišćenjem različitih benčmarka kao što su ATTO, AS SSD, HD Tune Pro, Filebench i drugi. Većina njih ne koristi matematičko modeliranje virtuelnog okruženja. Parametri njihovih benčmarka uključuju nasumične i sekvencijalne performanse, ali ovi benčmarci su skoro svi sintetički. U našem testiranju je korišćen Filebench benčmark, opcija otvorenog koda.

On se razlikuje od konkurencije po tome što je prilagodljiv, jak i neverovatno fleksibilan i omogućava detaljnu specifikaciju ponašanja bilo koje stvarne aplikacije koristeći svoj bogati WML (*Workload Model Language*). Glavni doprinos ovog rada je matematički model performansi sistema datoteka u virtuelnom okruženju. Ovaj model uključuje veliki broj ulaznih faktora, a model je otvoren za naredna poboljšanja. Sličan matematički model je moguće naći u većini naših referenci.

Od drugih radova se razlikujemo po našoj metodologiji, koja uključuje matematički model, pravi eksperiment kao posebnu studiju slučaja i upotrebu modela za interpretaciju rezultata. (1-5)

Kao što je pomenuto, za rad je izabran hipervizor VMware Workstation, dok su izabrane verzije 15.5.7, 16.1.1 i 17.0.0. Specifične verzije su izabrane zato što su to moderne verzije VMware Workstation koje funkcionišu kao tehnologija virtuelizacije hardvera.

Prednost ovog rada je validacija i poređenje istog softvera u nekoliko različitih verzija (tri verzije), koje koriste hardverski podržanu tehnologiju virtuelizacije. Sve tri verzije hipervizora su testirane pod identičnim uslovima. Kao gostujući operativni sistem izabran je Ubuntu 22.04.3 Linux distribucije, dok je za potrebe testiranja korišćen alat Filebench, benčmark program sa četiri različita radna opterećenja (fileserver, webserver, varmail i randomfileaccess). Sam test je praćen matematičkim modelom za validaciju dobijenih rezultata. Što se sistema datoteka tiče, za Ubuntu 22.04.3 su korišćeni: ext4, btrfs i xfs fajl sistemi. (6-8)

VMware Workstation

Kompanija VMware® je osnovana 1998. godine u Kaliforniji, SAD, od strane inženjera: Diane Greene, Mendel Rosenblum, Scott Devine, Edward Wang i Edouard Bugnion. Njihov cilj bio je razvijanje softverskih rešenja koja omogućavaju serversku virtualizaciju.

Kompanija je lansirala VMware Workstation 1.0, prvi proizvod koji je omogućavao virtualizaciju računara arhitekture x86. To je bio prekretnički trenutak jer je omogućavao korisnicima da pokreću više operativnih sistema na jednom fizičkom računaru. 2001 godine lansiran je VMware ESX Server, koji se smatra prvim hipervizorom za serversko okruženje. Ovo je značajno unapredilo mogućnosti virtualizacije na serverskom nivou. VMware je postao lider u oblasti virtualizacije i širio je svoj portfolio proizvoda. Dodao je rešenja za upravljanje radnim opterećenjima u oblaku, virtualnu mrežnu infrastrukturu i sigurnosne proizvode.

Fokus kompanije proširuje se na cloud tehnologije. VMware pruža rešenja za hibridne cloud infrastrukture, omogućavajući korisnicima da integrišu privatne i javne cloud resurse. 2016. godine Dell Technologies je kupio EMC, uključujući i VMware, čime je VMware postao ključna komponenta Dell Technologies porodice.

VMware se tokom 2019. godine dalje razvijao u oblasti kontejnera i mikro servisa lansiranjem VMware Tanzu, fokusirajući se na podršku Kubernetes ekosistemu.

VMware Cloud Foundation tokom 2020. godine postaje ključno rešenje za izgradnju i upravljanje cloud infrastrukturom, koje ima mogućnost integracije sa vodećim cloud provajderima.

VMware Workstation je besplatna verzija produkta VMware Workstation Player koja omogućava korisnicima da virtualizuju operativne sisteme na svojim računarima. VMware Workstation je kao takav dostupan za preuzimanje i korišćenje.

VMware Workstation omogućava korisnicima da pokreću više operativnih sistema na jednom fizičkom računaru. To je korisno za testiranje aplikacija, razvoj softvera ili jednostavno istraživanje različitih operativnih sistema.

VMware Workstation podržava različite vrste operativnih sistema, uključujući Windows, Linux, macOS i druge. Interfejs ove platforme je intuitivan i jednostavan za korišćenje. Omogućava korisnicima da kreiraju, pokreću i zaustavljaju virtualne mašine sa relativnom lakoćom. Takođe podržava kreiranje snimaka (snapshot-ova) virtualnih mašina. Ova funkcionalnost omogućava korisnicima da sačuvaju trenutno stanje virtualne mašine i da se lako vrate na to stanje kasnije. VMware Workstation dolazi sa VMware Tools, skupom drajvera i alata koji poboljšavaju integraciju između host sistema i virtualnog sistema.

Ovo uključuje bolje upravljanje ekranom, zvukom, i drugim sistemskim resursima. Iako pruža mnoge mogućnosti virtualizacije, VMware Workstation ima neka ograničenja u poređenju sa verzijom koja se naplaćuje. (9)

Hipoteze o očekivanom ponašanju / Hypotheses about expected behavior

Pošto koristimo hipervizor tip-2, koji radi na instaliranom operativnom sistemu, možemo primetiti da svako radno opterećenje proizvodi tipične nasumične i sekvencijalne komponente vremena čitanja, kao i nasumične i sekvencijalne komponente vremena upisa podataka, što se može videti u jednačini (1):

$$T_{WL} = T_{RR} + T_{SR} + T_{RW} + T_{SW} \quad (1)$$

Svako radno opterećenje uključuje različite operacije kao što su: directory, journaling, metadata, free block, free list, metadata i housekeeping operacije, što je moguće videti u jednačini (2):

$$T_{\text{WORKLOAD}} = T_D + T_J + T_M + T_{FB} + T_{FL} + T_{HK} \quad (2)$$

U virtuelnom okruženju, možemo reći da postoji najmanje pet komponenti koje utiču na vreme opterećenja (T_w), što se i vidi u jednačini (3):

$$T_w = f(Bn, gtFS, VirHw-pr, Hyp-pr, htFS) \quad (3)$$

- Prva komponenta, benčmark (Bn) i druga komponenta gtFS (gostujući fajl sistem) su iste za svaku testiranu verziju VMware Workstation. Testiranje se vršilo sa tri različita Linux fajl sistema odvojeno i nezavisno. Studija slučaja ispituje efekte nekoliko faktora, uključujući gostujući operativni sistem i referentne vrednosti na T_w . Pošto koristimo isti benčmark, prilikom testiranja svakog od fajl sistema virtuelne mašine i sistema datoteka (ext4, btrfs i xfs) kao gost, očekujemo da će efekti na T_w biti isti za svaku testiranu verziju VMware Workstation platforme. Na osnovu toga vidimo da će glavne razlike u verzijama VMware Workstation biti zabeležene zbog 3. i 4. komponente formule. (3)
- Treća komponenta formule (3) je obrada virtuelnog hardvera (VirHw-pr). Svaka testirana verzija VMware Workstation hipervizora se oslanja na sopstvenu punu virtuelizaciju hardvera, što znači da će performanse svake verzije biti različite.
- Četvrta komponenta je obrada hipervizora (Hyp-pr) i predstavlja količinu vremena koja je potrebna hipervizoru da primi zahteve od virtuelnog hardvera i zatim ih prosledi drajverima hosta. FS zahtevi od gosta (gtFS) se prosleđuju hostu FS (htFS).

Sve testirane verzije VMware Workstation hipervizora generišu različita vremena obrade hipervizora.

- Brzina obrade sistema datoteka host OS-a predstavljena je petom komponentom, htFS (host fajl sistem). Očekuje se da će htFS komponenta imati slično vreme obrade za sve verzije hipervizora jer je ista verzija MS NTFS sistema datoteka korišćena za sve testirane verzije VMware Workstation. S obzirom da je testiranje koncentrisano na performanse nativno virtuelizovanih gostiju, očekuje se značajan uticaj treće i četvrte komponente formule (3). Treća komponenta, (VirHw-pr), formule (3) posebno naglašava kako efikasnost FS keš memorije na strani domaćina i gosta varira u svim procenjenim verzijama VMware Workstation hipervizora.

Konfiguracija testnog okruženja / Test environment configuration

Da bi testiranje bilo adekvatno i konkretno, potrebno je koristiti isti hardver, isti operativni sistem, imati istu metodologiju merenja, kao i identičan benčmark programe. Samo testiranje je obavljeno na kućnom računaru, čije se karakteristike mogu videti u tabeli I., dok se karakteristike korišćenog fizičkog diska za testiranje može videti u tabeli II. Za izabrani operativni sistem gosta, korišćen je Ubuntu 22.04.3, operativni sistem iz porodice Linux distribucija.

Tabela 1. Hardverske komponente testnog okruženja

Komponente	Karakteristike
Procesor	Intel Core i7-12650H, 2300 Mhz
Memorija	16GB RAM DDR5 4800MHz
Hard disk	512 GB NVMe PCIe® SSD
Operativni sistem	Windows 11 Pro, 64-bit

Tabela 2. Karakteristike testnog hard diska

SSD	A-Tech
Tip	SSD
Format	M.2
Serijski broj	FYACN05661400CQ3N
Kapacitet	512 GB
Interfejs	NVM Express
Total Host Reads	7944 GB
Total Host Writes	6747 GB
Sekvencijalno čitanje	2917.60 MB/s
Sekvencijalno pisanje	2608.74 MB/s

Testovi i rezultati / Tests and results

Performanse sve tri verzije hipervizora su analizirane korišćenjem Filebench alata na osnovu sledećih radnih opterećenja: fileserver.f, webserver.f, varmail.f i randomfileaccess.f. (10) Procedura je ponavljana u slučaju korišćenja sva tri fajl sistema: ext4, btrfs i xfs. Procedura testiranja je ponovljena po tri puta za svako od četiri navedena radna opterećenja, u okviru svakog od tri navedena fajl sistema. Svaki test je trajao po 2 minuta, odnosno 120 sekundi. Tabela III prikazuje karakteristike odnosno parametre virtuelne mašine.

Tabela 3. Parametri virtuelne mašine

Komponente	Karakteristike
Virtuelni procesor	1
Virtuelna memorija	4GB
Virtuelni disk	20GB
Gostujući operativni sistem	Ubuntu 22.04.3

U tabeli IV možemo videti parametre osnovnog koda, odnosno parametre koji se nalaze unutar f fajlova, koji testiraju web, mail i file servere, kao i randomfileaccess.

Tabela 4. Parametri *f fajlova

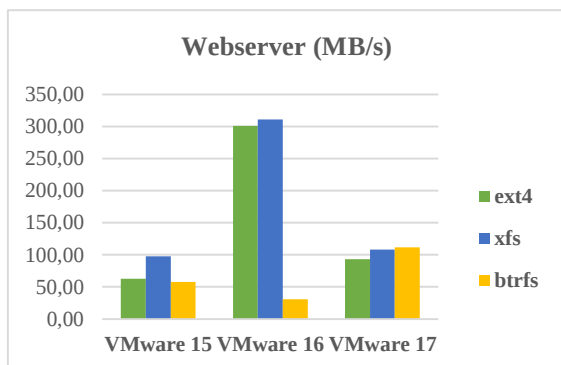
	Varmail	Web server	File server	Random file access
nthreads	16	100	50	5
nfiles	1000	1000	10000	10000
meandir width	1000000	20	20	20
meanfile size	16k	16k	128k	random

Procedura testiranja je obavljena tako što je prvo instalirana virtuelna platforma VMware Workstation 15.5.7, a zatim je kreirana virtuelna mašina sa Ubuntu 22.04.3 OS u okviru ove platforme. Proces testiranja bio je identičan za sve virtuelne mašine i verzije programa.

Svako testiranje je ponovljeno tri puta i svaki pojedinačni test je trajao 120 sekundi. Važno je napomenuti da je nakon završetka testiranja verzija 15.5.7 potpuno obrisana, a zatim je instalirana sledeća verzija 16.1.1 i izvršen je proces testiranja. Isti postupak je ponovljen i za poslednju verziju 17.0.0. ove platforme. Ovaj rad predstavlja rezultate za testirane ext4, btrfs i xfs sisteme datoteka gostujućeg operativnog sistema i njegovog kernela. Dobijeni rezultati se mogu videti u tabelama: V, VI, VII i VIII i na slikama: 2, 3, 4 i 5.

Tabela 5. Webserver test rezultati

Webserver (MB/s)	VMware 15	VMware 16	VMware 17
ext4	62.77	300.81	93.34
xfs	97.73	310.92	108.27
btrfs	57.53	30.73	111.80



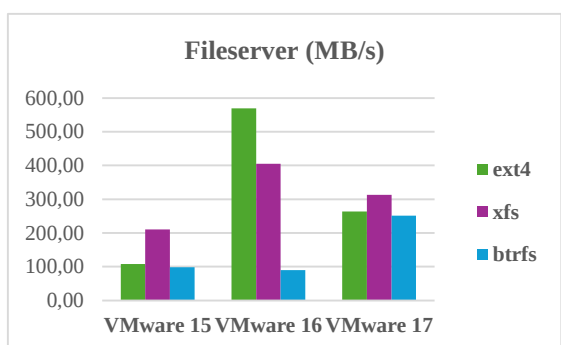
Slika 2. Webserver grafikon

Karakteristike radnog opterećenja Webserver su da poseduje dominantnu komponentu nasumičnog čitanja i malu komponentu nasumičnog upisivanja. Ovo radno opterećenje sadrži umeren broj I/O operacija i mali tok podataka.

Zbog ovih karakteristika radnog opterećenja, gde postoje komponente za nasumično čitanje, uticaj keš sistema datoteka na operativni sistem za goste (Ubuntu) i na operativni sistem domaćina (Windows) je ograničen, osim na ponovljena čitanja.

Tabela 6. Fileserver test rezultati

Fileserver (MB/s)	VMware 15	VMware 16	VMware 17
ext4	108.37	568.83	263.65
xfs	210.07	405.33	312.81
btrfs	98.67	90.13	251.67

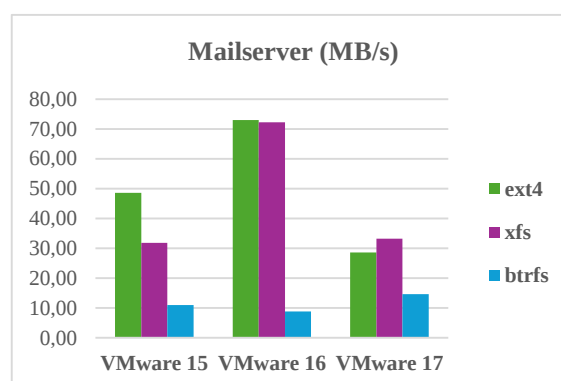


Slika 3. Fileserver Grafikon

Nasumično čitanje i upisanje, sekvencijalno čitanje i upisivanje podataka su karakteristike radnog opterećenja Fileserver i sve ove komponente su prisutne. Ovo radno opterećenje sadrži veliki broj I/O operacija i veliki tok podataka. Zbog ovih karakteristika radnog opterećenja, koje uključuju ponovljena čitanja i različite tipove asinhronog upisivanja, postoji značajan uticaj keša sistema datoteka na obe strane, kako gostujućeg operativnog sistema (Ubuntu), tako i operativnog sistema domaćina (Windows).

Tabela 7. Mailserver test rezultati

Mailserver (MB/s)	VMware 15	VMware 16	VMware 17
ext4	48.57	72.96	28.66
xfs	31.87	72.17	33.21
btrfs	10.97	8.83	14.63



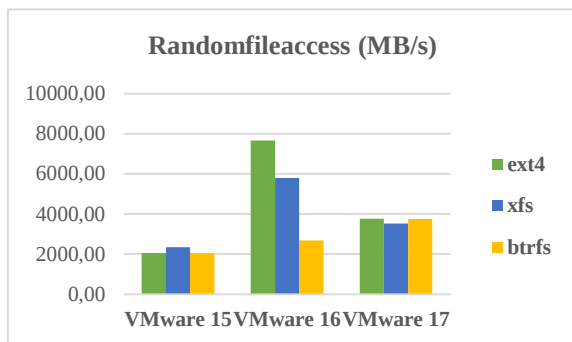
Slika 4. Mailserver grafikon

Karakteristikama ovog radnog opterećenja dominiraju komponente nasumičnog čitanja i sinhronog nasumičnog upisivanja. Ovo radno opterećenje ima umeren broj I/O operacija i umeren tok podataka.

Zbog takvih karakteristika ovog radnog opterećenja, koje poseduje komponente za nasumično čitanje i sinhrono nasumično upisivanje, uticaj keša sistema datoteka na obe strane kako na gostujući operativni sistem (Ubuntu), tako i operativni sistem domaćina (Windows), je veoma mali.

Tabela 8. Randomfileaccess test rezultati

RFA (MB/s)	VMware 15	VMware 16	VMware 17
ext4	2060.97	7664.41	3764.53
xfs	2342.83	5795.87	3520.33
btrfs	2043.27	2678.31	3746.35



Slika 5. Randomfileaccess grafikon

Za Randomfileaccess radno opterećenje, komponente nasumičnog čitanja i asinhronog nasumičnog upisivanja su dominantne. Ovo radno opterećenje sadrži umeren broj I/O operacija i umeren tok podataka. Zbog ovih karakteristika ovog radnog opterećenja, gde postoji asinhrono nasumično upisivanje, uticaj keša sistema datoteka na obe strane, kako na gostujući operativni sistem (Ubuntu) tako i na operativni sistem domaćina (Windows), je značajan.

Zaključak / Conclusion

Cilj ovog rada bio je da se uporede performanse različitih sistema datoteka (ext4, btrfs, xfs) na različitim verzijama istog hipervizora, VMware

Workstation, uz korišćenje radnih opterećenja (fileserver, webserver, mailserver i randomfileaccess). Odabrane verzije hipervizora su bile 15.5.7, 16.1.1 i 17.0.0.

Definitivne razlike u verzijama VMware Workstation potiču od sledećih komponenti: virtuelna hardverska obrada, obrada hipervizora i prednosti koje određena verzija može da koristi od FS keša na strani gosta i hosta, a preko komponente virtuelna hardverska obrada. Za našu studiju slučaja, verzija 16.1.1 je ubedljivo najbolja, kada su u pitanju ext4 i xfs sistemi datoteka, i to u slučaju svih korišćenih opterećenja. Ova verzija hipervizora se pokazala lošije u slučaju btrfs sistema datoteka, i tu je bila najlošija tokom korišćenja fileserver, webserver, varmail opterećenja, dok u slučaju korišćenja randomfileaccess opterećenja zauzima drugo mesto. Što se tiče verzije 17.0.0, zauzela je drugo mesto u slučaju korišćenja svih sistema datoteka i radnih opterećenja - fileserver, webserver i randomfileaccess. Najlošije se pokazala u slučaju korišćenja mailserver radnog opterećenja. Verzija 15.5.7 se pokazala najlošije, u poređenju sa dve novije verzije, odnosno slučaju svih radnih opterećenja i sistema datoteka, osim u slučaju mailserver opterećenja.

Tokom testiranja nad btrfs fajl sistemom je posebno loša za radna opterećenja kada je uticaj FS keša slab.

Rad bio trebao da doprinese poboljšanju virtuelizacije pružanjem uporedne analize različitih verzija VMware Workstation hipervizora koristeći Filebench benčmark, alat sa različitim radnim opterećenjima koja simuliraju aplikacije iz stvarnog sveta. U radu je takođe prikazan značaj izbora odgovarajuće verzije i konfiguracije hipervizora za optimalne performanse virtuelnih mašina.

Svaka nova verzija hipervizora donosi promene u virtuelnoj hardverskoj obradi, tj. virtuelnim drajverima, obradi hipervizora, interakciji između drajvera virtuelnog diska i keša na strani gosta i domaćina. Nova verzija hipervizora često povećava bezbednost, što može imati negativan uticaj na performanse.

Ono što sigurno očekujemo je da svaka novija verzija ima drugačije performanse u odnosu na prethodne i ništa ne garantuje da je brža i bolja od prethodnih.

Literatura / References

1. B. Djordjevic, N. Macek, V. Timcenko, "Performance issues in cloud computing: KVM hypervisor's cache modes evaluation," vol.12, no.4, pp. 147-165, 2015. doi:10.12700/APH.12.4.2015.4.9
2. S. Pawar, S. Singh, "Performance comparison of VMware and Xen hypervisor on guest OS," IJICSE, vol.2, num. 3, pp. 56-60, 2015. ISSN: 2393-8528.
3. A. Bhatia, G. Bhattal, "A comparative study of various hypervisors performance," Int. J. of Scientific and Engineering Research, Vol. 7, no. 12, pp. 65-71, 2016.
4. V. P. Singh, "Analysis of system performance using VMware ESXi server virtual machines," PhD Thesis, 2012. Online: <http://hdl.handle.net/10266/1809>
5. H. Kazan, L. Perneel, M. Timmermann, "Benchmarking the performance of Microsoft Hyper-V server, VMware ESXi and Xen hypervisors," J. of Emerging Trends in Computing and Information Sciences, vol. 4, no. 12, pp. 922-933, 2013. ISSN 2079-8407
6. D. Vujičić, D. Marković, B. Đorđević, S. Randić (2016), „BENCHMARKING PERFORMANCE OF EXT4, XFS, AND BTRFS AS GUEST FILE SYSTEMS UNDER LINUX ENVIRONMENT“, IcETRAN 2016, Zlatibor, Serbia, June 13 – 16, 2016, RT11.3
7. B. Borislav, N. Kraljević, B. Džuverović, Optimal guest file system for type-2 hypervisor-based virtualization in Virtual box, 30th Telfor 2022, Nov 15-16. 2022, Belgrade, Serbia, pp 445-448, ISBN: 978-1-6654-7272-2, 978-1-6654-7273-9/22/\$31.00 ©2022 IEEE, doi: 10.1109/TELFOR 56187.2022.9983783
8. B. Đorđević; N. Kraljević; N. Davidović, Guest file system behavior for type-2 hypervisor-based virtualization in VMware Workstation, 22d INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH), 15-17 March 2023, East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, doi: 10.1109/INFOTEH57020.2023.10094170
9. VMware [online], <https://www.vmware.com/>
10. Filebench [online]. <https://github.com/filebench/filebench/>

Poisoning with paracetamol and ibuprofen in the pediatric population

Trovanje paracetamolom i ibuprofenom u pedijatrijskoj populaciji

DOI: 10.59366/2831-1086.2025.3.6.19

Jasmina Žigić¹, Nedeljko Stanković²

1. Evropski Univerzitet Kallos Tuzla
2. Evropski univerzitet Brčko distrikt, Brčko

Corresponding author

Email: jasmina.jaca.z@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-8816-7754>

Abstract: Drug poisoning in children represents a significant medical problem that can occur due to improper use of medications. This may result from incorrect prescribing by physicians, errors in pharmaceutical preparation, or unintentional ingestion by children. Medications that are usually safe at appropriate doses can become toxic if misused or overdosed, highlighting the importance of accurate dosing and careful monitoring. Paracetamol, one of the most commonly prescribed drugs for reducing fever and relieving pain, is frequently associated with poisoning due to its easy availability and presence in many over-the-counter combination products. This makes it one of the most common drugs leading to poisoning in children. The studies included in this review encompassed a population of children aged 0 to 15 years, covering both unintentional and intentional poisonings, which represent two distinct categories with different causes, characteristics, and therapeutic needs. Unintentional poisonings most often occur in younger children, particularly those under five years of age, and usually happen when a child ingests a medication out of curiosity or due to a lack of adult supervision. These incidents typically involve small doses of a single drug and, although potentially dangerous, are rarely life-threatening if promptly treated.

Keywords: medical poisoning, children, poisoning prevention

Sažetak: Trovanje lijekovima kod djece predstavlja značajan medicinski problem koji može nastati uslijed nepravilne upotrebe lijekova. To se može desiti zbog pogrešnog propisivanja od strane ljekara, grešaka u farmaceutskoj pripremi ili nenamjernog uzimanja lijekova od strane djece. Lijekovi koji su obično sigurni u odgovarajućim dozama mogu postati toksični ako se zloupotrijebe ili predoziraju, što naglašava važnost tačnog doziranja i pažljivog praćenja. Paracetamol, jedan od najčešće propisivanih lijekova za snižavanje temperature i ublažavanje bola, često je povezan s trovanjima zbog svoje lakoće dostupnosti i prisutnosti u mnogim kombiniranim lijekovima koji se prodaju bez recepta. To ga čini jednim od najčešćih lijekova koji dovode do trovanja kod djece. Istraživanja uključena u ovaj rad obuhvatila su populaciju djece u dobi od 0 do 15 godina, uključujući i nenamjerna i namjerna trovanja, koja su dvije različite kategorije s različitim uzrocima, karakteristikama i terapijskim potrebama. Nenamjerna trovanja najčešće se javljaju kod mlađe djece, posebno one do pet godina, i obično se događaju kada dijete unese lijek iz znatiželje ili zbog nedostatka nadzora odraslih. Ovi incidenti obično uključuju male doze jednog lijeka, a iako su opasni, rijetko su životno ugrožavajući ako se brzo tretiraju.

Ključne riječi: trovanje lijekovima, djeca, prevencija

Uvod / Introduction

Supstance koje se u medicini primjenjuju kao lijekovi u nepropisanim količinama upotrebljene na nepravilan način, mogu biti toksične te izazvati trovanje. To znači da su i sama farmakološka sredstva u izvjesnim količinama lijekovita, a u prekomjernim otrovna. Baš kao po poznatoj izreci toksikologa "sve je lijek i sve je otrov ovisno o dozi".

Dakle, slučajno trovanje lijekovima se događa usljed nepravilnog propisivanja od strane ljekara, nepropisnog sastavljanja lijeka od strane farmaceuta u apoteci, usljed zamjene lijeka od strane medicinskog osoblja, i sl. To su trovanja koja povlače odgovornost za štetne posljedice koje su nastupile zbog nesavjesnog rada ljekara, farmaceuta i drugog medicinskog osoblja. (1)

Otrovanje paracetamolom kod djece / Paracetamol poisoning in children

Paracetamol se primjenjuje u svim pedijatrijskim dobnim grupama od novorođenčadi pa do adolescenata. Zbog lake dostupnosti, niske cijene i upotrebe u mnogim farmaceutskim preparatima jedan je od najčešće propisanih lijekova zbog čega je jedan od češćih uzroka otrovanja. Akutna otrovanja u djece dijele se u dvije glavne skupine: namjerna i nenamjerna otrovanja. Svaka od navedenih skupina ima svoje karakteristike. (2,3)

Prema rezultatima praćenja u Velikoj Britaniji od 2006. većina otrovanja acetamiofenom su namjerna otrovanja. Međutim nenamjerna otrovanja uslijed terapijske pogreške doprinose s 14-35% od svih hospitalizacija povezanih s otrovanjem paracetamolom.

Pojavljuju se u manjim dozama i imaju veću vjerojatnost smrtnosti nego namjerna otrovanja. (4)

Za nenamjerna otrovanja karakteristična je dob do 5 godina života u djece koja su kratko ostala bez nadzora.

U pravilu se radi o jednom otrovu u maloj dozi, uzetom najčešće peroralnim putem, kod kuće i u okolini, te se najčešće ne radi o teškim otrovanjima. (5,3)

Iako ih nazivamo nenamjernim, ona imaju svoje razloge koji su posljedica ponašanja djece i odraslih. Znatiželja djece u fazi odrastanja, istraživačka faza kad prohodaju, nesposobnost razlikovanja sigurnog od nesigurnog, te oponašanje odraslih najčešći su uzroci. No, isto tako neodgovorno ponašanje odraslih i nepažnja, laka dostupnost lijeka u kućanstvu i okolini, varanje djece da je tableta slatkiš, a sirup sok čine odrasle odgovornim za tzv. akcidentalno otrovanje. Kod djece iznad 10 godina susrećemo se s namjernim otrovanjima, najčešće je riječ o adolescentima. Za razliku od slučajnih otrovanja, ovdje se radi uglavnom o ingestiji više vrsta lijekova odnosno supstanci, ponekad u kombinaciji s alkoholom, te su češća teška otrovanja.

Najčešće se radi o namjernom uzimanju veće količine različitih vrsta lijekova, ponekad praćeno ozbiljnim psihijatrijskim zbivanjima i nerijetko samoozljeđivanjem.

U pozadini takvih događanja može se prepoznati karakteristični obrazac ponašanja adolescenata koji prolaze najvulnerabilniju fazu odrastanja često praćenu krizama odrastanja, poremećajima obiteljske dinamike, problemima vezanim uz školovanje, emocionalne krize, pa sve do ozbiljnijih psihijatrijskih poremećaja. Stoga je bitno da u zbrinjavanju takvih događanja sudjeluje psiholog, odnosno psihijatar kao dio tima. (2,3)

Kod namjernih otrovanja posebnu podskupinu čine otrovanja kod kojih se vidi prava suicidalna namjera. Kod takvih događaja bez obzira na toksične učinke uzetog lijeka dijete je hospitalizirano i obavezna je psihijatrijska podrška.

Preporučene doze su: kod djece do 3 mjeseca su 10 mg/kg pro dosi, smanjiti na 5 mg/kg pro dosi, ako su ikterična; kod ostale djece dozira se 10-20 mg/kg., svakih 4 do 6 sati, maksimalno 5 doza ili 90 mg/kg/dan, za djecu iznad godine dana, 60 mg/kg/dan za dojenčad i 30-45 mg/kg/dan za novorođenčad.

U cilju prevencije toksičnosti, doze treba smanjiti ako je dijete dehidrirano, pothranjeno, ima već leziju jetre zbog podliježeće bolesti ili uzima lijekove koji induciraju enzime jetre. Također treba izbjegavati regularno doziranje i primjenjivati duže razmake (svakih 6 sati) te izbjegavati dugotrajnu primjenu. Roditelje uvijek treba upozoriti na razlike u količini u pojedinim dozažnim oblicima (sirup, otopina, čepići, tablete) kao i na mogućnost predoziranja od istovremene primjene kombiniranih lijekova protiv prehlade ili bolova u kojima je često acetaminofen sastavni dio.

Neželjeni učinci acetaminofena za razliku od aspirina i ostalih antipiretika su relativno rijetki i blagi: hematološke promjene uključujući trombocitopeniju, leukopeniju, pancitopeniju, neutropeniju i agranulocitozu; kožni osipi i druge alergijske reakcije te pankreatitis. U predoziranju može izazvati oštećenje jetre kod kojeg je uz opće mjere detoksikacije antidot N-acetilcistein (kod nas poznat pod imenom Fluimukan).

U velikim dozama, kontraindiciran je u nekih osoba s urođenim deficitom G-6-PD u eritrocitima.

Kombinovana terapija / Combination therapy

U praksi se često koristi kombinovano davanje paracetamola i ibuprofena za kontrolu povišene temperature. (6)

Iako ova istraživanja daju izvjesne dokaze da je kombinovana terapija efikasnija u snižavanju temperature, ostaje pitanje u kojoj mjeri je ona netoksična i u kojoj mjeri dovodi do poboljšanja opšteg stanja što je primarni cilj liječenja. Mogućnost da roditelji neće dobiti adekvatan savjet povećava šansu za predoziranje i toksične pojave. (7)

Konačno, ova praksa promovira temperaturnu fobičnost koja je već prisutna.

Tabela 1. Doziranje antipiretika u djece

	Doziranje sirupa antipiretika (protiv temperature) u djece			
	Vrućica		Tvrdochorna vrućica	
kg	<i>paracetamol</i> (do 6x u 24h)	<i>ibuprofen</i> (do 3x u 24h)	<i>paracetamol</i> (do 4x u 24h)	<i>ibuprofen</i> (do 3x u 24h)
4	1,5 mL	1 mL	2,5 mL	2 mL
5	2 mL	1,25 mL	3 mL	2,5 mL
6	2,5 mL	1,5 mL	3,5 mL	3 mL
7	3 mL	1,75 mL	4 mL	3,5 mL
8	3,5 mL	2 mL	5 mL	4 mL
9	4 mL	2,25 mL	5,5 mL	4,5 mL
10	4 mL	2,5 mL	6 mL	5 mL
11	4,5 mL	2,75 mL	7 mL	5,5 mL
12	5 mL	3 mL	7,5 mL	6 mL
13	5,5 mL	3,25 mL	8 mL tbl. a 300 mg	6,5 mL
14	6 mL	3,5 mL	8,5 mL	7 mL
15	6 mL	3,75 mL	9 mL	7,5 mL
16	6,5 mL	4 mL	10 mL	8 mL
17	7 mL	4,25 mL	10,5 mL	8,5 mL
18	7,5 mL	4,5 mL	11 mL	9 mL
19	8 mL	4,75 mL	12 mL	9,5 mL
20	8,5 mL	5 mL	12,5 mL	10 mL tbl. a 200 mg
21	9 mL	5,25 mL	13 mL	
22	9 mL	5,5 mL	14 mL	
23	9,5 mL	5,75 mL	14,5 mL	
24	10 mL	6 mL	15 mL	
25	10,5 mL	6,25 mL	15,5 mL	
26	11 mL	6,5 mL	16 mL	
27	11,5 mL	6,75 mL	17 mL	
28	12 mL	7 mL	17,5 mL	
29	12 mL	7,25 mL	18 mL	
30	12,5 mL tbl. a 300 mg	7,5 mL	18,5 mL	

Izvor: Klinika za pedijatriju KBC Sestre milosrdnice. (n.d.). Doziranje antipiretika u djece (8)

Neželjena dejstva / Adverse effects

Paracetamol i ibuprofen spadaju u medikamente sa povoljnim bezbijednosnim profilom.

Paracetamol - neželjena dejstva / Paracetamol - adverse effects

Hepatotoksičnost se rijetko javlja pri primjeni paracetamola u preporučenim dozama i najčešće se viđa u slučajevima akutnog predoziranja ili kod hronično primjenjivanih viših doza. Davanje paracetamola u obliku koji je predviđen za odrasle je jedan od značajnih razloga za nastanak predoziranja. Jedna studija je pokazala da je čak polovina od 46 ispitivane djece sa hepatotoksičnim efektom paracetamola koristilo formulacije lijeka predviđene za odrasle. Udruženost astme i paracetamola nije dokazana. (7)

Paracetamol je prisutan u više od sto različitih lijekova, bilo kao tekući pripravak, tableta ili kapsula. Zbog dostupnosti i široke primjene, često je i predoziranje paracetamolom. (9)

Minimalna toksična doza paracetamola iznosi 150 – 200 mg/kg, a otrovanje je vjerojatno u djece koja jednokratno uzmu dozu veću od 250 mg/kg. (10) Težina hepatotoksičnosti nakon pojedinačne akutne intoksikacije ovisi o koncentraciji paracetamola u serumu. Neka blaža otrovanja prolaze asimptomatski. U većine se s vremenom razvijaju simptomi i znakovi kroz četiri stadija. Prvi stadij otrovanja obilježen je anoreksijom i gastroenteritisom unutar 24 sata od otrovanja.

Drugog i trećeg dana javlja se bol u gornjem desnom kvadrantu uz povišenje vrijednosti aminotransferaza. Treći stadij karakteriziraju emeza i znakovi zatajenja jetre uz povišenje

AST-a, ALT-a, bilirubina i INR-a, a može doći i do pankreatitisa i zatajenja bubrega. Četvrti stadij nastaje 5 dana od otrovanja kada hepatotoksičnost prestaje ili bolest napreduje do multiorganskog zatajenja, što može biti fatalno.

Nepovoljni prognostički parametri drugog dana nakon otrovanja su acidoza i po pokušaju korekcije ABS-a, INR>3, serumski kreatinin>2,6mg/dl, hipoglikemija, trombocitopenija i hepatična encefalopatija 2. i 3. stepena. (9)

Klinička slika često je nespecifična, pogotovo u ranoj fazi. Važno je sumnjati na predoziranje paracetamolom jer je, ukoliko se liječi na vrijeme, ireverzibilno oštećenje jetre moguće spriječiti. (10)

Ibuprofen – neželjena dejstva / Ibuprofen – adverse effects

Nema dokaza koji pokazuju da postoji značajna razlika u bezbijednosti tokom primjene standardne doze ibuprofena u odnosu na paracetamol u generalno zdrave djece sa povišenom temperaturom uzrasta od 6 mjeseci do 12 godina. (11)

Slično kao i drugi nesteroidni antiinflamatorni lijekovi (NSAIL), ibuprofen potencijalno može uzrokovati gastritis, mada nema podataka koji ukazuju da to može biti česta pojava kada se koristi na akutnoj osnovi, kao što je tokom febrilne epizode. (12)

Zaključak / Conclusion

Zaključno, trovanje lijekovima kod djece predstavlja ozbiljan i preventabilan medicinski problem koji zahtijeva pažljiv i koordiniran pristup svih aktera u zdravstvenom sistemu, kao i roditelja i staratelja. Trovanje lijekovima, bilo da je nenamjerno ili namjerno, ima ozbiljne zdravstvene posljedice koje mogu varirati od blage do teške, uključujući potencijalnu smrtnost, naročito u slučajevima predoziranja lijekovima poput paracetamola.

Iako je mnogim lijekovima moguće spriječiti trovanje uz pravovremene intervencije i adekvatnu edukaciju, ključnu ulogu u prevenciji igra pravilna primjena lijekova, njihov siguran smještaj i kontinuirano praćenje od strane odraslih osoba. Važno je istaknuti da je edukacija roditelja i staratelja o potencijalnim rizicima lako dostupnih lijekova, kao i savjesno i odgovorno ponašanje u vezi s njihovom upotrebom, jedan od temelja prevencije. Zdravstveni radnici trebaju biti obazrivi pri propisivanju lijekova, uzimajući u obzir specifične karakteristike djece, poput uzrasta, tjelesne mase i postojećih zdravstvenih problema. Također, roditeljima treba skrenuti pažnja na potencijalne opasnosti koje dolaze od kombiniranih lijekova, osobito onih koji sadrže paracetamol, koji je čest uzrok predoziranja kod djece.

S obzirom na sve ove aspekte, kako bi se smanjila učestalost trovanja lijekovima i posljedice koje iz toga proizlaze, potrebna je usklađena saradnja između zdravstvenih radnika, roditelja i šire zajednice.

Zdravstveni sistem mora nastaviti razvijati preventivne strategije, osiguravati dostupnost pravovremenih informacija i podizati svijest o važnosti odgovorne upotrebe lijekova.

Samo zajedničkim naporima možemo stvoriti sigurnije okruženje za djecu i značajno smanjiti broj slučajeva trovanja.

Literatura / References

1. Stanković, N. Forenzika u krivičnom postupku, Tuzla. 2020
2. Rešić, A. Otrovanja u dječjoj dobi. *Pediatr. Croat.* 2015
3. Huzjak, N. Otrovanja lijekovima u djece. *Klinička toksikologija u pedijatriji*. Zagreb: Zbornik radova. 1992
4. Saccomano, S., DeLuca D. Too toxic. *Nursing center*. 2008
5. Ficnar, B. Epidemiologija akutnih otrovanja u djece. *Klinička toksikologija u pedijatriji*. Zagreb: Zbornik radova. 1992
6. Nabulsi, MM., Tamim, H., Mahfoud, Z., Itani, M., Sabra, R., Chamseddine, F. et al. Alternating ibuprofen and acetaminophen in the treatment of febrile children: a pilot study. *BMC Med.* 2006
7. Heubi, JE., Barbacci, M., Zimmerman, HJ. Therapeutic misadventures with acetaminophen: hepatotoxicity after multiple doses in children. *J Pediatr.* 1998
8. Doziranje antipiretika u djece, <https://www.kbcm.hr/klinike/klinika-za-pedijatriju/informacije-za-roditelje/doziranje-antipiretika-u-djece/> (pristupljeno: 28.12.2024)
9. Ivančević, Ž, ur. Merckov priručnik dijagnostike i terapije. Drugo hrvatsko izdanje: Otrovanja. Split: Placebo. 2010
10. Meštrović, J., et. al. Hitna stanja u pedijatriji: Otrovanja. Zagreb: Medicinska naklada. 2012
11. Krstovski, N. Symptomatic treatment of elevated body temperature in children. *Scripta Pediatrica*. Vol. 2. 2019
12. Berezin, SH., Bostwick, HE., Halata, MS., Feerick, J., Newman, LJ., Medow, MS. Gastrointestinal bleeding in children following ingestion of low dose ibuprofen. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2007

The Importance of Vehicle Speed Measurement Devices in Traffic Safety and Forensic Applications

Značaj uređaja za mjerenje brzine vozila u funkciji sigurnosti prometa i forenzičke svrhe

DOI: 10.59366/2831-1086.2025.3.6.25

Marko Amidžić¹, Vedran Ročić²

1. Evropski univerzitet Brčko distrikt
2. Evropski univerzitet Brčko distrikt

Corresponding autor

Email: marko.amidzic1@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6674-193X>

Abstract: The contemporary way of life and globalisation trends have led to increased mobility of both people and goods. Greater mobility also generates additional challenges, and the solution lies in improving the quality of traffic system management. Increased mobility significantly raises the number of conflict situations within the traffic system. Traditional methods of managing and resolving traffic conflicts are no longer sufficient to keep pace with these trends, nor can they provide an adequate response to ensure efficient and safe traffic management. A suitable answer to these rising demands can be found in a broader application of innovative technologies. One such solution is the use of surveillance camera systems in traffic management. This system is characterised by wide availability, high quality and a clean-technology approach. Monitoring is carried out through video recordings, which are later used for sanctioning and forensic purposes. Speed parameters obtained from video footage can be calculated using a forensic method based on a simplified procedure for determining the speed of a vehicle recorded by a static camera, which will be presented in this paper.

Keywords: surveillance camera systems, speed monitoring, safety, photogrammetry

Sažetak: Trenutni način života, i globalizacijski trendovi za posljedicu imaju povećanu mobilnost, kako ljudi tako i roba. Povećana mobilnost gomila i probleme, a rješenje se vidi u kvalitetnijem upravljanju prometnim sustavom. Povećana mobilnost značajno povećava i konfliktne situacije u prometnom sustavu. Dosadašnji tradicionalni način upravljanja i rješavanja konfliktnih situacija u prometu ne može pratiti navedene trendove, odnosno ne mogu dati adekvatan odgovor za kvalitetno i sigurno upravljanje istim. Odgovor na sve veće zahtjeve može se naći u značajnijoj primjeni inovativnih tehnologija. Jedno od rješenja je i primjena sustava nadzornih kamera u upravljanju prometnim sustavom. Ovaj sustav karakterizira široka dostupnost, visoka kvaliteta i princip čiste tehnologije. Nadzor se vrši video zapisima koji se kasnije koriste za sankcioniranje i forenzičke potrebe. Parametre brzine dobivene pomoću video snimke moguće je izračunati forenzičnom metodom pojednostavljenog postupka određivanja brzine vozila snimljenog statičnom kamerom što će biti prikazano u radu.

Ključne riječi: sustavi nadzornih kamera, nadzor brzine, sigurnost i fotogrametrija

Uvod / Introduction

Sigurnost cestovnog prometa podrazumijeva stanje i svojstvo prometnog toka koji se odvija na prometnim površinama, odnosno sudjelovanje svih sudionika u prometu bez incidentnih situacija. Da bi se smanjile incidentne situacije na njih treba preventivno djelovati i kontinuirano nadzirati. Sva dosadašnja istraživanja ukazuju da je još uvijek ključni faktor događanja prometnih nesreća vozač, odnosno njegovo ponašanje. On je upravo ključan za neprilagođenu brzinu vozila. Inovativne tehnologije se sve više koriste kao pomoć vozaču s ciljem da anuliraju greške vozača upravo u odnosu na brzinu vozila. Sasvim je jasno da je vozač taj koji prilagođava brzinu svog vozila uvjetima na cesti, zbog čega u slučajevima da nju prekorači, ne prilagodi tehničkim sposobnostima vozila i svojim sposobnostima, sebe i druge sudionike u prometu izlaže opasnostima. (1)

Tehnološkim razvojem stekli su se preduvjeti za smanjenjem broja ljudske radne snage u skoro svim oblicima proizvodnje, prodaje i transporta. Odnosno, tehnologije zamjenjuju pojedine ljudske poslove, što je pozitivno, pogotovo u slučajevima nedostatka takvih resursa. Kada se govori o prometnom sustavu, tu inovativne tehnologije također mogu zamijeniti neke poslove. Tu se pogotovo misli na nadzor i upravljanje prometnim sustavom, gdje one mogu zamijeniti neke poslove kao što su prije svega nadzor brzine što su ranije radili policijski službenici. Kamere i video senzori su postali neizostavan dio moderne cestovne infrastrukture. Daju prije svega vizualne i druge informacije o stanju prometa na cestama, pogotovo su informacije značajne za detekciju incidentnih situacija, te za boljim upravljanjem prometnog sustava.

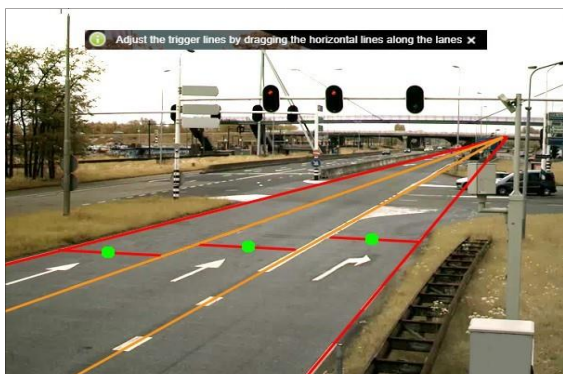
Međutim, kao neki od nedostataka su privatnost, troškovi i kompleksnost primjene takvih sustava. (2) Također se sve više ističe i mogućnost zlouporabe dostupnih podataka s snimki video nadzora što se posebno zakonski treba regulirati.

Sustavi za nadzor brzine u prometu / Traffic speed monitoring systems

Od konstruiranja vozila pa do danas brzina istog je bila u fokusu istraživanja u odnosu na sigurnost. Kako su se razvijale tehničke mogućnosti vozila, tako se javljala i potreba za njegovim nadzorom, odnosno nadzorom vozača koji njime upravlja i donosi odluke. U početku se može reći da se nadzor provodio klasičnim metodama koristeći jednostavne uređaje kao što su razni tipovi radara, a danas su to sofisticirani sustavi.

Kamere za nadzor brzine / Speed surveillance cameras

Sva dosadašnja istraživanja pokazuju da je glavni uzročnik prometnih nesreća brzina neprimjerena uvjetima na cesti. S obzirom na činjenicu da još uvijek veliki broj vozila nije opremljen inovativnim tehnologijama koje utječu na vozača u smislu poštivanja ograničenja brzine, on još uvijek donosi odluke o načinu vožnje i poštivanju propisa. Zbog navedenog, a u cilju većeg poštivanja ograničenja brzine kao jedno od boljih tehnoloških rješenja su sustavi za nadzor brzine i drugih prometnih prekršaja. To su svakako sustavi video nadzora koji se instaliraju na prometnice.

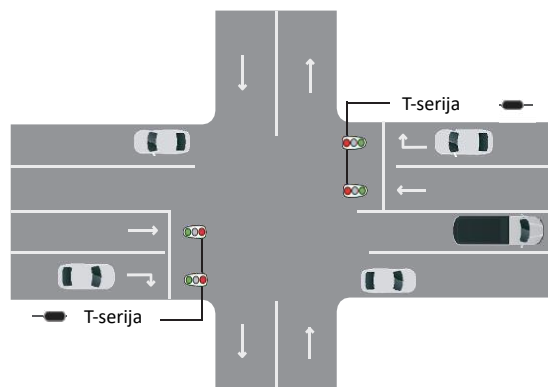


Slika 3. Udaljenost linije/linija okidanja (3)

Fiksni uređaji instalirani uz cestu namijenjeni za nadzor crvenog svjetla / Fixed roadside devices intended for red light monitoring

Navedeni sustavi imaju mogućnosti utvrđivanja prekršaja vezanih za crveno svjetlo na semaforu prikazano slikom 4. Kada sustav utvrdi prekršaj vezan uz crveno svjetlo, prema zadanim postavkama snima dvije fotografije. Jedna slika (visoke razlučivosti) snimit će se kada se stražnji dio vozila nalazi u liniji okidanja. Općenito, linija okidanja se odabire na istoj poziciji kao i linija zaustavljanja.

Druga slika (niske razlučivosti) snimit će se kada prednji dio vozila u prekršaju bude u liniji okidanja. Dvije slike služe kao dokaz da je vozač prešao liniju zaustavljanja na crvenom svjetlu i nije se zaustavio. Dodatna slika snimit će se nakon unaprijed podešenog vremenskog intervala ili udaljenosti i može se koristiti za provjeru mjerenja brzine. Nadzor crvenog svjetla moguć je u najviše 4 prometna traka.



Slika 4. Prikaz nadzora crvenog svjetla (3)

Forenzična fotogrametrija u funkciji izračuna brzine vozila / Forensic photogrammetry in the function of vehicle speed calculation

Fotogrametrija je vještina, znanost i tehnologija dobivanja pouzdanih informacija o fizičkim objektima i okolišu snimanjem, mjerenjem i interpretacijom fotografskih slika i uzoraka energetskih obrazaca dobivenih beskontaktnih senzorima. (5)

Forenzična fotogrametrija može se odrediti kao primjena fotogrametrijskih metoda u svrhu dobivanja kvantitativnih informacija iz fotografija i video zapisa u istražnim i sudskim postupcima. Forenzična fotogrametrija je interdisciplinarno područje koje obuhvaća obradu digitalnih fotografija i video materijala, mjerenja i analitičke postupke s ciljem razjašnjavanja konkretnih pitanja povezanih s događajem, kroz postavljanje hipoteza o okolnostima i tijeku događaja ili u kontekstu evaluacije prikupljenih dokaza radi utvrđivanja njihove informacijske relevantnosti, odnosno razine potpore postavljenim hipotezama.

U praksi, razlika između istražnog procesa (primarno heuristički aspekt) i evaluacije dokaza često nije strogo razgraničena već se oni međusobno preklapaju. Ista pitanja mogu biti relevantna u oba konteksta, za oblikovanje i testiranje radnih hipoteza kao i za određivanje njihove uvjerljivosti. Fotogrametrija se u forenzičkom kontekstu može koristiti i za procjenu brzine kretanja vozila, te za eventualne rekonstrukcije prometnih nesreća.

Izračun brzine kretanja vozila / Calculation of vehicle speed

Brzina se određuje kao udaljenost koju neko tijelo prijeđe u jedinici vremena. Procjena brzine kretanja vozila iz videozapisa u forenzičkoj fotogrametriji temelji se na: određivanju udaljenosti koja je prijeđena i određivanju vremenskog intervala u kojem je ta udaljenost prijeđena. Podaci o proteklom vremenu tijekom analize sekvence se mogu dobiti rastavljanjem video zapisa na vremenske isječke (frameove) i određivanjem njihovog trajanja. Frekvencija video zapisa se izračunava po broju frameova u sekundi (fps, *engl. frames per second*).

Mjerenje udaljenosti/ Distance measurement

U procjeni brzine kretanja vozila prvi korak je određivanje udaljenosti koja je u promatranom intervalu prijeđena. U te svrhe, provodi se analiza vizualnog prikaza kojom se identificiraju objekti ili referentne točke čije su stvarne dimenzije ili udaljenosti poznate ili odredive. To mogu biti primjerice širina prometne trake, duljina vozila, ili razmak između cestovnih oznaka. Piksel, kao osnovna jedinica digitalne slike, nema fiksnu fizičku vrijednost već predstavlja kontekstualnu mjeru.

Piksel može označavati duljinu, površinu, kut ili brojčanu vrijednost, ovisno o svrsi analize i kontekstu.

Ne smije se tumačiti kao metrička jedinica sam po sebi već njegova vrijednost mora biti povezana s realnom dimenzijom putem referentnih točaka uz jasno definirani kontekst i poznate parametre slike. 6. Na temelju poznatih veličina uspoređuje se njihov prikaz na slici te se uspostavlja odnos između piksela i stvarne udaljenosti. Time se omogućuje da se pomak vozila u vizualnom prikazu, izražen u broju piksela, pretvori u jedinicu duljine.

Udaljenosti i dimenzije mjere se različitim tehnikama, ovisno o fizičkim i vizualnim obilježjima snimanog prostora, dostupnosti referentnih podataka i kvaliteti snimke. Jedan od pristupa temelji se na primjeni analitičkih metoda koje koriste geometrijske i matematičke modele za izračun prostorne udaljenosti na osnovi vizualnih podataka i poznatih referentnih dimenzija. Drugi pristup je fotogrametrijska rekonstrukcija iz izvorne perspektive (*engl. reverse projection photogrammetry*).

Provodi se korištenjem iste kamere ili kamere jednake optičke konfiguracije pri čemu se udaljenosti određuju usporedbom snimke s fizičkim objektom poznatih dimenzija (npr. mjerna letva s označenim duljinama) odgovarajuće postavljenim u prostor. Treći pristup temelji se na trodimenzionalnoj rekonstrukciji scene pomoću digitalne fotogrametrije ili laserskog skeniranja. Omogućuje precizno pozicioniranje objekata u prostoru neovisno o položaju kamere kojom je događaj snimljen.

Metoda je prikladna za analizu kompleksnih prostornih konfiguracija a jednom izrađen 3D model omogućuje promatranje iz različitih kutova i izvođenje naknadnih mjerenja.

Mjerenje vremena / Time measurement

Vremenski interval određuje se analizom trajanja kadrova koji prikazuju početne i završne točke kretanja vozila. Iako se često pretpostavlja da video snimka prikazuje stabilan broj slika u jedinici vremena (npr. 25 fps) u stvarnosti to često nije točno, posebno kod snimki video nadzornih sustava.

Sustavi video nadzora često koriste vlastite formate zapisa ili modificiraju standardne formate i često se njihove snimke ne prikazuju ispravno u standardnim programima za reprodukciju video materijala. Uobičajeni programi za pregled i analizu videozapisa, komercijalni i *open-source*, ne prikazuju uvijek točne podatke o trajanju svake slike u videu.

Mogu izračunavati vlastite vremenske oznake prema redoslijedu u kojem se slike pojavljuju ili ih mogu odrediti prema svojim pravilima za dekodiranje sadržaja. Prilagođena reprodukcija video zapisa može dovesti do pogrešnog određivanja vremena. Precizno određivanje vremena u videozapisima zahtijeva stručnu analizu i korištenje profesionalnih alata koji mogu očitati stvarne vremenske oznake iz izvornog formata snimke. (7)

Nesigurnost mjerenja (Measurement uncertainty)

Razumijevanje ograničenja u određivanju brzine kretanja vozila doprinosi stručnosti

interpretacije rezultata i umanjuje mogućnost donošenja pogrešnih zaključaka.

Valjanost fotogrametrijskih mjerenja temelji se na primjeni znanstveno utemeljenih metoda i transparentnom prikazu postupka. Da bi se omogućila ponovljivost postupka i rezultata te procjena pouzdanosti samog mjerenja potrebno je navesti koje su potencijalne pogreške uzete u obzir a koje nisu. Takav pristup pridonosi transparentnosti metode i razumijevanju njezinih ograničenja.

Kao čimbenici koji mogu utjecati na točnost mjerenja udaljenosti mogu se navesti optička distorzija leće, odstupanja u poziciji i orijentaciji kamere, točnost određivanja referentnih dimenzija te ograničenja vezana uz kvalitetu i razlučivost snimke. U odnosu na mjerenje vremena, točnost ovisi o primjeni prikladnih metoda i korištenju odgovarajućih alata.

Mjerenja udaljenosti i vremena su neovisna a izračun brzine ovisi o ta dva mjerenja te se nesigurnosti brzine izračunava iz kombinirane nesigurnosti udaljenosti i vremena.

Primjer određivanja brzine vozila iz video zapisa / Example of determining vehicle speed from video footage

Za potrebe izrade ovoga rada i pojašnjenja pojednostavljenog postupka određivanja brzine na poligonu Autoškole Eurospot provedeno je snimanje brzine vozila. Brzina je snimljena statičnom kamerom s unaprijed određenom brzinom kretanja vozila. U analizi su uzete dvije pozicije vozila, trenutak kada prednja osovina prelazi referentnu crtu (Slika 5.), te trenutak kada stražnja osovina prelazi istu crtu (Slika 6.).



Slika 5. Prikaz vozila u trenutku kada prednja osovina prelazi referentnu crtu

Izradili: autori



Slika 6. Prikaz vozila u trenutku kada stražnja osovina prelazi referentnu crtu (autori)

Za određivanje udaljenosti korišten je međuosovinski razmak vozila, utvrđen prema tehničkim specifikacijama marke i modela. Vrijeme prolaska određeno je analizom video zapisa prema broju kadrova i njihovom trajanju.

Na osnovi poznatog međuosovinskog razmaka od 2,62 metra i utvrđenog vremena prolaska preko referentne crte od 0,334 sekunde, procijenjena je brzina vozila od približno 28,2 kilometra na sat. Vrijednost dobivena analizom snimke približno odgovara brzini očitanoj na brzinomjeru vozila koja je iznosila 30 km/h.

Zaključak / Conclusion

Primjene inovativnih informacijskih tehnologija u okruženju postala je svakodnevnica, naročito video tehnologija. Svjedočimo povećanoj mobilnosti ljudi i roba, samim time se gomilaju i problemi. Povećanjem mobilnosti, povećavaju se i konfliktne situacije, odnosno incidenti.

Klasičnim metodama teško se može nadzirati i upravljati prometom. Jedno od mogućih rješenja je uporaba nadzornih kamera, pogotovo za nadzor brzine vozila. Ovaj način nadzora prometnog sustava je trenutno najzastupljeniji i sve se više koristi, tako da pojedine države značajnije povećavaju broj fiksnih kamera za potrebe kvalitetnijeg nadzora prometa. Pružaju informacije o stvarnom vremenu, omogućujući brze reakcije na promjene u prometu.

Druga bitna stavka je značaj dobivene video snimke i njena obrada. Obradu digitalnih fotografija i video materijala, mjerenja i analitičke postupke s ciljem razjašnjavanja konkretnih pitanja povezanih s događajem, ili u kontekstu evaluacije prikupljenih dokaza radi utvrđivanja njihove informacijske relevantnosti. U sigurnosnom smislu nadzor brzine vozila i procjena brzine kretanja vozila su bini podaci. U procjeni brzine kretanja vozila prvi korak je određivanje udaljenosti koja je u promatranom intervalu prijeđena. U radu je prikazan i pojašnjen pojednostavljenog postupka određivanja brzine vozila temeljem snimke fiksne video kamere.

Vrijednost brzine vozila dobivena analizom snimke procijenjena je od približno 28,2 kilometra na sat što približno odgovara brzini očitanoj na brzinomjeru vozila koja je iznosila 30 km/h.

Literatura / References

1. Amidžić, M., (2010.), Policija i sigurnost, časopis br. 4/10, Zagreb.
2. N. R. Mate, (2016.) Intelligent transportation system, International Journal of Advanced research.
3. <https://meditronik.hr/ubrzavanje-prometne-mobilnosti-niki-gatsonides-sensys-gatso/> (pristup 14.07.2025.)

4. J. M. Sussman, (2005.), Perspective on Intelligent Transportation System, NewYork
5. <https://www.nis.gov/system/files/documents/2023/04/04OSAC%202021-S-0037%20Standard%20Guide%20for%20Forensics%20Photogrammetry.REGISTRY%20VERSION.pdf> (pristup 14.07.2025.)
6. <https://nvlpubs.nis.gov/nistpubs/ir/2023/NIS.IR.8456.pdf> (pristup 30.07.2025)
7. Scientific Working Group on Digital Evidence. SWGDE Best Practice for Frame Timing Analysis of H.264 Video Stored in ISO Base Media File Formats. Version 1.0. 2020 Sep 17. Dostupno na: <https://www.swgde.org/19-v-004/> (pristup 05.08.2025.)

Side effects of general anesthetics

Neželjeni efekti opštih anestetika

DOI: 10.59366/2831-1086.2025.3.6.33

Azra Bajrić¹, Mithat Tabaković²

1. Medical Institute Bayer Tuzla
2. Evropski Univerzitet Kallos Tuzla

Corresponding author

Email: azra.bajric@mib.institute

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2492-6756>

Abstract: General anesthesia is essential for performing numerous surgical procedures, but it can cause a range of adverse effects, from mild to severe. This paper aims to provide an overview of the most common and less frequent complications associated with general anesthesia, drawing on relevant literature and the results of the authors' own research. A survey was conducted among 50 patients who had undergone general anesthesia, categorized by age (18–30 years, 31–45 years, 46–60 years, 61–75 years, and over 75 years) and sex (male and female). Of the total number of respondents, 50% stated that they had no problems with awakening, while a considerable number (32%) reported that they did not remember that part of the experience. Only a small proportion (16%) reported specific difficulties waking up from anesthesia. The most common adverse effects were nausea (58%), vomiting (36%), sore throat due to the use of a breathing tube (38%), shivering (20%), dizziness (16%), difficulty urinating (14%), and confusion or disorientation (4%). It is important to note that 22% of respondents experienced no adverse effects after anesthesia. Although adverse effects of general anesthesia are typically mild and transient, their frequency and severity require careful monitoring and an individualized approach for each patient. The most important measure to help prevent anesthesia-related complications is ensuring that an anesthesiologist is directly involved in the patient's care.

Keywords: general anesthesia; adverse effects; anesthesiologist

Sažetak: Opšta anestezija je važna za izvođenje brojnih hirurških zahvata, ali može izazvati različite neželjene efekte, od blagih do ozbiljnih. Ovaj rad ima za cilj da pruži pregled najčešćih i rjeđih komplikacija koje su povezane sa opštom anestezijom., oslanjajući se na relevantnu literaturu i rezultate vlastitog istraživanja. U okviru rada sprovedeno je vlastito anketno istraživanje. Istraživanje među 50 pacijenata koji su bili podvrgnuti opštoj anesteziji, koji su podijeljeni prema životnoj dobi (18-30 godina, 31-45 godina, 46-60 godina, 61-75 godina i preko 75 godina) i spolu (muški i ženski) . Od ukupnog broja ispitanika 50% je izjavilo da nije imala problema sa buđenjem, dok je značajan broj (32%) naveo da se ne sjeća tog dijela iskustva. Samo mali dio ispitanika (16%) prijavilo je konkretne poteškoće s buđenjem iz anestezije. Najčešće neželjeno dejstvo bilo je mučnina (58 %), povraćanje (36%), bol u grlu usljed upotrebe cijevi za disanje (38%), drhtavica (20%), vrtoglavica (16%), poteškoće s mokrenjem (14%), zbunjenost ili dezorijentacija (4%).

Važno je napomenuti da 22% ispitanika, nije imalo nikakav neželjeni efekat nakon anestezije. Neželjeni efekti opšte anestezije su blagi i prolazni, njihova učestalost i ozbiljnost zahtjevaju pažljivo praćenje i individualizirani pristup svakom pacijentu. Najvažnija stvar koju možete učiniti kako bi spriječili neželjene efekte anestezije jeste osigurati da je anesteziolog uključen u vašu njegu.

Ključne riječi: opšta anestezija, neželjeni efekti, anesteziolog

Uvod / Introduction

Riječ anestezija je grčkog porijekla i znači neosjetljivost. Opšta anestezija podrazumijeva gubitak svijesti. Postiže se unošenjem različitih anestetičkih sredstava u organizam, koja putem krvi bivaju dopremljena do ćelija CNS-a.

Aplikacija anestetika u organizam je moguća oralnim putem, supkutano, intramuskularno ili intravenskim putem, odnosno rektalno ili inhalacijom. Opšta anestezija predstavlja descendtnu depresiju nervnog sistema koja se ne odvija pravilnim redoslijedom, već poslije kore velikog mozga zahvata bazalne ganglije i cerebelum, zatim kičmenu moždinu, da bi na kraju bili zahvaćeni medularni centri. (1)

Prije nego što započne izvođenje bilo koje anestezije neophodno je da anesteziolog posjeti pacijenta koga treba anestezirati i da se upozna sa njegovim psihičkim i fizičkim stanjem. U preoperativnoj procjeni pacijenta treba se osloniti na anamnezu, klinički pregled, laboratorijske nalaze.

Anestetički zapisi su najvažniji za informacije o problemu sa anestezijom u prethodnim intervencijama.

Vrste opštih anestetika:

- Inhalacioni anestetici – unose se u organizam udisanjem. Mogu biti pare isparljivih tečnih anestetika ili anestetički gasovi. Primjeri: Halotan, Enfluran, Izofluran, Sevofluran, Desfluran. Gasovi: azotni oksid.
- Intravenski anestetik – Nakon i.v primjene brzi učinak.

Primjeri: propofol, ketamin, tiopental, etomidat, pentobarbital, propofol, benzodiazepini, lorazepam, diazepam, midazolam.

- Mišićni relaksansi – privremeno paralizuju skeletne mišiće. Primjer: Pankuronij, suksametonij.
- Adjutivni lijekovi – dodaju se opštim anestheticima da bi pojačali učinak anestezije, smanjili neželjena djelovanja, ublažili bol . Opioidni -fentanil, sulfentanil, morfijum. (2)

Osobine opšte anestezije su:

- Analgezija – gubitak osjećaja za bol.
- Sedacija- gubitak svijesti
- Relaksacija gubitak tonusa skeletnih mišića

Koriste se kod dugotrajnih operacija ili jako bolnih operacija. Neželjena djelovanja opštih anestetika mogu biti različita, od bola pri injiciranju , venske tromboze, štucanju, bol u grlu, nevoljnih mišićnih pokreta.

Nuspojave opće anestezije mogu uključivati:

- Mučnina i povraćanje – Ova vrlo česta nuspojava može se javiti u prvih nekoliko sati ili dana nakon operacije i može biti izazvana nizom faktora, kao što su lijekovi, kretanje i vrsta operacije.
- Bol u grlu – Cijev koja se postavlja u vaše grlo kako bi vam pomogla da dišete dok ste bez svijesti može vas ostaviti s bolom u grlu nakon što se ukloni.
- Postoperativni delirij – Konfuzija prilikom povratka svijesti nakon operacije je uobičajena, ali kod nekih ljudi – posebno starijih pacijenata – konfuzija može dolaziti i nestajati oko sedmicu dana.

- Možete se osjećati dezorijentirano i imati problema s pamćenjem ili fokusiranjem.
- Bol u mišićima mogu uzrokovati lijekovi koji se koriste za opuštanje mišića, pri uvođenju cijevi za disanje.
- Svrbež je česta nuspojava kod upotrebe narkotika, jedne vrste lijekova protiv bolova koji se ponekad koriste uz opću anesteziju.
- Groznica i drhtavica (hipotermija) se javlja čak kod polovine pacijenata nakon buđenja poslije operativnog zahvata i može biti povezana s tjelesnom temperaturom. (3)

Prvi slučaj alergijske reakcije ili preosjetljivosti objavljen je 1952 godine (Evans i Gould), ovaj sindrom je definisan 1971 godine. Glavni znaci alergijske reakcije su: hipotenzija, tahikardija, cijanoze, dijareja, povraćanje, bronhospazam. Opšta anestezija iako se smatra bezbjednom medicinskom procedurom nosi sa sobom rizike i mogućnost nastanka komplikacija. Učinak svakog anestetika, ovisi o dozi, svojstvima specifičnog lijeka i općem zdravlju bolesnika. (4)

Cilj rada / Objective of the paper

Cilj rada je bio da ustanovimo koja se neželjena djelovanja mogu pojaviti prilikom upotrebe opštih anestetika, kod pacijenata podvrgnutih operativnim zahvatima. Istraživanje je bilo usmjereno na prepoznavanje najčešćih postaanestetičkih simptoma i njihovu učestalost. Takođe, cilj je bio ukazati na značaj praćenja i prepoznavanja ovih reakcija radi unapređenja kvaliteta zdravstvene njege i sigurnosti pacijenta.

Ispitanici i metode / Participants and Methods

Istraživanje je provedeno u Specijalnoj bolnici Medical Institute Bayer u Tuzli, u periodu maj-

juni 2025. godine. U istraživanju je bilo uključeno 50 ispitanika. Za provođenje istraživanja koristili smo anketni upitnik.

Anketiranje je provedeno s ciljem prikupljanja podataka o neželjenim efektima opštih anestetika kod pacijenata nakon operativnih zahvata. Anketa je anonimna. Ispitanici su podjeljeni prema životnoj dobi od: 18-30 godina, 31-45 godina, 46-60 godina i preko 60 godina i u odnosu na spol (muški i ženski). Svi podaci su analizirani i statistički obrađeni, te predstavljeni grafički. Korištene su metode analize, deskripcije i metode dokazivanja.

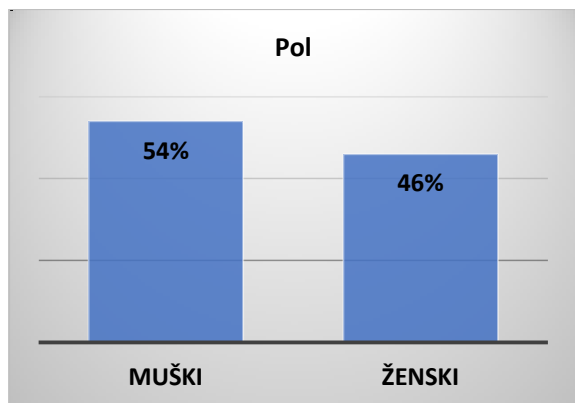
Anketiranje je odobreno od strane Etičkog komiteta Zdravstvene ustanove Specijalne bolnice Medical Institute Bayer Tuzla, čime je osigurano poštovanje etičkih principa u prikupljanju i obradi podataka. Računarska obrada i analiza prikupljenih podataka izvršena je korištenjem programa Microsoft Excel, koji je korišten za statističku analizu i grafičko prikazivanje rezultata istraživanja.

Rezultati / Results

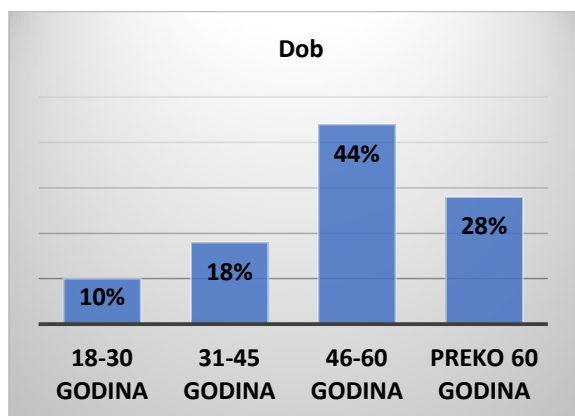
U našem istraživanju obuhvaćena je grupa od 50 ispitanika. Ispitanici su bili podjeljeni prema životnoj dobi od: 18-30 godina, 31-45 godina, 46-60 godina i preko 60 godina, te u odnosu na spol (muški i ženski). Dobijeni podaci su analizirani i statistički obrađeni, te predstavljeni grafički. Korištene su metode analize, deskripcije i metode dokazivanja.

Najčešće neželjene reakcije na ošptu anesteziju uključivale su mučninu, bol u grlu, povraćanje, drhtavicu, vrtoglavicu i poteškoće s mokrenjem. Istovremeno nismo registrovali alergijske reakcije.

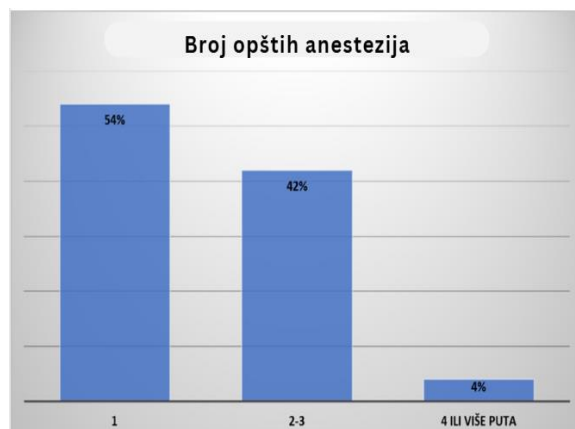
Rezultati pokazuju određenu sličnost sa ranijim studijama, posebno kada je riječ o frekvenciji i vrsti neželjenih postoperativnih simptoma. Jedna od ključnih razlika između prethodno pomenutih istraživanja i naših rezultata odnosi se na organizaciju postoperativne njege.



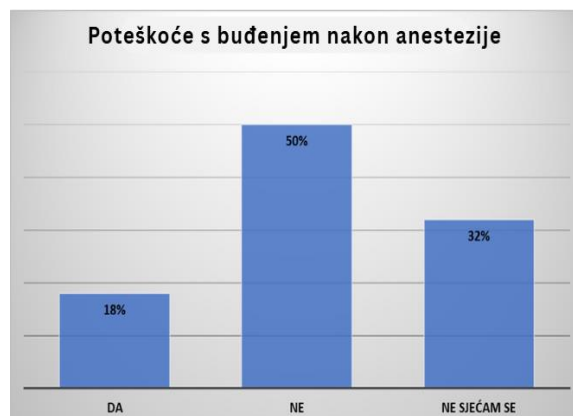
Grafik 1. Pol ispitanika



Grafik 2. Životna dob ispitanika



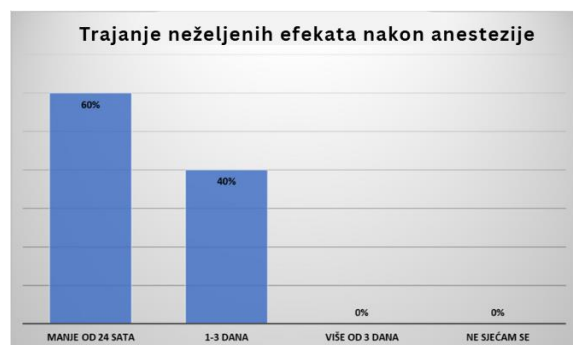
Grafik 3. Prethodne opšte anestezije



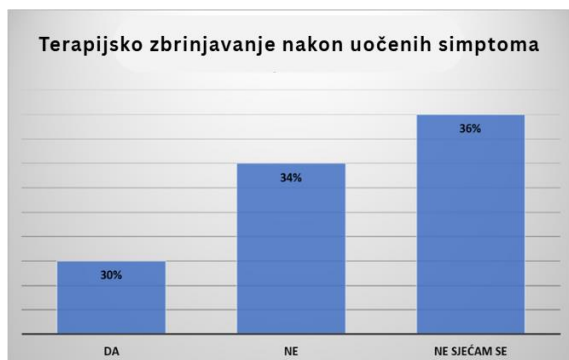
Grafik 4. Iskustvo pacijenata prilikom buđenja iz opšte anestezije



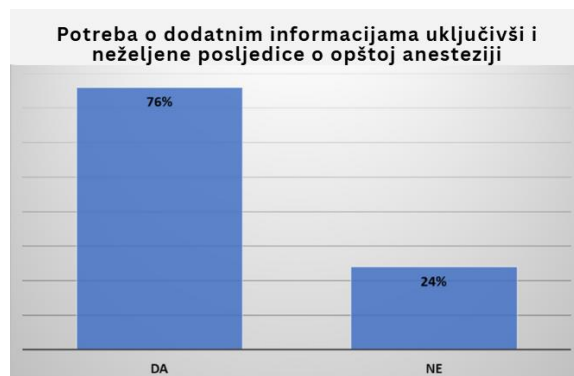
Grafik 5. Neželjeni efekti nakon opšte anestezije



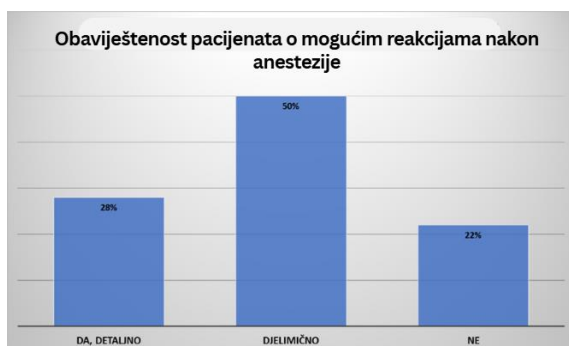
Grafik 6. Dužina trajanja neželjenih efekata



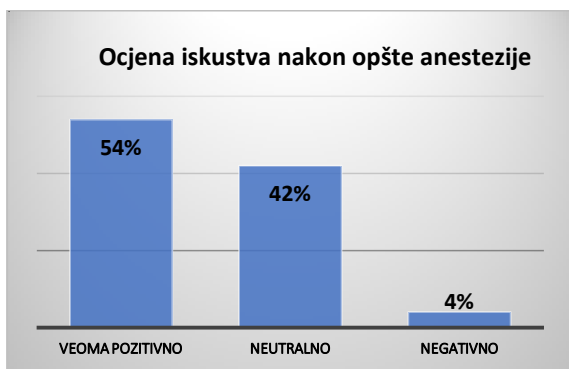
Grafik 7. Primjena terapije za ublažavanje simptoma



Grafik 10. Zainteresovanost za dodatne informacije o opštoj anesteziji i njenim mogućim posljedicama.



Grafik 8. Obaviještenost ispitanika o mogućim rizicima i neželjenim djelovanjima opšte anestezije



Grafik 9. Iskustvo sa opštom anestezijom

Diskusija / Discussion

Dobijeni rezultati su pokazali da opšti anestetici, iako uzrokuju određena neželjena djelovanja dovode do blagih i kratkotrajnih simptoma. Unutar ove grupe ispitanika učestalost pojave neželjenih djelovanja nakon primjene opštih anestetika se manifestovao na način da je registrovan najmanje jedan od simptoma.

Dobiveni podaci ukazuju da su prvi simptomi mučnina, povraćanje, bol u grlu (uzrokovana cijevi za disanje), drhtavica, vrtoglavica i poteškoće s mokrenjem. Reakcije su se pojavile najviše unutar prvih nekoliko sati, nakon buđenja iz anestezije. Konstatovali smo relativno mali broj ispitanika koji je imao produžene simptome. Pojava ozbiljnih nuspojava u našem uzorku je bila rijetka.

Rizik od anestezije može biti veći ukoliko u bolesnika postoje neka od ranijih registrovanih stanja: alergije na anesteziju, dijabetes, bolest srca, visok krvni pritisak, oštećena bubrežna funkcija, pretilost, opstruktivna apneja u snu, napadaji ili drugi neurološki poremećaji, konzumiranje duhana ili alkoholnih pića.

Međutim, iako rijetki, postoje i određeni ozbiljniji rizici o kojima treba voditi računa:

- Postoperativni delirij ili kognitivna disfunkcija može npr., uzrokovati dugoročne poteškoće s pamćenjem i učenjem kod određenih pacijenata. Češće se javlja kod starijih osoba jer mozak koji stari se teže oporavlja od anestezije.
- Osobe koje imaju srčane bolesti,
- Parkinsonova bolest ili Alzheimerova bolest
- Osobe koje su prebolovale moždani udar
- Maligna hipertenzija
- Problemi sa disanjem tokom i nakon operacije
- Pacijenti koji imaju opstruktivnu apneju u snu.

Ukoliko pacijenti imaju neke od navedenih teškoća, potrebno je na vrijeme da o tome obavijeste anesteziologa. (5)

Kardiovaskularne komplikacije su najčešći ozbiljni perioperativni neželjeni događaj. Fizički pregled usmjeren je na kardiovaskularni sistem, puls, vitalne znakove, štitnjaču i znakove preopterećenja volumenom. Visokorizični hirurški zahvati, pozitivna historija bolesti o kongestivnom zatajenju srca, cerebrovaskularne bolesti, inzulin ovisni dijabetes melitus, te osobe sa plućnom arterijskom hipertenzijom. (6)

Ne postoje apsolutne kontraindikacije za opštu anesteziju, osim ev. odbijanja pacijenta. Međutim, nekoliko relativnih kontraindikacija zahtjeva pažljivo razmatranje i optimizaciju prije primjene anestezije. Pacijenti sa medicinskim teškoćama poput teške aortne stenoze, značajne plućne bolesti ili kongestivnog zatajenja srca mogu predstavljati povećani rizik.

Najčešće komplikacije u toku anestezije:

- Respiratorna depresija
- Pojačana salivacija i sekreti u disajnim putevima
- Srčane aritmije
- Hipotenzija
- Aspiracija
- Laringospazam i asfiksija
- Stanje budnosti
- Konvulzije

Profilaksa (prevencija komplikacija nakon anestezije/operacije):

a) dubokih venskih tromboza i plućne embolije (nefarmakološki - elastične čarape, farmakološki - nefrakcionirani heparin i LMWH (12h prije zahvata)

b) aspiracije želučanog sadržaja

c) infekcije. (7)

S obzirom na potencijalne rizike koji mogu ugroziti i pacijenta pod opštom anestezijom i anesteziologa, a koji često imaju nepredvidiv karakter, izuzetno je važno osigurati temeljitu preoperativnu pripremu pacijenta te kontinuirani intraoperativni i perioperativni nadzor vitalnih funkcija. (8)

Za pacijente je važno da otvoreno razgovaraju sa doktorom o vlastitim zdravstvenim teškoćama. Također treba dati podatke o prethodnom iskustvu s anestezijom, zdravstvenim stanjima, korištenju lijekova i dr. Potrebno je, obavezno slijediti sve upute prije operacije – uključujući i informacije o unosu jela i pića, kao i lijekove koje ne bi smjeli uzimat. Poštivanje ovih uputa može pomoći u smanjenju nekih nuspojava opšte anestezije. (9)

U Studiji provedenoj u Eritrean National Referral Hospitals, ispitani su neželjeni efekti anestezije kod 470 pacijenata koji su prošli kroz različite operativne zahvate. U istraživanju, koje je provedeno tokom tri mjeseca, pacijenti su anketirani 24 sata nakon operacije, koristeći validirani upitnik (LPPSq), a fokus je bio na dimenziji "nelagodnosti i potreba".

Među najčešće prijavljenim neželjenim pojavama bila je postoperativna bol, koju je prijavilo čak 82,6% pacijenata u blažem obliku i 43,6% u težem obliku.

Također su zabilježeni i drugi simptomi poput mučnine, povraćanja, bolova u grlu, drhtavice, žeđi i gladi – što se značajno podudara sa simptomima koje su prijavili ispitanici u našem istraživanju. (10)

U našem istraživanju, najčešće neželjene reakcije na oštru anesteziju uključivale su mučninu, bol u grlu, povraćanje, drhtavicu, vrtoglavicu i poteškoće s mokrenjem, dok

alergijske reakcije nisu bile zabilježene. Iako je uzorak našeg istraživanja bio manji (50 ispitanika), rezultati pokazuju određenu sličnost sa eritrejskom studijom, posebno kada je riječ o frekvenciji i vrsti neželjenih postoperativnih simptoma.

Jedna od ključnih razlika između ova dva istraživanja jeste u organizaciji postoperativne njege.

Eritrejska studija navodi nedostatak lokalnih protokola za upravljanje postoperativnim simptomima, kao i ograničenu uključenost anesteziologa u postoperativni period, što doprinosi većem broju i intenzitetu prijavljenih neželjenih efekata. U našem okruženju, iako ograničeni u obimu uzorka, rezultati mogu ukazivati na postojanje nešto efikasnijih strategija kontrole simptoma, ili na manje zahtjevne procedure i kraće trajanje anestezije.

Oba istraživanja jasno pokazuju da su neželjeni efekti opšte anestezije česti i značajno utiču na postoperativni oporavak pacijenta.

Zaključak / Conclusion

Opšta anestezija predstavlja jedno od najvećih dostignuća moderne medicine i predstavlja stanje potpune neosjetljivosti na vanjske podražaje, stanje prolazne depresije funkcije CNS-a, prouzrokovano opštim anestetima.

Opšti anestetici omogućavaju izvođenje brojnih hirurških procedura. Faktori koji utiču na pojavu neželjenih djelovanja su brojni, uključujući tip i dozu anestetika, trajanje anestezije, opšte zdravstveno stanje pacijenta, starosnu dob i interakciju s drugim lijekovima.

U kliničkoj praksi najčešći neželjeni efekti koji se mogu pojaviti su: mučnina, povraćanje, bol u grlu i drhtavica. Ozbiljne komplikacije se pojavljuju rjeđe, a uloga anesteziologa je od posebnog značaja.

Literatura / References

1. Opšta anestezija, prof. dr Predrag Lalević , Zavod za udžbenike i nastavna sredstva Beograd 1999
2. Manualia universitatis studiorum spalatensis, udžbenici sveučilišta u Splitu Marko Jukić, Mladen Carev, Nenad Karanović, Mihajlo Lojpur / Anesteziologija i intenzivna medicina za studente medicine, dentalne medicine i zdravstvene studije, Split 2017
3. American Society of Anesthesiologists. (n.d.). *Effects of Anesthesia – Brain and Body*. Made for This Moment. Preuzeto 6. juna 2025., sa <https://madeforthismoment.asahq.org/anesthesia-101/effects-of-anesthesia/>
4. Urednici: prof. dr. sc. Alan Šustić, doc. dr. sc. Vlatka Sotošek Tokmadžić , Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Godina izdanja: 2014
5. Miller, R. D., Eriksson, L. I., Fleisher, L. A., Wiener-Kronish, J. P., Young, W. L., & GOVERNING EDITORS (Eds.). (2009). *Miller's Anesthesia* (7th ed., Vol. 1–2). Churchill Livingstone/Elsevier. Kapitel 34: Preoperative Evaluation.
6. AČ & ED. (n.d.). *Anesteziologija i Reanimatologija – skripta* [Skripta]. Scribd. © All Rights Reserved.
7. Jukić M, Carev M, Karanović N, Lojpur M. *Anesteziologija i intenzivna medicina za studente medicine, dentalne medicine i zdravstvene studije*. Split: Medicinski fakultet u Splitu; 2017
8. Fu G, Xu L, Chen H, Lin J. State-of-the-art anesthesia practices: A comprehensive review on optimizing patient safety and recovery. *BMC Surgery*. 2025;25(32). doi: 10.1186/s12893-025-02763-6
9. Undesirable Postoperative Anesthesia Outcomes at Two National Referral Hospitals: A Cross-Sectional Study in Eritrea , Yonatan Mehari Andemeskel 1,✉, Traudl Elsholz 1, Ghidey Gebreyohannes 2, Eyasu H Tesfamariam 3, *Anesthesiol Res Pract*. 2020 Sep 15;2020:9792170. doi: 10.1155/2020/9792170

Elderly care in a postmodern environment

Nega starih ljudi u postmodernom okruženju

DOI: 10.59366/2831-1086.2025.3.6.45

Dušan Tojagić¹

1. JKP Zelenilo Beograd

Corresponding author

Email: dusan.tojagic@elektroizgradnja.rs

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9933-5641>

Abstract: In order to gain insights into the challenges and difficulties faced by social workers in working with elderly individuals in nursing homes, a qualitative study was conducted involving nine social workers from nine nursing homes in Belgrade. The results indicate that the most significant problems and difficulties identified by social workers include the specific nature of services requiring individualized work with clients, lack of cooperation from family members, excessive administrative tasks, overly broad job descriptions prescribed by regulations, the low status of social workers within the system, and an insufficient number of social workers relative to the number of clients.

Keywords: social work, challenges, difficulties, elderly, nursing homes

Sažetak: U cilju sticanja saznanja o izazovima i poteškoćama socijalnih radnika u radu sa starim licima u domovima za stara i nemoćna lica, sprovedeno je kvalitativno istraživanje u kome je učestvovalo devet socijalnih radnika iz devet domova za stara i nemoćna lica Beograda. Dobijeni rezultati pokazuju da najznačajnije probleme/teškoće socijalni radnici identifikuju kao specifičnosti usluga koje zahtevaju individualni rad sa korisnicima, nesaradnju sa članovima porodice, preobimnu administraciju, preširok opis dužnosti socijalnog radnika propisan od strane propisi, loš položaj socijalnog radnika u sistemu, premalo socijalnih radnika u odnosu na broj korisnika.

Ključne reči: socijalni rad, izazovi, teškoće, stara lica, domovi za stara i nemoćna lica.

Uvod / Introduction

U poslednje vreme se mnogo govori o trendu starenja, o konceptu starosti kao specifičnosti našeg društva. Danas stariji ljudi postaju veći deo naše populacije. Upravo zbog toga su starost i starenje važne teme današnjeg društva, o čemu svedoči i Evropska unija, koja je 2012. proglasila Godinom aktivnog starenja i međugeneracijske solidarnosti.

Ciljevi koje je EU postavila za 2012. godinu bili su: podizanje svesti o vrednosti aktivnog starenja, isticanje doprinosa koji stariji ljudi mogu dati društvu i privredi, posebno mobilizacijom svog ukupnog potencijala; razmena ideja i primera dobre prakse o tome kako najbolje promovisati politike aktivnog starenja i solidarnost među generacijama; nude okvir za akciju kako bi se omogućilo državama članicama i zainteresovanim stranama da razviju politike i konkretne aktivnosti za podsticanje aktivnog starenja.

Cilj istraživanja / Objective of the research

Osnovni cilj istraživanja bio je da se stekne uvid u mogućnosti profesionalnog delovanja socijalnih radnika u domu u okviru sve većih radnih zahteva. Stoga su postavljena sledeća istraživačka pitanja:

1. Koji poslovi za socijalne radnike predstavljaju profesionalne izazove i poteškoće?
2. Kakav je položaj socijalnih radnika u domu?
3. Koje su potrebe za stručnim usavršavanjem?

Metode / Methods

Istraživanje je sprovedeno sa devet socijalnih radnika zaposlenih u domovima za stara i nemoćna lica, koji predstavljaju 9 domova u Gradu Beogradu (okružnim domovima).

To je zgodan uzorak. Učesnici su odabrani na način da su kontaktirani domovi za stara i nemoćna lica i jedan od socijalnih radnika koji je zaposlen u domu zamoljen da učestvuje u istraživanju.

Starost učesnika istraživanja kreće se od 43 do 59 godina. Staž u domu za stara i nemoćna lica varira od 7 do 30 godina. Svi ispitanici su žene i imaju fakultetsku diplomu.

Metod i postupak istraživanja / Research method and procedure

Istraživanje je sprovedeno u junu 2024. Podaci su prikupljeni polustrukturiranim intervjuom. Intervjui su snimani diktafonom, za šta je tražena saglasnost učesnika. Pre svakog intervjuja socijalnim radnicima je objašnjena svrha i cilj istraživanja. Intervjui su u proseku trajali 30 minuta. Poverljivost svih primljenih podataka je zagarantovana.

Obrada podataka / Data processing

U obradi podataka koristili smo kvalitativnu analizu, odnosno analizu sadržaja, a jedinica analize su bili intervjui. Empirijski materijal smo uređivali sumiranjem i parafraziranjem govornika, nakon toga odredili rečenicu kao jedinicu kodiranja, a zatim koristili otvoreno kodiranje koje sadrži tri koraka, i to:

- a) dodeljivanje kodova empirijskom materijalu;
- b) udruživanje srodnih kodova u kategorije i
- c) analizu značenja pojmova i kategorija.

Rezultati / Results

Kroz kvalitativnu analizu odgovora socijalnih radnika, odnosno procesa analize sadržaja navedenih istraživačkih pitanja, dobijene odgovore smo kategorisali u dve tematske oblasti:

- 1) po težini i
- 2) izazovi u radu sa starim licima.

Poteškoće u radu sa starijim osobama / Challenges in working with older adults

Analizirajući odgovore socijalnih radnika, identifikovali smo tri teme vezane za poteškoće u njihovom profesionalnom radu: difuzija posla, rad sa porodicom korisnika i položaj socijalnog radnika u ustanovi. U oblasti difuzije poslova definisane su četiri kategorije: zanemarivanje individualnog rada, akcenat na administraciji, preobiman obim posla i nestrukturisan stručni rad.

Zanemarivanje individualnog rada / Neglect of individual work

Zakon o socijalnoj zaštiti (Sl. 157/2013, čl. 11, st. 1), koji navodi principe socijalne zaštite, pominje, između ostalog, princip individualizacije, koji kaže da se prava iz sistema socijalne zaštite osiguravaju u skladu sa sa individualnim potrebama i okolnostima korisnika, uz njegovo aktivno učešće.

U ovom istraživanju socijalni radnici su se više puta osvrnuli na važnost individualnog rada sa korisnicima i napomenuli da je za njih korisnik kao ličnost pre svih papirologije: »Više volim rad sa korisnicima, ali ima mnogo nepotrebne administracije, evidencije, itd. Ako sada morate da zapisujete svaku rečenicu koju uradite, svaki kontakt sa stanarom, to je za mene gubljenje vremena.

Zato više volim da radim sa korisnicima, posećujem, razgovaram, rešavam njihove probleme, motivišem ih, pomažem im da se prilagode.«

Zauzimanje stava da je korisnik u centru profesije socijalnog rada, postavlja korisnika u „vrh“ od prioriteta same profesije sadrži. Pojedinač i njegove potrebe kao najveća vrednost u profesiji socijalnog rada doprinose ostvarivanju cilja delatnosti socijalne zaštite, koja je usmerena na unapređenje kvaliteta života i osnaživanje korisnika za samostalno zadovoljavanje osnovnih životnih potreba i njihovo aktivno uključivanje u životnu sredinu. društva (Zakon o socijalnoj zaštiti, Sl. 33/2012., čl. 3.

Naglašena administracija / Overemphasis on administration

Poslednjih nekoliko godina sve je više administracije u radu socijalnog radnika u domu, a često je, kako navode socijalni radnici, to najveći problem njihovog posla: „U stvarnosti moramo da se posvetimo više se bavimo administrativnim poslovima i trošimo daleko više vremena na to (...) jedan veliki problem je dvostruko vođenje evidencije, s jedne strane imamo kompjuterizaciju, s druge strane moramo sve da vodimo peške.«; "Nepotrebna administracija je problem po mom mišljenju."; „Nažalost, možete da radite sa čovekom ceo dan i da mu pomognete i obavestite porodicu, ali ne možete da stignete da napišete da ste to uradili (...) u suštini niste uradili ništa.

»Mislim da je to najveći problem našeg posla, administrativni zadaci koji opisuju šta treba da radimo sa korisnikom, šta smo uradili, kada planiramo nešto da uradimo, a zbog sve ove velike buke nemamo vremena da budi uz korisnika i sve to zajedno provedi.«. Administracija je postala neizostavni deo posla socijalnog radnika.

Nesumnjivo je neophodno i ima svoje prednosti ako je dobro strukturisano. Međutim, problem nastaje ako je stručnjak više zaokupljen njom nego osobom koja stoji ispred njega i traži njegovu pomoć. Iz navedenih konstatacija možemo zaključiti da je potrebna bolja organizacija rada u pogledu odnosa rada sa korisnicima i vođenja administrativnih poslova.

Previše obiman obim posla / Excessive workload

Socijalni radnici navode da imaju širok obim posla, kao i da često obavljaju poslove koji nisu prvenstveno njihovi, a sve u cilju pružanja što bolje nege korisniku: „Jasno je da su socijalni radnici usklađeni sa potrebe korisnika, ali ponekad i socijalni radnik radi poslove koji nisu naši.“; „Mislim da je opis posla dosta obiman i raznovrstan, te bi ga bilo potrebno strukturirati da se tačno zna šta je opis posla profesionalnog socijalnog radnika...“.

Ove izjave pokazuju potrebu za većim brojem stručnjaka u domovima za stara i nemoćna lica, te uspostavljanje jasnije distinkcije između poslova socijalnih radnika i ostalih zaposlenih u domovima. Čačinović Vogrinčić i dr. (2007) ističu važnost odnosa saradnje u rešavanju problema sa kojima korisnik dolazi. Specijalisti, svako u svojoj oblasti rada, treba da čuju i vide korisnika. Takođe, iz odgovora možemo zaključiti da je potrebno upoznati druge stručnjake sa specifičnom ulogom socijalnog

radnika i razviti bolju komunikaciju i saradnju između stručnjaka različitih profila koji rade u ustanovi.

Nestrukturisan stručni rad / Unstructured professional work

Dotičući se profesionalnih poslova socijalnog rada, ispitanici opisuju profesionalni rad kao nestrukturiran i ističu disparitet između potreba korisnika i administracije: „Mislim da se uklapa, ali možda ne u potpunosti jer smatram da se premalo značaja pridaje radu sa korisnika u opisu posla.“ na neki način se trudimo i stručni smo da prepoznamo potrebe korisnika, starijih ljudi, a sada kada je to usaglašeno, trudimo se.“ Kada govorimo o socijalnom radu sa starim licima u ustanovi, treba uzeti u obzir nekoliko faktora: način i vreme komunikacije sa korisnicima, individualizovan pristup, te poznavanje specifičnih promena u vezi sa godinama i starenjem, posebno promenama izazvanim različitim bolestima.

Takođe treba napomenuti da se u poslednjoj deceniji struktura zdravih i bolesnih korisnika u domovima promenila u korist bolesnih. Vučevac (2006) navodi da se 60%-80% korisnika u domovima otežano kreće ili je nepokretno i da je takođe visoka stopa mortaliteta. Uzimajući u obzir navedeno, treba uzeti u obzir broj stručnih radnika (zdravstveni i nezdravstveni profil), njihovu obrazovanost o populaciji sa kojom rade i bolju organizaciju rada u ustanovi, što je navedeno i u kasnijim izjavama dr. učesnici istraživanja. U oblasti rada sa članovima porodice korisnika iskristalisale su se dve kategorije: nezainteresovanost porodice korisnika za saradnju i pomoć i nepoverenje porodice korisnika u osoblje doma.

Nezainteresovanost porodice korisnika za saradnju i pomoć / Lack of family engagement in collaboration and support

Socijalni radnici su tokom ovog istraživanja više puta naveli da porodica korisnika često pogrešno percipira svoju ulogu nakon smeštanja člana u instituciju, što im kao stručnim radnicima stvara velike poteškoće: »Najčešće odbijaju da sarađuju, čak i ako uspete da pobedite njih preko za posao, vrlo retko možete da nastavite dalju saradnju su najveći problemi sa pratinjom.

Recimo, kada je korisnik primljen u dom, onda nam, na primer, problem prave rođaci kada moraju da prate korisnika. Pa, porodica uglavnom misli kada nekoga smesti u dom, da su rešili sve probleme i da sve ostalo treba da urade socijalni radnici. Promene u današnjem društvu, na ekonomskom i socijalnom planu, odražavaju se i na sistem socijalne zaštite na način da je sadašnja ravnoteža u podeli odgovornosti u pogledu toga šta je odgovornost države, lokalne zajednice, a šta odgovornost, tj. porodična dužnost (Urbanc, 2001).

Prilikom smeštaja korisnika u ustanovu važno je upoznati porodicu i dodatno razjasniti njihovu ulogu, tj. da njihova briga i odgovornost ne prestaju, već poprimaju drugačiji oblik. Međutim, treba napomenuti da mnogi stariji kao razlog dolaska u dom navode poremećene odnose u porodici, koji predstavljaju veliki stres za stariju osobu, kao i samo preseljenje (Štambuk, 1998). Stoga bi rad na izgradnji porodičnih odnosa trebalo da bude važna oblast profesionalnog socijalnog rada, uzimajući u obzir da konflikti i nesrećni odnosi sa odraslom decom doprinose lošem fizičkom i mentalnom zdravlju (Silverstein i Bengston, 1991).

Pošto se društvena mreža smanjuje u starosti, odnosi sa odraslom decom postaju važan izvor uključenosti u porodicu (Johnson i Troll, 1994).

Nedostatak poverenja porodice korisnika u osoblje doma / Lack of trust of the user's family in the nursing home staff

Poverenje, kao osnova svakog odnosa, doprinosi stvaranju kvalitetnih međuljudskih odnosa i od neprocenjivog je značaja za socijalne radnike kada im porodica korisnika veruje da je sve što rade usmereno na dobrobit njihovog člana porodice. Nedostatak poverenja stvara dodatne poteškoće u radu, a to je vidljivo

iz sledećih izjava učesnika istraživanja: da nam ne veruju – to je najveći problem, i ne žive sa njima. Ne poštuju stručno mišljenje socijalnih radnika. Nisu obilazili, nisu kontaktirali majku, oca i traže da sve uradimo kako treba.

Davorka Matić (2000: 185) navodi da je poverenje veoma lako opravdati: u gotovo trivijalnom smislu, obavljanje osnovnih, svakodnevnih životnih aktivnosti zasniva se na poverenju među učesnicima ovih aktivnosti. Kao što je već pomenuto, rad sa porodicom korisnika u vidu informisanja, savetovanja i uključivanja u novi život njegovog člana porodice je izuzetno važan.

Dobra saradnja stručnog osoblja sa članovima porodice korisnika, koja se zasniva na poverenju i razgovoru, pozitivno će uticati na zdravlje novog korisnika i njegovo prilagođavanje.

Istraživanja pokazuju da su interakcije sa ljudima iz spoljašnjeg sveta (pre svega članovima porodice) povezane sa zadovoljstvom u instituciji, dok interakcije unutar institucije nisu (Baltes, Vahl i Reichert, 1992). Opisujući položaj socijalnog radnika u domu za stara i nemoćna lica dobijene su dve kategorije: loš položaj socijalnog radnika u odnosu na druga zanimanja i nedovoljan broj socijalnih radnika.

Loš položaj socijalnog radnika u odnosu na druge profesije / Poor status of social workers compared to other professions

Socijalni radnici navode da su u poređenju sa drugim profesijama koje rade u domu potcenjeni, napominjući više puta da rade u ustanovi socijalne zaštite: To je profesija koja je, da tako kažem, uvek poslednja na lestvici.

Mi smo suštinski Katica za sve jer bez nas sestre ne bi mogle ništa, važan je timski rad, mi smo tu dosta ključna osoba... Imamo najniži koeficijent koji možemo da imamo po stručnom obrazovanju.

Nisam zadovoljan položajem i položajem socijalnog radnika u okviru socijalne ustanove, jer je ovo ipak socijalna ustanova i logično bi bilo da ključno mesto ima socijalna služba, socijalni radnici u domu. Iskustvo sopstvene profesije kao manje važne, odnosno nedovoljno cenjene, svakako loše utiče kako na same socijalne radnike, tako i na timski rad.

Knežević (2003) navodi da je socijalni rad zbog društvene uloge koju je preuzeo postao profesija sa većim ugledom nego pre deceniju ili više.

Profesionalni stres kojem su u velikoj meri izložene pomagačke profesije takođe može doprineti lošoj samopercepciji profesije.

Treba imati u vidu da svi učesnici istraživanja imaju veoma dugo radno iskustvo u ustanovi (7-30 godina).

Nedavna studija Rusca (2011) ukazuje na potrebu nadzora socijalnih radnika u domovima za stara i nemoćna lica i navodi smrt korisnika, nesaradnju i optužbe porodice korisnika, te neprijatna osećanja vezana za rad kao razlozima. Uzajamno poštovanje svih profesija doprinosi kvalitetnijem pružanju usluga u ustanovi, a samim tim i boljoj samopercepciji i zadovoljstvu na poslu.

Zaključak / Conclusion

Starost i starenje treba posmatrati uzimajući u obzir nekoliko aspekata: pripremu za starost na mikro- i makro nivou, promenu uloga starijih u porodici i promene u strukturi same porodice, demografske trendove i njihove implikacije na velike socijalni sistemi kao što su zdravstvo i penzije, prava starijih, kvalitet života, uspešno i aktivno starenje, odnosno dostojanstven život i smrt.

Navedeni aspekti starosti postaju zabrinjavajuća i veoma aktuelna globalna pitanja današnjice, na koja delimično moraju da odgovore socijalni radnici koji rade u domovima za stara i nemoćna lica. Polazna osnova ovog istraživanja bila je potreba da se objedine iskustva stručnjaka, socijalnih radnika u radu sa starim licima koji su smešteni u domovima za stara i nemoćna lica grada Beograda (okružni domovi). Stoga, treba napomenuti da se zaključci ovog istraživanja ne mogu primeniti na celu Srbiju, odnosno na sve tipove domova za stara i nemoćna lica.

Dobijeni rezultati pokazuju da su najznačajniji problemi koje identifikuju socijalni radnici specifičnosti usluga koje zahtevaju individualan rad sa korisnicima, preobimna administracija, preširoki opis poslova socijalnog radnika propisanih propisima, loš položaj socijalnog radnika u sistema, premalo socijalnih radnika u odnosu na broj korisnika. Takođe, potreba, odnosno izazov za profesiju kroz kreiranje standarda za rad socijalnih radnika u ustanovama, kao i kategorizaciju ustanova i potrebu za specifičnim obrazovanjem iz oblasti palijativnog zbrinjavanja, kao i za rad sa ljudima koji boluju od psiho-organskih bolesti.

Istraživanje pokazuje da je uloga socijalnog radnika u ustanovama za stara i nemoćna lica veoma složena, odnosno podrazumeva veoma zahtevan rad u više oblasti (individualna, grupna, porodična, timska), ali i rešavanje različitih problema (administrativnih, među- i unutarorganizacioni), poznavanje komunikacijskih veština specifičnih za starije osobe (kroz savetovanje, pregovaranje, osnaživanje) i mogućnost ličnog i profesionalnog razvoja i usavršavanja kroz obrazovanje.

Neophodno je istaći postojeću dilemu u socijalnom radu, težnju ka profesionalizaciji koja ponekad dovodi do veće birokratizacije i rada sa ljudima koji svakodnevno donosi nove specifične izazove. Jedan od konkretnih primera težnje ka profesionalizaciji odnosi se na dvostruku karakteristiku standarda. S jedne strane ih vidimo kao merljive standarde kvaliteta rada, a sa druge kao norme obima posla.

U osnovi dobijenih rezultata je prepoznavanje potrebe stručnjaka da se više vremena provodi u direktnom radu sa korisnicima. Univerzalizacija usluga često može biti na štetu korisnika, pa je upravo zbog toga za kvalitetan rad potrebna

jasna uloga stručnjaka i poznavanje metoda, ali se moraju predvideti specifične situacije i individualne potrebe korisnika (npr: nekome je potrebno nekoliko sastanke dok ne stekne poverenje u osobu kojoj treba da poveri sopstveni problem).

Dilema između univerzalnog i specifičnog u socijalnom radu je konstanta o kojoj treba razmišljati, posebno u kontekstu socijalnog rada sa starijima. Dobijeni rezultati za socijalne radnike, ali i za nadležne u sistemu socijalne zaštite, visokoškolsko obrazovanje i strukovna udruženja, postavljaju zahtev za ulaganje dodatnih napora u izgradnju identiteta profesije socijalnog rada u cilju unapređenja usluga namenjenih korisnicima.

Očigledna je potreba za permanentnim obrazovanjem kao i restrukturiranjem postojećih ustanova u cilju što boljeg zadovoljavanja potreba korisnika, kao i jasnijom ulogom socijalnog radnika kroz razvoj kompetencija, veština i znanja iz oblasti socijalne zaštite. rad sa starijima.

Literatura / References

1. Hsieh, H.-F., & Shannon, S. E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*.
2. Čaćinović Vogrinčić, G., Kobal, L., Mešl, N., i Možina, M. (2007). Uspostavljanje kooperativnog odnosa i ličnog kontakta u socijalnom radu. Zagreb: Pravni fakultet, Studijski centar za socijalni rad, Zavod za socijalni rad.
3. Vučevac, V. (2006). Reforma strukture domova za stara nemoćna lica i obuka zaposlenih: Perspektiva stvaranja odeljenja za palijativno zbrinjavanje u okviru domova za stara i nemoćna lica. U A. Jušić (ur.), *Palijativna skrb u Hrvatskoj i svijetu* (str. 238-241). Zagreb: Hrvatsko društvo za palijativnu skrb/Hospis HLZ.

4. Urbanc, K. (2001). Etika i vrednosti u socijalnom radu. *Anali socijalnog rada*, 8(2), 153-164.
5. Johnson, C. L., & Troll, L. E. (1994). Constraints and facilitators to friendships in late life. *The Gerontologist*.
6. Baltes, M. M., Vahl, H.-V., & Reichert, M. (1991). Uspešno starenje u ustanovama za dugotrajnu negu. *Godišnji pregled gerontologije i gerijatrije*, 11, 311-337.
7. Knežević, M. (2003). Neka razmišljanja o identitetu profesije socijalnog radnika. *Ljetopis socijalnog rada*, 10(1), 45-60.
8. Mali, J. (2010). Socijalni rad u razvoju institucionalne brige za starije osobe u Sloveniji. *Evropski časopis za socijalni rad*.
9. Povazki, R. D., & Valsh, D. (1999). Palijativna medicina akutne nege: Psihosocijalna procena pacijenata i palijativna medicina primarne nege.
10. Parker, J., & Penhale, B. (1998). *Forgotten people: Positive approaches to dementia care*. Aldershot: Ashgate.
11. Marshall, M., & Tibbs, M. (2006). *Social work and people with dementia: Partnerships, practice and persistence* (2nd revised ed.). Bristol: Policy Press.
12. Chapman, D. G., & Toseland, R. W. (2007). Effectiveness of advanced illness care teams for nursing home residents with dementia. *Social Work*, 52(4), 321-329. doi: 10.1093/sw/52.4.321
13. Ferri, C. P., Prince, M., Brayne, C., Brodaty, H., Fratiglioni, L., Ganguli, M., Sczufca, M. (2005).
14. Global prevalence of dementia: A Delphi consensus study. *Lancet*, 366(9503), 2112-2117. doi: 10.1016/S0140-6736(05)67889-0
15. Koren, C., & Doron, I. (2005). Being a social worker in homes for the aged: The real, the ideal, and the gaps between. *Journal of Gerontological Social Work*, 44(3-4), 95-114. doi: 10.1300/J083v44n03_07
16. Kelchner, E. S. (2001). Social work with older adults in health care and residential settings in the new millennium: A return to the past. *Journal of Gerontological Social Work*, 36(3-4), 115-125. doi: 10.1300/J083v36n03_09
17. Milovanović, M. (1995). *Socijalni rad u ustanovama socijalne zaštite*. Beograd: Udruženje stručnih radnika socijalne zaštite, Savez društva socijalnih Radnika Republike Srbije.

Dehydrated sludge from communal wastewater treatment plant as biosolid fertilizer

Dehidrirani mulj iz postrojenja za prečišćavanje gradskih otpadnih voda kao bio čvrsto đubrivo

DOI: 10.59366/2831-1086.2025.3.6.53

S. Mičević¹, S. Buljubašić², E. Arnautović³, A. Hodžić⁴, J. Sadadinović⁵, L. Ibrahimović⁶

1. Društvo za istraživanje i razvoj, Tuzla;
2. Elektroprivreda, Sarajevo;
3. Društvo za istraživanje i razvoj, Tuzla;
4. "Plant" d.o.o. Tuzla;
5. Evropski univerzitet Kallos, Tuzla,
6. Udruženje „Partnerstvo za zdrav život“, Tuzla

Corresponding autor

Email: snezana.micevic1@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1557-6205>

Abstract: Bosnia and Herzegovina is one of the few countries that disposes of the entire amount of sludge generated in the municipal wastewater treatment process in municipal landfills, as it is classified as non-hazardous waste. The treatment of sludge from municipal wastewater treatment plants (WWTPs) and its potential use in agriculture or for similar purposes—such as floriculture, forestry, pastures, and remediation of degraded land - while adhering to the principles of sustainable development, is becoming increasingly important. Considering this, it is believed that dehydrated sludge from the municipal wastewater treatment plant in Srebrenik has significant potential as a bio-solid fertilizer. This paper presents the results of chemical and microbiological investigations aimed at defining the properties of this sludge and its potential application in agriculture as a bio-solid fertilizer. The research was conducted in two stages: the first involved determining the chemical and microbiological characteristics of the sludge, and the second consisted of in situ experiments in a controlled greenhouse environment on seedlings of ornamental marigold (*Tagetes* spp.) and pepper (*Capsicum* spp.), to assess the effect of different soil and dehydrated sludge mixtures on plant growth. The study demonstrated that the chemical and microbiological composition of the sludge has potential for use as a bio-solid fertilizer in horticulture for the cultivation of flowers and ornamental plants. The application of dehydrated sludge in horticulture could reduce the quantity and costs of sludge disposal in municipal solid waste landfills, while simultaneously enriching the substrate for the cultivation of flowering and ornamental plant species.

Keywords: municipal wastewater treatment plant; dehydrated sludge; bio-solid fertilizer

Sažetak: BiH je jedna od rijetkih zemalja koja cjelokupnu količinu mulja nastalog u procesu prečišćavanja komunalnih otpadnih voda, odlaže na deponiju komunalnog otpada, budući da je isti kategorisan kao neopasni otpad. Tretman mulja sa PPOV-a i mogućnost njegove primjene u poljoprivredi odnosno za slične namjene, kao što su: cvjećarstvo, šumarstvo, pašnjaci, sanacija oštećenih dijelova zemljišta, a sve u skladu sa načelima održivog razvoja, u današnje vrijeme sve više dobiva na važnosti. Uvažavajući navedeno smatramo da dehidrirani mulj iz postrojenja za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda sa PPOV-a u Srebreniku, posjeduje značajan potencijal kao biočvrsto đubrivo. U radu su prezentovani rezultati hemijskih i mikrobioloških istraživanja u cilju definisanja svojstava ovog mulja i mogućnosti primjene u poljoprivredi kao biočvrstog đubriva. Istraživanja su izvršena u dva koraka: prvi – definisanje hemijskih i mikrobioloških svojstava mulja i drugi – „in situ“ ispitivanja u izolovanom plasteniku na sadnicama ukrasnog cvijeća kadifica (*lat. Tagetes*) i paprike (*lat. Capsicum*), radi ocjene efekta razvoja cvjetnih kultura u različitim mješavinama uzoraka tla i dehidriranog mulja. Istraživanjem je utvrđeno da hemijski i mikrobiološki sastav mulja ima potencijal za primjenu kao biočvrsto đubrivo u hortikulturi za uzgoj cvijeća i ukrasnog bilja. Primjenom dehidriranog mulja u hortikulturi smanjila bi se količina i troškovi zbrinjavanja dehidriranog mulja na komunalnim deponijama krutog otpada, a istovremeno bi se obogatio supstrat za uzgoj cvjetnih i ukrasnih biljnih kultura.

Ključne riječi: Postrojenje za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda, dehidrirani mulj, biočvrsto đubrivo

Uvod / Introduction

Postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda (PPOV) grada Srebrenik ima instaliran kapacitet od 12.000 ES u prvoj fazi, odnosno u drugoj fazi 18000 ES (*»Ekvivalent stanovnika (ES)«*). Godišnje na postrojenju za anaerobno-aerobno prečišćavanje otpadnih voda grada Srebrenik nastane oko 210 tona otpadnog mulja kao nusproizvoda prečišćavanja otpadnih voda. Mada dehidrirani mulj predstavlja vrijednu sirovinu prvenstveno u energetskom smislu, a zatim i u poljoprivredi, postojeća praksa zbrinjavanja dehidriranog mulja je deponovanje na deponiju komunalnog otpada, jer se isti definiše kao otpad. Obzirom da se radi o količinama koje nisu zanemarive, osim trajnog gubitka potencijalno korisnog i upotrebljivog otpada i opterećenja gradske deponije, važna stavka u gospodarenju postrojenjem predstavljaju i znatni troškovi deponovanja nastalog mulja.

U svijetu se dehidrirani mulj najčešće koristi u poljoprivredi, budući da je organskog porijekla, čime se prvenstveno smanjuje opterećenje na okoliš, a korisna svojstva mulja valorizuju, otpad jedne grane predstavlja korisnu sirovinu druge, što predstavlja i osnovni koncept industrijske ekologije. (1,2,3) Primjer najboljih raspoloživih praksi korištenja dehidriranog mulja su Njemačka koja od 2.000.000 tona/god suhe tvari mulja 30 % iskoristi u poljoprivredi, i Kalifornija gdje se od 680.000 tona/god suhe tvari mulja, 70 % iskoristi u poljoprivredi.

Detaljna analiza sadržaja ovih muljeva i uspostavljanje optimalnog sistema i modela za praćenje postupka obrade može doprinijeti definisanju konačnog sistema zbrinjavanja kao opcije najbolje raspoložive tehnologije (BAT).

Korištenje dehidriranog mulja u poljoprivredi može imati sljedeće prednosti: smanjuje se korištenje umjetnih gnojiva, smanjeni troškovi proizvodnje, poboljšana plodnost i struktura tla, optimalna vlažnost tla.

Cilj rada je istražiti mogućnost primjene dehidriranog mulja sa PPOV-a u Srebreniku u svrhu korištenja kao biočvrstog đubriva u poljoprivrednim granama. Na ovaj način bi se smanjila količina i troškovi dehidriranog mulja koji se deponuju na komunalnim deponijama krutog otpada.

Provedene aktivnosti / Conducted activities Laboratorijka ispitivanja / Laboratory tests

Za postavljeni cilj rada izvršena su slijedeća ispitivanja: hemijska analiza parametara zagađenih otpadnih voda na ulazu u PPOV Srebrenik, hemijska i bakteriološka analiza prečišćenih voda nakon procesa prečišćavanja, hemijska analiza parametara dehidriranog mulja sa PPOV Srebrenik, bakteriološka analiza dehidriranog mulja sa PPOV Srebrenik (sirovi mulj), bakteriološka analiza dehidriranog mulja sa PPOV Srebrenik, (odstajali mulj) i analiza dehidriranog mulja sa PPOV Srebrenik na sadržaj teških metala. Ispitivanja su izvršena u Federalnom Zavodu za agropedologiju Sarajevo i Institutu za hemijsko inženjerstvo d.o.o. Tuzla, prema BAS ISO standardima.

Rezultati provedenih istraživanja vrednovani su prema odredbama Pravilnika o utvrđivanju dozvoljenih količina štetnih i opasnih materija u zemljištu i metode njihovog ispitivanja, (Službene novine Federacije BiH, broj 96/22) i

Uredbi o upravljanju muljem sa postrojenja za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda (Sl.novine FBiH br.28/24.). (4,5)
 Onovni parametri otpadnih voda u PPOV Srebrenik prikazani su u tabeli 1.i 2.

Tabela 1. Parametri zagađene otpadne vode

Parametar	Koncentracija	Jedinica	Opterećenje
BPK ₅	381	mgO ₂ /l	660
HPK	867	mgO ₂ /l	1500
Suspendirane materije(SM)	451	mg/l	780
Ukupan nitrogen (N)	83	mg/l	144
Ukupan fosfor (P)	21	mg/l	36

Izvor: Projekat: "Pozitivne prakse korištenja mulja komunalnih otpadnih voda", Tuzla 2018.

Na bazi prezentiranih rezultata u tabeli br.1. a prema Uredbi o uslovima ispuštanja otpadnih voda u okoliš i sisteme javne kanalizacije (Sl. novine FBiH br. 26/2020 i 96/2020),

komunalne otpadne vode prikupljene putem javnog kanalizacionog sistema treba da budu podvrgnute adekvatnom pročišćavanju, da bi se mogle ispustiti u površinske vode. (6)

Tabela 2. Efekat rada postrojenja (prečišćavanja)

Parametar	Koncentracija	Jedinica
BPK ₅	< 10	mgO ₂ /l
Suspendirane materije(SM)	< 20	mg/l
Amonijačni nitrogen (NH ₄ -N)	> 90	% otklonjeno
Ukupan nitrogen (N)	> 75	% otklonjeno
Ukupan fosfor (P)	> 60	% otklonjeno
Ukupne bakterije	10.000/100 ml	

Izvor: Projekat: "Pozitivne prakse korištenja mulja komunalnih otpadnih voda", Tuzla 2018.

Poredeći izlazne vrijednosti parametara kvaliteta otpadnih voda iz tabele br. 2. sa ulaznim vrijednostima istih (tabela br.1.), može se zaključiti da je sistem prečišćavanja efikasan i da se prečišćavanjem otpadne vode postiže kvalitet koji zadovoljava ispuštanje u prirodni recipijent rijeku Tinju.

U tabelama 3, 4, 5. i 6. prikazani su rezultati hemijskih i bakterioloških ispitivanja dehidriranog mulja.

Tabela 3. Hemijska analiza parametara dehidriranog mulja sa PPOV Srebrenik

Parametar	Oznaka	Jedinica	Vrijednost	Granična vrijednost (GV) *
Voda	W	%m/m	27,23	40 – 60
Suha tvar	ST	%m/m	72,77	
pH u H ₂ O	pH(H ₂ O)	-	7,01	-
pH u M KCl	pH(KCl)	-	6,91	6,5 – 6,2
Organska tvar- ukupna	OT _{uk}	%m/m	41,38	>46
Nutritivna vrijednost mulja				
Nitrogen (Azot)	N _{uk}	%m/m	1,81	1,6 – 1,9
Kalij	K ₂ O _{uk}	%m/m	0,20	1,3 – 1,6
Fosfor	P ₂ O _{5uk}	%m/m	0,04	1,3 – 1,6

* Čl.12.Poglavlje III-Organika đubriva, Pravilnik o utvrđivanju dozvoljenih količina štetnih i opasnih materija u zemljištu i metode njihovog ispitivanja, (Službene novine Federacije BiH, broj 96/22)

Izvor: Projekat: "Pozitivne prakse korištenja mulja komunalnih otpadnih voda", Tuzla 2018.

Na osnovu prezentiranih rezultata u tabeli br. 3. uočava se da dehidrirani mulj sa PPOV Srebrenik budući da ispunjava najveći dio

zahtjeva koji su propisani u navedenom Pravilniku, te kao takav bi se mogao koristiti kao organsko đubrivo.

Tabela 4. Sadržaj teških metala u dehidriranom mulju sa PPOV Srebrenik

Parametar	Simbol	Jedinica	Vrijednost	Granična vrijednost (GV) **
Cink	Zn	mg/kg	913	2000
Olovo	Pb	mg/kg	51,6	500
Nikl	Ni	mg/kg	58,16	80
Kadmij	Cd	mg/kg	1,059	5
Hrom	Cr	mg/kg	68,6	500
Bakar	Cu	mg/kg	157,6	500
Živa	Hg	mg/kg	0,672	5
Molibden	Mo	mg/kg	6,63	20
Arsen	As	mg/kg	5,78	20
Kobalt	Co	mg/kg	28,8	-

** Uredba o upravljanju muljem sa postrojenja za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda (Sl.novine FBiH br.28/24.).- prilog 1.

Izvor: Projekat: "Pozitivne prakse korištenja mulja komunalnih otpadnih voda", Tuzla 2018.

Analizom sadržaja teških metala u dehidriranom mulju (tabela br. 4.) konstatuje se da ni jedna granična vrijednost za sve navedene teške metale nije prekoračena, naprotiv,

utvrđene vrijednosti su višestruko niže od propisanih graničnih vrijednosti, što sa tog aspekta omogućava primjenu mulja u poljoprivredi.

Tabela 5. Sadržaj organskih zagađivača u mulju

Parametar	Jedinica	Vrijednost	Granična vrijednost (GV) ***
Policiklični aromatski ugljikovodici - PAH	mg/kg	2,781	2,0
Total Petroleum Hydrocarbons - TPH	mg/kg	39,26	1.000****
Insekticidi na bazi hloriranih ugljikovodika – DDT/DDD/DDE	mg/kg	0,214	0,5
Polihlorirani binefili - PBC	mg/kg	0,214	0,05
Drini, dieldrini i eldrini	mg/kg	0,047	-
HCH spojevi	mg/kg	0,094	-

*** Uredba o upravljanju muljem sa postrojenja za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda (Sl. novine FBiH br.28/24.).- prilog 2.

****Norma nije definisana za mulj; usvaja se norma za GV u tlu – Pravilnik o utvrđivanju dozvoljenih količina štetnih i opasnih materija u zemljištu i metode njihovog ispitivanja, (Službene novine Federacije BiH, broj 96/22)

Izvor: Projekat: "Pozitivne prakse korištenja mulja komunalnih otpadnih voda", Tuzla 2018.

U pogledu kretanja sadržaja organskih zagađivača (tabela br.5), konstatuje se da je prisustvo PAH i PBC ugljovodonika iznad propisanih graničnih vrijednosti, što limitira upotrebu ovog mulja u poljoprivredne svrhe. Isti bi se mogao koristiti u hortikulturi.

Tabela 6. Bakteriološka analiza parametara dehidriranog mulja sa PPOV Srebrenik (sirovi mulj).

Pokazatelji	Vrijednost		Granična vrijednost (GV) *****
	Sirovi mulj	Odstajali mulj	
Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u 1 ml/22 °C	4*10 ⁶	3*10 ⁶	-
Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u 1 ml/37 °C	1*10 ⁷	2,4*10 ⁶	-
Ukupne koliformne bakterije - MNP u 1000 ml	>380000	>380000	-
Koliformne bakterije fekalnog porijekla - Eikman-ov test	+	+	< 3 CFU/3g SM
Ukupan broj kvasnica/pljesni u 1 ml/28 °C	4,4*10 ⁶	1,5*10 ⁶	-
Streptokoke fekalnog porijekla	+	+	-
Proteus vrste	+	+	-
Sulfitoredukujuće klostridije u 10 ml	+	+	-
Pseudomonas aeruginosa	+	+	-

***** Uredba o upravljanju muljem sa postrojenja za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda (Sl.novine FBiH br.28/24.).- prilog 3. Izvor: Projekat: "Pozitivne prakse korištenja mulja komunalnih otpadnih voda", Tuzla 2018.

Bakteriološkom analizom dehidriranog mulja (tabela br.6.) utvrđeno je da isti sadrži aerobne mezofilne i koliformne bakterije, te izvjesnu količinu kvasnica. Mulj je pozitivan na prisustvo patogenih bakterija, što je indikator da se isti mora podvrgnuti dezinfekciji, ukoliko se želi koristiti u poljoprivredne svrhe.

„In situ“ ispitivanja / "In situ testing"

Ispitivanja u „In situ“ uslovima su se provodila u izolovanom plasteniku na sadnicama ukrasnog cvijeća (kadifa) i paprike u stakleniku firme "Plant" d.o.o. Tuzla.

U cilju poboljšanja i šire primjene mulja u agrokulturi, te povećanja agronomske vrijednosti mulja, uz sprječavanje neželjenih efekata na okoliš, na jednom uzorku je izvršen tretman mulja živim krečom, čime se broj patogenih mikroorganizama znatno smanjio ili potpuno eliminisao.

Za eksperiment su odabrane mješavine zemlje, tresetnog supstrata i stabiliziranog, odnosno sterilnog dehidriranog mulja, kako je navedeno u tabeli 7.

Tabela 7. Mješavine za ispitivanje

Redni broj uzorka	Sastav mješavine, %m/m		Biljna vrsta/lat.naziv	
	Zemlja/Tresetni supstrat	Komunalni mulj Stabiliziran/Sterilan	Paprika (lat.Capsicum)	Kadifa cvijet (lat. Tagetes)
1	100 zemlja	0 stabiliz.	+	+
2	50 zemlja	50 stabiliz.	+	+
3	70 zemlja	30 stabiliz.	+	+
4	30 zemlja	70 stabiliz.	+	+
5*	50 zemlja	50 (sterilan)	+	+
6	50 tresetni sup.	50 stabiliz.	+	+
7	70 tresetni sup.	30 stabiliz.	+	+
8	33 zemlja+33 treset.sup.	34 stabiliz.	+	+

*Sterilizacija izvršena na cca 5 litara mulja, koji je tretiran živim krečom (CaO) u količini od 0,04 – 0,075 kg.

Izvor: Projekat: "Pozitivne prakse korištenja mulja komunalnih otpadnih voda", Tuzla 2018.



1.



2.

Slika 1. i 2. Razvoj cvjetnica u različitim supstratima

Izvor: Projekat: "Pozitivne prakse korištenja mulja komunalnih otpadnih voda", Tuzla 2018.

Prema razvoju odabranih biljnih vrsta u fazama nicanja, rasta i cvjetanja uočava se da razvoj biljaka u svim mješavinama zemlje/tresetnog supstrata i komunalnog mulja nije zaostajao u odnosu na uzorak br.1. koji je predstavljao etalon za posmatranje efekata razvoja biljaka. Takođe ni kod jednog uzorka nije uočena pojava bolesti ili drugih oštećenja biljaka ni u jednoj fazi razvoja.

Diskusija / Discussion

Na bazi prezentiranih rezultata ispitivanja mogućnosti korištenja dehidriranog mulja, kao ekonomski isplativog nus proizvoda, nastalog procesom prečišćavanja komunalnih otpadnih voda, utvrđeno je:

- Mulj ima visoku vrijednost sadržaja organske mase (~41m/m %), nitroгена (1,81 m/m %), manji sadržaj fosfora i kalija (0,24m/m %), te neutralnu reakciju (pH u KCl 6,5), što ga čini pogodnim za izravno korištenje u poljoprivredi/hortikulturi kao supstrat za uzgoj cvjetnog bilja.
- U cilju poboljšanja i šire primjene mulja u poljoprivredi, te povećanja agronomске vrijednosti mulja, a da se spriječe neželjeni efekti na okoliš, izvršen je tretman mulja živim krečom, čime se broj patogenih mikroorganizama znatno smanjio ili potpuno eliminisao. Na ovaj način ispunjeni su svi preduslovi da se mulj može izravno, bez dodatnih tretmana, koristiti u ostalim granama poljoprivrede.
- Za utvrđivanje mogućnosti korištenje mulja u poljoprivredi urađena je analiza organskih zagađivača, čije koncentracije su u granicama dozvoljenih vrijednosti, osim koncentracija PAH (policiklički aromatski ugljikovodonici) i PCB (polihlorirani bifenili).

- Analizom sadržaja teških metala (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, Mo, As i Co) u dehidriranom mulju nije utvrđeno prisustvo nijednog teškog metala u koncentracijama iznad graničnih vrijednosti, što mulj čini pogodnim za primjenu u poljoprivredi.
- Mikrobiološkom analizom mulja utvrđen je veliki broj aerobnih mezofilnih bakterija i kvasnica, reda veličine 10^6 , što omogućava intenzivnu mikrobiološku aktivnost u tlu,
- Test na patogene mikroorganizme u mulju je pozitivan što dozvoljava primjenu mulja bez tretmana samo u gajenju cvjetnica. Za sve ostale primjene u poljoprivredi neophodan je tretman dezinfekcije.
- Sadržaj mikroorganizama u mulju pogoduje samoprečišćavanju/bioremedijaciji mulja i smanjenju broja štetnih organskih zagađivača PAH i PCB. (7)
- Efekat učinka mulja na rast i razvoj cvjetnica ispitivan na biljnim vrstama cvijeta kadife i paprike, pozitivan je, i prema snimanju osnovnih elemenata rasta eksperimentalnog bilja, nije uočen zaostatak u razvoju niti pojava patogenih stanja kod biljaka za sve smjese navedene u tabeli 7.

Zaključak / Conclusion

Preliminarna ispitivanja dehidriranog mulja iz postrojenja za preradu gradskih otpadnih voda Srebrenik, potvrdila su pozitivan potencijal istog i dovela do generalnog zaključka da dehidrirani mulj iz PPOV ne predstavlja problem nego vrijedan resurs. Iznalaženje mogućnosti upotrebe otpadnog mulja u komercijalne svrhe ili dobivanje energije donijela bi benefite firmi u vidu:

- značajnih smanjenja troškova rada i održavanja sistema za prečišćavanje voda,
- značajnog smanjenja pritiska na okoliš.

Na ovaj način bi se dosadašnji jednosmjerni (linearni) tok proizvodnih aktivnosti, po kojem se iz sirovina dobiva proizvod i otpad, kojeg treba posebno zbrinjavati, zamijenio cikličnim tokom proizvodnih aktivnosti gdje se iz sirovina dobiva proizvod, a nastali otpad usmjerava kao sirovina u novu proizvodnu aktivnost. (7,8)

Najveći izazov za rješenje ovog problema je kojom najboljom dostupnom tehnologijom (BAT – Best available technique), dugoročno rješavati problem otpadnog mulja, tako da to bude ekološki prihvatljivo, energetske efikasno i isplativo.

Literatura / References

1. Pozicijski dokument Aquasan mreže u BiH: Strategija upravljanja muljem s postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda je prioritet, 2021.
2. Foladori, P; Andreottola, G; Ziglio, G (2010) Sludge Reduction Technologies in Wastewater Treatment Plants; IWA Publishing: London, UK.
3. EUR-Lex Directive EU/2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 Amending Directive 2008/98/EC on Waste. Off. J. Eur. Communities 2018, 150, 109–140.
4. Pravilnik o utvrđivanju dozvoljenih količina štetnih i opasnih materija u zemljištu i metode njihovog ispitivanja, (Službene novine Federacije BiH, broj 96/22).
5. Uredba o upravljanju muljem sa postrojenja za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda (Sl.novine FBiH br.28/24).
6. Uredba o uslovima ispuštanja otpadnih voda u okoliš i sisteme javne kanalizacije (Sl. novine FBiH br. 26/2020 i 96/2020)
7. T. Sofilić, (2014), Ekotoksikologija, Sveučilište u Zagrebu.
8. M. Maksimović, (2017), Ekologija i zaštita životne okoline, EU Brčko Distrikt.

Design, formulation and production of film coated medicines

Dizajn, formulacija i izrada film obloženih lijekova

DOI: 10.59366/2831-1086.2025.3.6.62

Jasmina Žigić¹

1. Evropski univerzitet „Kallos“ Tuzla

Corresponding autor

Email: jasmina.jaca.z@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-8816-7754>

Abstract: Tablets are solid dosage forms of medicinal preparations that contain individually measured active substances and are produced by compressing powdered, crystalline, or granulated active ingredients with or without excipients for tableting. Most tablets are administered orally and are absorbed in the oral cavity, stomach, or gastrointestinal tract. Tablet production began in the 19th century, but the technology has significantly advanced over the past few decades. In recent years, following various reforms of pharmaceutical Good Manufacturing Practice (GMP) standards, tablet production has reached unprecedented levels. There are two main methods of tablet production by compression: direct compression and granule compression. These methods differ in the preprocessing steps of the powder or granule mixtures, while the final step-tableting is common to both. As tablet manufacturing technology evolved, so did the machinery, known as tablet presses. Today, modern automated tablet presses can be adapted to produce various types and shapes of tablets. There are two types of tablet presses: eccentric and rotary. Rotary tablet presses are now more widely used due to their advantages, such as uniform tablet hardness and high production capacity. Prior to market distribution, tablets must undergo various quality control procedures as prescribed by pharmacopeial standards.

Keywords: tablets; microencapsulation

Sažetak: Tablete su čvrsti oblici ljekovitih preparata koji sadrže pojedinačno doziranu aktivnu supstancu, a izrađuju se komprimiranjem praškastih, kristalnih ili granuliranih aktivnih supstanci sa ili bez pomoćnih supstanci za tabletiranje. Većina tableta primjenjuje se oralno, a apsorbiraju se u usnoj šupljini, želucu ili gastrointestinalnom traktu. Proizvodnja tableta počela je u 19. stoljeću, ali se tehnologija za njihovu proizvodnju uvelike razvila u posljednjih nekoliko desetljeća. Posljednjih nekoliko godina, uz razne reforme farmaceutskih GMP (good manufacturing practice) normi, proizvodnja tableta narasla je na neviđenu razinu. Postoje dva načina izrade tableta komprimiranjem, a to su direktna kompresija i komprimiranje granulata. Postupci se razlikuju u koracima predobrade mješavine prašaka ili granula, a zajedničko im je zadnji korak, tabletiranje. Kako se razvijala tehnologija proizvodnje tableta tako su se razvijali i uređaji, tzv. tabletirke. Danas su to suvremeni automatizirani uređaji, koji se mogu prilagoditi proizvodnji raznih vrsta i oblika tableta. Postoje dvije vrste tabletirke, ekscentrična i rotacijska. Rotacijske tabletirke se danas više primjenjuju zbog svojih prednosti kao što su ujednačena tvrdoća tableta i veliki kapacitet. Prije distribucije tableta na tržište, one moraju proći razne tehnološke postupke ispitivanja kvaliteta, koji su propisani farmakopejom.

Ključne riječi: tablete, mikrokapsuliranje

Uvod / Introduction

Već vijekovima je proces oblaganja čestica poznat i primjenjiv. O oblaganju čestica pomoću sluzi trputca već iz srednjeg vijeka stoje prvi pisani dokumenti. Već tada su se kao prvi oblici "kamufలాže" okusa koristili med, šećer, guma i smjese različitih mirođija. Pored ovih načina oblaganja tableta, korišteni su još i plemeniti metali poput zlata i srebra.

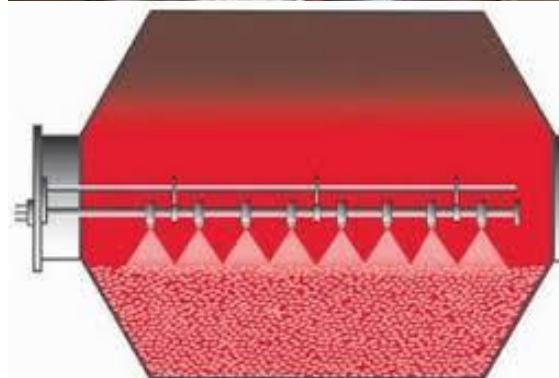
Međutim, u IX. stoljeću je ustanovljeno da veliku ulogu pri razgradnji tablete nosi supstanca kojom je ista obložena. Došlo se do saznanja da se zlato i srebro ne otapaju u gastrointestinalnom traktu, te ni oslobađanje kao ni djelovanje ljekovite supstance ne može biti omogućeno. Cilj ovog rada je istražiti i analizirati tehnologije proizvodnje tableta, te evaluirati utjecaj različitih postupaka proizvodnje na kvalitetu tableta.

Uređaji za oblaganje u farmaceutskoj industriji / Coating equipment in the pharmaceutical industry

Najstariji uređaji za provedbu oblaganja u farmaceutskoj industriji su bubnjevi unutar kojih su smješteni raspršivači. Oblaganje se provodi raspršivanjem otopine po sloju tableta koji se miješa. Naprednija verzija ovih uređaja su perforirani bubnjevi u kojima je ostvarena cirkulacija zraka, čime se postiže bolje i brže sušenje obloženih tableta. U novije su vrijeme razvijeni uređaji s fluidiziranim slojem, u kojima se otopina nanosi na tablete tijekom njihove fluidizacije u struji zraka.

Prednost oblaganja u bubnjevima je manje trošenje tablete, jer se one lagano gibaju uslijed rotacije bubnja. Veličina tableta u ovom procesu nije ograničavajući faktor.

Među nedostatke se ubrajaju dugotrajnost postupka, slabi prijenos tvari i topline, značajne varijacije u kvaliteti filma od tablete do tablete te pojava sparivanja tableta (engl. *twinning*) prilikom preklapanja zona raspršivanja pojedinih raspršivača. Oblaganje u fluidiziranom sloju, pak odlikuje ujednačeni sloj te dobra kontrola kvalitete filma odabirom procesnih uvjeta i načina raspršivanja otopine za oblaganje. Veličina tableta predstavlja ograničavajući faktor ove tehnologije. Tablete ne smiju biti prevelike jer nije moguće postići njihovu fluidizaciju. Zbog intenzivnog gibanja tableta u fluidiziranom sloju izraženija je erozija, posebno kod većih tableta. Preporučena minimalna tvrdoća oblaganih tableta je 20 N.



Slika 1. Prikaz bubnjaza oblaganje: a) fotografija perforiranog bubnja i sloja tableta, b) prikaz raspršivanja otopine za oblaganje

Izvedbe uređaja za oblaganje u fluidiziranom sloju / Designs of fluidized bed coating equipment

Tijekom posljednjih nekoliko desetljeća, razvojem tehnologije fluidiziranog sloja ostvarena su poboljšanja mnogih procesa. Pojavili su se novi raspršivači, zračni filtri te raznolike raspodjelne rešetke kojima se ostvaruju značajno različiti uvjeti strujanja u sustavu te posljedično i drugačija fizička slika promatranog fenomena. Sve je to doprinijelo napretku tehnologije oblaganja u procesnom prostoru s unutarnjim raspršivanjem. (1)

Mikrokapsuliranje / Microencapsulation

Postupak mikrokapsuliranja je zapravo oblaganje čestica aktivne supstance mikroskopskih dimenzija odgovarajućim materijalima zbog poboljšavanja fizičko-hemijskih svojstava ljekovite supstance.

Acetilsalicilna kiselina je najčešće mikrokapsulirana aktivna supstanca. Čestice acetilsalicilne kiseline oblažu se etilcelulozom radi poboljšanja njenog reološkog svojstva. Tako mikrokapsulirana acetilsalicilna kiselina sporije oslobađa aktivnu supstancu u odnosu na prostu formulaciju tablete. Za mikrokapsuliranje aktivnih tvari primjenjuju se različite metode. U procesu mikrokapsuliranja acetaminofena, aktivna tvar se suspendira u vodi uz kontinuirano miješanje. Za oblaganje se koristi etilceluloza, koja se otapa u cikloheksanu.

Pripravljene otopine se miješaju uz zagrijavanje i konstantno miješanje. Kako se cikloheksan isparava zbog temperature, čestice acetaminofena postepeno se oblažu etilcelulozom.

Mikrokapsulirani acetaminofen oslobađa se polako jer etilceluloza, koja nije topiva u vodi, djeluje kao barijera koja usporava difuziju lijeka iz mikrokapsula.

Brzina oslobađanja ovisi o količini etilceluloze u ovojnici koja okružuje čestice acetaminofena. Mikrokapsuliranjem se također smanjuje gorki okus aktivne supstance. Izrada mikrokapsula nije dovoljno standardiziran postupak za proizvodnju reproducibilnih šarži pripravka i često je potrebno miješanje različitih mikrokapsula radi postizanja potrebne brzine otapanja. (2)

Oblaganje u farmaceutskoj industriji / Coating in the pharmaceutical industry

Postoji nekoliko razloga za upotrebu oblaganja u farmaceutskoj industriji, koji se mogu svrstati u tri glavne kategorije: terapijske, tehnološke i marketinške.

Terapijski razlozi odnose se na učinke aktivnih tvari, dok tehnološki faktori uglavnom obuhvaćaju uvjete skladištenja i transporta tableta. S druge strane, marketinški razlozi usmjereni su na brendiranje proizvoda i povezani su s psihološkim aspektima prodaje i promocije.

Tablete se, dakle, oblažu zbog:

- zaštite lijeka od vanjskih utjecaja (vlaga, svjetlost, kisik iz zraka),
- poboljšanja stabilnosti proizvoda,
- maskiranja neugodnog okusa i mirisa,
- lakšeg gutanja tablete,
- identifikacije proizvoda, osiguravajući površinu za nanošenje tiskanih oznaka (ili nanošenjem obloge u boji) u cilju lakšeg prepoznavanja i razlikovanja proizvoda tijekom proizvodnje, distribucije i primjene,
- poboljšanja izgleda proizvoda i bolje prihvaćenosti lijeka od strane pacijenta, što se odnosi na ljepši izgled i boju tablete, glatkoću i sjaj, te ukupnu promjenu percepcije proizvoda,
- poboljšanje mehaničkog integriteta proizvoda – obložene tablete su u pravilu otpornije na mehaničku manipulaciju od neobloženih tableta (pakiranje, transport),
- smanjenja rizika interakcije između inkompatibilnih komponenti u istom proizvodu,
- kontrole mjesta i brzine oslobađanja lijeka. (4,5)

Nekoliko se postupaka oblaganja primjenjuje u farmaceutskoj industriji: oblaganje šećerom, film oblaganje i nanošenje ovojnice pod visokim pritiskom. (6) Dražiranje, ili oblaganje šećerom, je postupak u kojem se tabletne jezgre oblažu slojem šećera. Ovaj proces ima za cilj zaštitu tablete, prikrivanje neugodnog okusa i poboljšanje njenog izgleda.

Sloj nastao dražiranjem brzo se otapa u vodi nakon konzumiranja. Međutim, nedostatak ovog postupka je to što može stvoriti vrlo debelu ovojnicu koja povećava masu tablete za čak 50%, što utiče na njezinu veličinu, a samim time i na troškove transporta.

Oznake na tim tabletama obično se nanose tiskanjem, a cijeli proces je dugotrajan i zahtijeva više faza proizvodnje.

S druge strane, film oblaganje podrazumijeva nanošenje tankog sloja polimera na površinu tablete, pri čemu se stvara sloj debljine od 5 do 50 μm , što povećava masu tablete za 2 do 5%. Ovaj postupak se provodi u jednoj fazi, koristeći samo jednu vrstu opreme.

Kvaliteta nastalog filma ovisi o:

- brzini miješanje čestica,
- vremenu oblaganja,
- brzini doziranja filma za oblaganje,
- koncentraciji otopine,
- viskoznosti otopine,
- veličini kapi koje nastaju raspršivanjem filma za oblaganje.

Postupak oblaganja pod visokim pritiskom se odnosi na nanošenje obloge od suhog praha na tabletu jezgru primjenom visokog pritiska. Moguće je ugravirati oznake na nastalu ovojnicu, što nije uobičajeno za šećerne ili film ovojnice. (7)

Investicija u opremu za komprimiranje je visoka, a osnovna prednost nanošenja obloge pod visokim pritiskom, je u tome što postupak ne uključuje upotrebu otapala. Shodno sve strožim propisima, vezanim uz zaštitu okoliša, nastoji se smanjiti upotrebu organskih otapala koja ga onečišćuju. Pored toga, izbjegavanjem upotrebe organskih otapala smanjuju se troškovi sustava za obradu otpadnih tokova. (8)

Oblaganje filmom / Film coating

Filmski premaz predstavlja uobičajeni korak u proizvodnji tableta, koji može unaprijediti njihov izgled, poboljšati organoleptička svojstva ili olakšati njihovo gutanje. Dodatno, funkcionalni filmski premazi mogu se primijeniti kao dio strategije za stabilizaciju proizvoda, kao i za kontrolu ili odgodu oslobađanja aktivne tvari.

Filmski sloj, zajedno s oblikom i veličinom tablete, definira izgled proizvoda. Istaknute boje i oblici mogu biti važni aspekti imidža marke. Boja također pomaže pacijentu da razlikuje različite lijekove i važan je aspekt usklađenosti. Pacijenti su osjetljiviji kada boja odgovara terapijskoj upotrebi, npr. plava je umirujuća boja i može biti korisna u lijekovima za spavanje. (9)

Polimer je glavni sastojak sredstva za filmsko oblaganje. Obično se koriste esteri celuloze, akrilni polimeri ili kopolimeri. Među najčešće korištenim su hidroksipropilceluloza (HPC), metilceluloza (MC), etilceluloza (EC), hidroksipropilmetilceluloza (HPMC) i sintetski polimetakrilati.

S obzirom na to da polimer čini najveći dio smjese koja formira oblogu, njegova svojstva u velikoj mjeri određuju karakteristike obloge. Stoga je poželjno da odabrani polimer, uz odgovarajuću topljivost, viskoznost i permeabilnost, posjeduje i dobra mehanička svojstva.

U nekim slučajevima, kako bi se poboljšala svojstva obloge, koristi se mješavina dva ili više polimera. Ovakva kombinacija može omogućiti optimalnu kontrolu permeabilnosti premaza, što je važno za zaštitu jezgre tablete od vanjskih utjecaja poput vlage ili svjetlosti.

Međutim, obloga mora imati odgovarajuća mehanička svojstva – trebala bi biti dovoljno čvrsta da izdrži mehaničke udarce tijekom proizvodnje i transporta, ali i dovoljno fleksibilna da se ne razbije ili ne ošteti tijekom gutanja. Također, filmska obloga mora biti sjajna, glatka i neprozirna, kako bi bila estetski prihvatljiva i lako prepoznatljiva korisnicima.

Plastifikatori, koji su tvari niske molekulske mase, mogu poboljšati mehanička svojstva obloge tako što prodiru u makromolekulsku strukturu polimera, čineći ga fleksibilnijim i elastičnijim.

Ova modifikacija nije moguća za polimere s većom kristalnošću, jer molekule plastifikatora ne mogu ući u njihovu strukturu.

Kombinovanjem različitih polimera može se smanjiti temperatura staklastog prijelaza, što omogućava krutim polimernim materijalima da postanu elastičniji. Na taj način se postiže glatka obloga umjesto krhke i staklaste strukture koja lako puca. Ovisno o vrsti polimera, plastifikatori mogu biti tvari poput propilenglikola, glicerola, polietilenglikola, dietilftalata, ricinusovog ulja i drugih.

Pri odabiru plastifikatora treba obratiti pažnju na hlapivost: ukoliko je ona visoka, oslobađanjem plastifikatora iz strukture ovojnice narušavaju se njena zaštitna svojstva. (10) Obojenje filma proizilazi od dodanih boja i pigmenata.

Osim što pružaju estetske prednosti, obojene ovojnice također štite aktivne tvari od utjecaja svjetlosti. Boje koje se koriste u oblogama obično su vodotopive, dok pigmenti nisu topljivi u vodi.

Bijeli pigmenti poput titanijevog dioksida i talka daju osnovnu bijelu boju ovojnicu, a talk dodatno sprječava lijepljenje tableta tijekom procesa oblaganja. Za obojanje se često koriste različiti oksidi i FDGC lakovi (netopljiva bojila koja su odobrena za upotrebu u farmaceutskoj industriji).

Surfaktanti, ili površinski aktivne tvari, smanjuju površinsku napetost, što olakšava prijanjanje obloge uz tabletnu jezgru. Ponekad se dodaju kako bi se spriječilo pjenjenje tijekom pripreme otopine za oblaganje.

Smjesa sastojaka koja se koristi za proizvodnju filmske obloge može se otopiti ili dispergirati u vodi ili organskim otapalima, poput alkohola, ketona ili estera.

Prednost organskih otapala je brže isparavanje: za sušenje vodene disperzije potrebna je tri puta veća količina topline. Međutim, toksičnost, zapaljivost i eksplozivnost organskih otapala te mogući utjecaj na sam proizvod čine ih lošijim izborom. (11)

Boja tableta također je povezana s percepcijama okusa (12) ružičasta se smatra slađom od crvene, dok se žuta smatra slanom bez obzira na stvarne komponente pripravka. (13)

Mnogi stariji pacijenti se trude gutati čvrste oralne oblike doziranja - stanje koje se naziva disfagija. Gutanje može biti olakšano i dizajnom tableta (malim, u obliku kapke) i prisutnošću folije. (14)

Američka FDA pokazala je da odsutnost filmske prevlake može ili smanjiti ili ograničiti pokretljivost tableta u usporedbi s obloženom tabletom iste veličine i oblika. (15)

Aktivni farmaceutski sastojci (API-i) obično imaju gorak okus, što može predstavljati značajan izazov u razvoju oralnih tekućina ili suspenzija, osobito za pedijatrijske pacijente.

Za tablete koje se uzimaju oralno, ovo predstavlja manji problem jer se može riješiti primjenom jednostavnog vodenog filmskog omotača.

Prevlaka djeluje kao fizička barijera između usne šupljine i API, a oblik doziranja obično se proguta u cjelini, što smanjuje mogućnost da solubilizirani lijek bude prisutan u ustima. Međutim, za oblike doziranja koji se ne gutaju u cjelini, npr. tablete za žvakanje, možda će

biti potrebno više pristupačnih slojeva za oblaganje filmom, koji mogu uključivati oblaganje granula kao i jezgre tableta. (16)

Glavna svrha dizajna je spriječiti otapanje u usnoj šupljini, bez utjecaja na brzo otapanje u želucu, čime se osigurava nepromijenjena bioraspoloživost. Enteričko oblaganje nije samo još jedna metoda nanošenja obloge, već specifičan postupak oblaganja koji se primjenjuje iz terapijskih razloga koje smo prethodno spomenuli.

Tabletnu jezgru potrebno je zaštititi od agresivnih uvjeta u želucu kako bi se osigurala kontrola dostave lijeka do crijeva, uz kontrolirano i odgođeno otpuštanje. Enteričko oblaganje sprječava degradaciju osjetljivih aktivnih sastojaka i iritaciju želuca. Ovisno o sastavu jezgre tablete i željenoj brzini otpuštanja, obloga se može nanositi u jednom ili dva sloja.

Klasično enteričko oblaganje koristi polimerni premaz osjetljiv na pH, kako bi se odgodilo oslobađanje određenih lijekova.

Ova metoda koristi se za zaštitu proizvoda od kiselog okruženja u želucu, kao što je slučaj s inhibitorima protonске pumpe, ili za zaštitu želuca od oštećenja prouzrokovanih rutinskom primjenom nesteroidnih protuupalnih lijekova poput aspirina. Polimeri otporni na kiselinu, poput Eudragita L, Kollicoat D i Kollicoat DP, najčešće se koriste za sprečavanje otpuštanja pri pH 1,2, a postaju topivi pri pH iznad 5,5, čime omogućuju oslobađanje lijeka u tankom crijevu.

Neki proizvodi s odgođenim oslobađanjem, poput 5-aminosalicilne kiseline (5-ASA), mogu biti sistemski toksični, pa se koriste za lokalno liječenje iritabilnih bolesti crijeva, posebno u debelom crijevu.

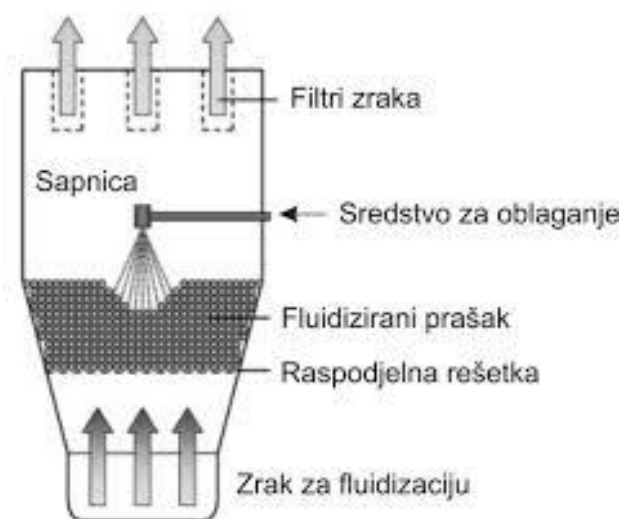
Cilj dizajna ovih proizvoda je odgoditi oslobađanje do trenutka kada lijek dosegne debelo crijevo, a to se postiže korištenjem polimera koji se otpuštaju pri pH iznad 7, kao što su Eudragit S, Eudragit FS i drugi odgovarajući polimeri.

Neki proizvodi koriste oba pristupa, pri čemu se prvi sloj otapa u tankom crijevu ($> \text{pH } 5,5$), oslobađajući dio proizvoda, a drugi sloj se otapa u debelom crijevu ($> \text{pH } 7$). To se može postići upotrebom višeslojnih slojeva ili dobivanja dviju različitih obloženih granula. (17)

Oblaganje s gornjim raspršivanjem / Top-spray coating

U pedesetim godinama prošlog vijeka, proces oblaganja tableta i drugih farmaceutskih čestica vršio se u tzv. top-spray granulatorima, pri

čemu je raspršivač bio smješten na vrhu komore za oblaganje. Jedan od glavnih nedostataka ove metode je neujednačeno nanošenje obloge, jer samo manji broj čestica iz cijelog fluidiziranog sloja dolazi u kontakt s raspršenom otopinom u svakom pojedinom ciklusu. Zbog toga je ukupna efikasnost oblaganja relativno niska. Ključni faktori koji utiču na kvalitet formirane obloge uključuju procesna svojstva, tlak zraka koji se koristi za raspršivanje, te brzinu doziranja otopine ili suspenzije.



Slika 2. Šematski prikaz oblaganja s gornjim raspršivanjem (17)

Tehnika gornjeg raspršivanja djeluje na sličan način kao sušenje u fluidiziranom sloju. (slika 2) Ulazni zrak održava čestice u stanju fluidizacije, dok dvofluidni raspršivač raspršuje otopinu ili suspenziju sredstva za oblaganje i usmjerava je prema nasumično pokrenutom sloju čestica.

Nakon što prođu kroz zonu oblaganja, čestice se kreću prema ekspanzijskoj komori, a zatim se vraćaju u glavni fluidizacijski sloj, gdje se proces kontinuirano ponavlja.

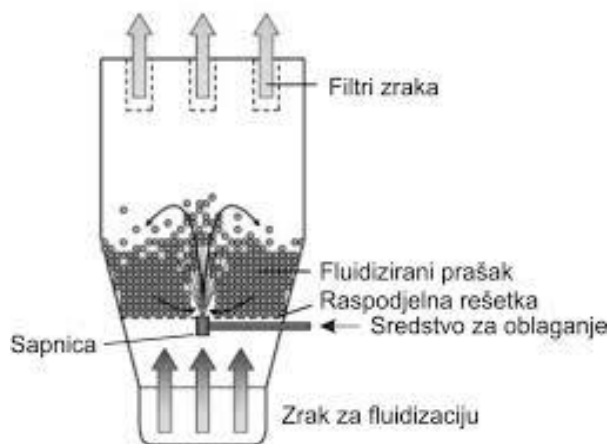
Ova metoda se najčešće primjenjuje za oblaganje čestica veličine najmanje 100 μm . Međutim, postoji nekoliko ograničenja koja mogu uticati na konačnu kvalitetu obloge.

Na primjer, nije moguće precizno kontrolisati udaljenost koju kapljice prijeđu prije nego što dođu u kontakt s površinom čestica jezgra, što može uzrokovati neujednačenost premaza.

Osim toga, jedan od izazova je i isparavanje otapala tokom procesa, što može otežati regulaciju debljine i svojstava obloge. Iako se metoda gornjeg raspršivanja koristi zbog svoje dostupnosti, jednostavnosti i mogućnosti obrade velikih količina materijala, često ne daje zadovoljavajuće rezultate kada su potrebni visok stepen preciznosti i ujednačenosti premaza.

Oblaganje s donjim raspršivanjem / Bottom-spray coating

Tijekom šezdesetih godina prošlog stoljeća, razvijena je opcija inspirirana Wursterovim radom. (18) Metoda donjeg raspršivanja (bottom spray) podrazumijeva nanošenje sredstva za oblaganje odozdo, uz prisustvo dodatnog procesnog elementa – cijevi, koja omogućava drugačiji i recirkulirajući tok tvari unutar sistema (slika 30). Ovaj postupak povećava učestalost sudara između kapljica sredstva za oblaganje i čestica jezgre, čime se postiže veća efikasnost oblaganja uz sporiji proces sušenja. Ova tehnika se primjenjuje za oblaganje čestica čiji je minimalni promjer 100 μm .



Slika 3. Šematski prikaz konvencionalnog oblaganja s donjim raspršivanjem (17)

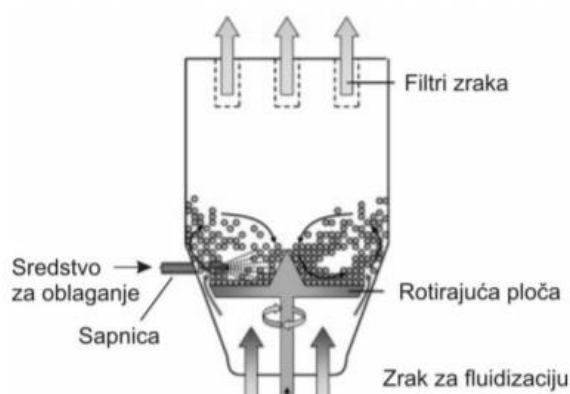
Čestice se zadržavaju u zoni oblaganja nekoliko sekundi, slično kao i kod oblaganja gornjim raspršivanjem. Ovim načinom doziranja lakše je postići željenu fizičku strukturu procesa u odnosu na prethodno spomenutu metodu. Budući da je udaljenost koju kapljice prelaze prije nego što dođu u kontakt s česticama koje se oblažu (jezgra oblaganja) vrlo kratka, isparavanje otapala gotovo je u potpunosti spriječeno.

Kapljice sredstva za oblaganje ravnomjerno se raspoređuju po površini jezgre, formirajući tanak sloj s izvrsnim fizikalnim svojstvima. Ipak, istraživanja pokazuju da i ovaj postupak ima određene nedostatke.

Naime, čestice obložene donjim raspršivanjem često imaju neujednačenu debljinu filma. Ova metoda oblaganja u fluidiziranom sloju posebno je učinkovita za veće čestice, dok kod manjih postoji povećan rizik od aglomeracije zbog visoke koncentracije vlažnih čestica.

Oblaganje u rotacijskom fluidiziranom sloju / Coating in a rotary fluidized bed

Upotreba centrifugalne sile u procesu oblaganja predstavlja relativno nov pristup. Tijekom fluidizacije dolazi do kombinacije triju sila koje omogućuju kretanje čestica po spiralnoj putanji. Centrifugalna sila, generirana rotacijom diska na dnu komore, potiskuje čestice prema stjenkama. Istovremeno, zrak koji ulazi kroz dno komore omogućuje njihovu akceleraciju i podizanje, dok ih gravitacija vraća prema dnu, odnosno prema rotirajućem disku. Raspršivač, smješten neposredno iznad diska i ispod sloja čestica, tangencijalno raspršuje otopinu za oblaganje u odnosu na smjer kretanja čestica. Film nastao ovim postupkom pokazuje kvalitetu usporedivu s onom dobivenom u Wursterovom procesu.

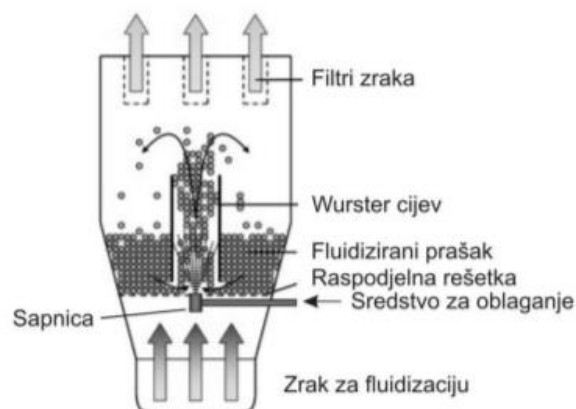


Slika 4. Šematski prikaz oblaganja u rotacijskom fluidiziranom sloju (17)

Oblaganje u fluidiziranom sloju Wurster tehnologijom (Fluidized bed coating using Wurster technology)

Proces oblaganja u fluidiziranom sloju razvio je D.E. Wurster. (17) Po čemu je i cijeli proces dobio naziv „Wursterov proces“. Ovaj uređaj omogućuje jednoliko oblaganje i mikroinkapsulaciju pojedinačnih čestica.

Upravo su Wursterovom tehnologijom oblagane prve komercijalno dostupne filmom obložene tablete. Proizvedene su u laboratoriju Abbott 1954. godine. Daljnji razvoj procesa preuzeo je Mercku postrojenjima u SAD-u i Velikoj Britaniji. (4)



Slika 5. Šematski prikaz oblaganja Wurster tehnologijom (17)

Glavna razlika između konvencionalnog oblaganja u fluidiziranom sloju (slika 4) i Wursterovog procesa (slika 5) leži u načinu kretanja čestica: dok se pri konvencionalnom oblaganju s donjim raspršivanjem čestice kreću nasumično, u Wursterovom procesu one prate unaprijed određenu putanju.

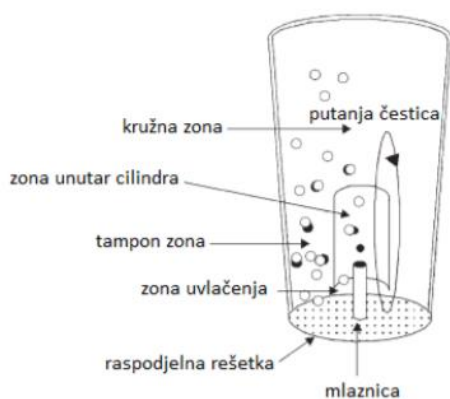
Ovim je osiguran povoljan omjer između vremena izloženosti čestica otopini za oblaganje i vremena sušenja. U procesu oblaganja gornjim raspršivanjem, strujanje čestica povoljno utječe na fizičku sliku procesa mokrog granuliranja.

Međutim, osim željenog oblaganja, mogu se pojaviti i neželjeni fenomeni poput nukleacije, koalescencije i konsolidacije.

Wursterova cijev je dizajnirana na način da čestice prate kružnu putanju, što omogućava da se gotovo isključivo aktivira mehanizam oblaganja.

Ovaj efekt se postiže korištenjem raspodjelne rešetke na dnu procesnog prostora i Wursterove cijevi smještene u središtu tog prostora. Unutrašnjost uređaja za oblaganje s Wursterovom cijevi može se podijeliti u četiri odjeljka:

1. zona uvlačenja ili eruptirajuća zona,
2. zona unutar cilindra,
3. kružna zona i
4. tampon zona (1,19)



Slika 6. Šematski prikaz zona unutar Wursterovog uređaja za oblaganje (10)

- U zoni uvlačenja ili eruptirajućoj zoni, tablete bivaju uvučene u Wursterovu cijev (cilindar). Ovo je područje u kojem tablete dolaze u kontakt s kapljicama otopine za oblaganje iz dvofluidnog raspršivača.
- U drugoj zoni, unutar cilindra, tablete su nošene u struji zraka. U ovom prostoru prevladava proces sušenja.
- Treća, odnosno kružna zona, nalazi se oko Wursterove cijevi; tablete padaju prema dnu komore pod utjecajem gravitacije.

- Četvrta je tampon zona, gdje se čestice postupno skokovito kreću prema eruptirajućoj zoni i proces oblaganja se ponavlja. (20)

Veličina otvora raspodjelne rešetke (slika 6) dizajnirana je tako da su otvori u središtu znatno veći nego na rubovima i okolnim područjima.

Ova raspodjela uzrokuje veći protok zraka i brzinu u središtu, što rezultira time da tablete slijede kružnu putanju. Tablete koje se nađu u zoni s većom brzinom kreću se prema vrhu Wursterove cijevi, a potom padaju u područje niže brzine.

Pod utjecajem gravitacije, čestice padaju prema dnu, a ciklus se ponavlja. Raspršivač, kroz koji se raspršuje otopina za oblaganje, smješten je na dnu zone visoke brzine.

Otopina se isparava dok čestice prolaze kroz Wursterovu cijev, ostavljajući tanak sloj sredstva za oblaganje na njihovoj površini (slika 6). Kretanje čestica u recirkulaciji ponavlja se nekoliko puta dok se ne postigne željeni stupanj obloženosti.

Vrijeme prolaska čestica kroz sve četiri zone može se prilagoditi promjenom razmaka između Wursterove cijevi i raspodjelne rešetke.

Wursterova cijev smanjuje brzinu protoka zraka, omogućavajući česticama da se vrate u zonu oblaganja. Osim toga, ona sprječava međusobno povezivanje čestica, čime se smanjuje mogućnost aglomeracije. Također, uz poboljšanje procesa usmjerenog na putanju čestica, Wursterova cijev utječe na oblikovanje područja u kojem se raspršuju sitne kapljice otopine.

Višerazinski pristup procesu oblaganja u fluidiziranom sloju / Multilevel approach to the fluidized bed coating process

Korisno je kompleksan proces oblaganja u fluidiziranom sloju promatrati višerazinskim pristupom. Makrorazina procesa oblaganja sagledava sadržani fenomen kao kontinuirano nanošenje kapljica otopine za oblaganja masu čvrstog supstrata, popraćeno sušenjem nastale obloge u struji toplog zraka.

Ovo istraživanje usmjereno je prema događajima koji se odvijaju na mezorazini procesa oblaganja. Mezorazina podrazumijeva studij fenomenologije prijenosa tvari između tableta i kapljica odnosno mehanizme kojima se kapljica deponira na česticu i kako isparava. Mikrorazina procesa bavi se teorijama formiranja filma iz vodene otopine i promjenama u položaju polimernih lanaca, do kojih dolazi uslijed isparavanja otapala. (7)

Raspršivanje otopine za oblaganje / Spraying of the coating solution

Uređaji dostupni na tržištu omogućuju upotrebu centrifugalne, tlačne, kinetičke ili ultrazvučne energije te vibracija za stvaranje raspršenja. Fino raspršenje otopine je, srećom, lako postići, premda su fenomeni objedinjeni u procesu raspršivanja kompleksni i stoga nisu u potpunosti shvatljivi. (21)

Za raspršivanje otopine pri oblaganju u fluidiziranom sloju koriste se dvofluidni ili tlačni raspršivači. Otopina se usmjerava u raspršivač pod niskim pritiskom, gdje se razdvaja na sitne kapljice koje zatim, pod visokim pritiskom, izlaze iz raspršivača i ravnomjerno se raspršuju po površini čestica.

Izvedbe dvofluidnih raspršivača mogu biti različite, najčešće se svrstavaju unutar tri osnovne skupine:

- Raspršivač s unutarnjim miješanjem – zrak i kapljevina dolaze u kontakt unutar glave raspršivača;
- Raspršivač s vanjskim miješanjem – kontakt dvaju fluida ostvaruje se izvan otvora raspršivača;
- Pneumatski raspršivač s rotirajućom glavom – kontakt fluida se ostvaruje na obodu rotirajuće glave. (8)

Dvofluidni raspršivač s vanjskim miješanjem / Two-fluid atomizer with external mixing

U jednostavnijim verzijama tih raspršivača obje faze izlaze aksijalno. Zrak za raspršivanje struji u koncentričnom prstenu oko središnje cijevi, kroz koju kapljevina prolazi uz vanjsko miješanje.

U zoni miješanja (L_{mix}) koja se nalazi izvan otvora raspršivača, dolazi do miješanja otopine i zraka.

Ova zona miješanja je vrlo kratka, obično odgovara dužini nekoliko otvora raspršivača. Kako otopina izlazi iz raspršivača, zrak ubrzava kapljice koje nastaju. Povećanje protoka kapljevine i zraka uzrokuje porast relativne brzine strujanja za istu veličinu kapljica.

Ako je protok kapljevine značajno manji od protoka zraka, kapljice usvajaju brzinu strujanja zraka, dok u slučaju većih protoka kapljevine one poprimaju odgovarajuću brzinu (v_d) strujanja pri kraju zone miješanja (jednačina 1):

$$v_d = \frac{v_{zrak}}{\left(1 + \frac{\dot{M}_{otop.}}{\dot{M}_{zrak}}\right)}$$

Primarna svrha raspršivanja kapljica je drastično povećanje njihove površine, što rezultira ubrzanim isparavanjem. U specifičnim uvjetima, učinkovitost ovog procesa doseže svoj maksimum.

Najmanje kapljice nastaju onda kada

$$\dot{M}_{otop.}/\dot{M}_{zrak} \rightarrow 0$$

Isparavanje otapala (sušenje) / Solvent evaporation (drying)

Vjerojatnost sudara je funkcija udaljenosti tablete od otvora raspršivača i njenog položaja u odnosu na druge tablete. U krajnjem slučaju, otapalo ispari za vrijeme puta od otvora raspršivača do površine tablete, te sudar nikako ne može biti uspješan. Usporedno napredovanju procesa sušenja raste viskoznost kapljica, a time i njihov otpor razlijevanju. (10)

Međutim, period širenja je puno kraći u odnosu na period sušenja, te je učinak sušenja na najveći promjer razlijevanja kapljice zanemariv. Isparavanje, dakle, uzima maha u periodu pomicanja kontaktne linije – usporava skupljanje kapljice i pospješuje prijanjanje. (23)

Previsoka temperatura uzrokuje prerano sušenje kapljica otopine za oblaganje, te se one odbijaju pri kontaktu s površinom tablete (nije ostvareno povećanje mase obloge). (7)

Kada tableta napusti zonu unutar Wursterove cijevi, njezina brzina naglo opada. U tom trenutku, dok je još djelomično obložena, mora biti potpuno neljepljiva prilikom pada na dno komore. Ključna stavka u ovom procesu je vrijeme potrebno za sušenje obloge tijekom svakog ciklusa. Tijekom sušenja, čestice se moraju držati odvojene, jer visoka koncentracija čestica i slabe inercijske sile mogu uzrokovati njihovo sparivanje.

Brzo sušenje sloja otopine od amorfnih polimera izaziva naglu promjenu viskoznosti, a pod povoljnim uvjetima može doći do staklastog prijelaza, što sprječava ljepljivost.

Budući da su kapljice elementi koji sačinjavaju konačni sloj obloge, vrlo je važna upravo mogućnost kontrole mehanizma depozicije kapljica, te kinetika sušenja pri sudaru s površinom: putem mehanizma depozicije i kinetike sušenja moguće je postići kontroliranu morfologiju sloja obloge. (7)

Upravo je složenost međusobne ovisnosti procesa prijanjanja, sušenja i močenja (razlijevanja kapljice) glavni razlog zbog kojeg se učinkovitost prijanjanja pri određenim uvjetima i dalje određuje eksperimentalno. (10)

Zaključak / Conclusion

Ovo istraživanje predstavlja optimiziranje procesa, te se temelji na varijaciji procesnih parametara, a provodi se s ciljem određivanja uslova u kojima se postiže najbolja kvaliteta obloge.

Optimiziranje u kojem je baza formulacija je više istraženo u odnosu na optimiziranje temeljeno na procesnim uvjetima.

Posljedica nerazumijevanja mehanizama, koji stoje iza formiranja obloge je prije svega heuristički pristup optimiranju. Veliki broj promjenljivih veličina u ovom pristupu zahtijeva nemali broj pokušaja i dosta vremena.

Konačan proizvod je, gotovo u svim slučajevima, pravi indikator kvalitete. Iz testiranja proizvoda se najčešće ne može zaključiti da li je kvaliteta nastale obloge nepodobna kao ni konkretan uzrok unutar procesa koji je do toga doveo.

Predvidljivost je u farmaceutskoj industriji osobito poželjna zbog toga što je u ranim fazama razvoja raspoloživost aktivne komponente ograničena, te što je unaprijed određeno vremensko razdoblje za razvoj pojedinog proizvoda.

Unatoč čestoj primjeni oblaganja u fluidiziranom sloju, i dalje predstavlja veliki izazov precizno definiranje granica procesa koje balansiraju između zaustavljanja preranog sušenja kapljica sredstva za oblaganje (prije nego dođu u kontakt s površinom) i sprječavanja prekomjernog vlaženja površine.

Kada se ovi uvjeti zadovolje, moguće je kontrolirati ujednačenost obloge i morfologiju filma.

Parametri koji se koriste za opis kvaliteta nastale obloge su: učinkovitost oblaganja, intra-tablet uniformity - ujednačenost filma na jednoj tableti, ocjena kvalitete obloge – ujednačenost filma, inter-tablet uniformity (faktor varijabilnosti ujednačenosti filma u kolektivu među pojedinim tabletama), mehanička otpornost obloge i estetske karakteristike (boja, sjaj, glatkoća).

Može se zaključiti da optimizacija procesa oblaganja u fluidiziranom sloju, temeljena na preciznoj kontroli parametara procesa, može značajno povećati kvalitetu obloge uključujući ujednačenost filma, mehaničku otpornost, estetiku i uniformnost u kolektivu.

Literatura / References

1. Turton, R. (2008). Challenges in the modeling and prediction of coating of pharmaceutical dosage forms, *Powder Technol.* 181. 186–194.
2. Arifin, D.Y., Lee, L.Y., Wang, C.H. (2006). Mathematical modeling and simulation of drug release from microspheres: Implications to drug delivery systems. *Advanced drug delivery reviews.* 58. 1274-1325.
3. Ali, A.A., Sayed, O.M. (2013). Development and characterization of ketorolac tromethamine osmotic pump tablets. *Journal of Drug Delivery Science and Technology.* 23. 275-281.
4. Pranjić, J. (2013). Oblaganje u fluidiziranom sloju Wurster tehnologijom (diplomski rad). Sveučilište u Zagrebu. FKIT. Zagreb.
5. Suzzi, D., Radl, S., Khinast, J.G. (2010). Local analysis of the tablet coating process: Impact of operation conditions on film quality, *Chem. Eng. Sci.* 65. 5699–5715.

6. Rujivipat, S. (2010). Novel formulation and processing aspects for compression-coated tablets and for the compression of polymer-coated multiparticulates. Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades des Doktors der Naturwissenschaften eingereicht im Fachbereich Biologie, Chemie. Pharmazie der Freien Universität Berlin.
7. Laksmana, F.L. (2010). Functional Encapsulation of Small Particles: Quantification and Control of the Morphology of the Coating Layers. University of Groningen, Faculty of Mathematics and Natural Sciences. Groningen.
8. Sundy, E., Danckwerts, M.P. (2004). A novel compression-coated doughnut-shaped tablet design for zero-order sustained release. *Eur.J.Pharm.Sci.* 22(5). 477–485.
9. Color Matters: The color of medications. <https://www.colormatters.com/color-symbolism/the-color-of-medications> . Accessed on 09 September 2017.
10. Werner, S.R.L., Jones, J.R., Paterson, A.H.J., Archer, R.H., Pearce, D.L. (2007). Air-suspension coating in the food industry: Part II —micro-level process approach, *Powder Technol.* 171. 34–45.
11. Bokulić, M. (2014). Učinkovito oblaganje tableta u fluidiziranom sloju promjenom uvjeta provedbe procesa i svojstava materijala. Sveučilište u Zagrebu. FKIT. Zagreb.
12. Delwiche, J. (2004). The impact of perceptual interactions on perceived flavor. *Food Qual. Prefer.* 15. 137–146.
13. Srivastava, R.K., More, A.T. (2010). Some aesthetic considerations for over the-counter (OTC) pharmaceutical products. *Int J Biotechnol.* 11. 267–283.
14. Liu, F., Ranmal, S.L., Batchelor, H.K., Orlu-Gul, M., Ernest, T.B., Thomas, I.W., Flanagan, T., Tuleu, C. (2014). Patient-Centred Pharmaceutical Design to Improve Acceptability of Medicines: Similarities and Differences in Paediatric and Geriatric Populations. *Drugs.* 74. 1871–1889.
15. FDA. (2015). Size, Shape, and Other Physical Attributes of Generic Tablets and Capsules. Guidance for Industry. US Department of Health and Human Services Food and Drug Administration, Center for Drug Evaluation and Research (CDER) June.
16. Sohi, H., Sultana, Y., Khar, R.K. (2004). Taste Masking Technologies in Oral Pharmaceuticals: Recent Developments and Approaches. *Drug Dev Ind Pharm.* 30(5). 429–448.
17. Park, H.J., Jung, H.J., Ho, M.J., Lee, D.R., Cho, H.R., Choi, Y.S., Jun, J., Son, M., Kang, M.J. (2017). Colon-targeted delivery of solubilized bisacodyl by doubly enteric coated multiple-unit tablet. *Eur J Pharm Sci.* 102. 172–179.
18. Wurster, D.C. (1950). Air-suspension technique of coating drug particles –a preliminary report. *J. Am. Pharm. Assoc.* 48(8). 451–456.
19. Karlsson, S., Rasmuson, A., Niklasson Björn, I., Schantz, S. (2011). Characterization and mathematical modelling of single fluidised particle coating. *Powder Technol.* 207. 245–256.
20. Tzika, M., Alexandridou, S., Kiparissides, C. (2003). Evaluation of morphological and release characteristics of coated fertilizer granules produced in a Wurster fluidized bed. *Powder Technol.* 132. 16–24.
21. Dybdahl Hede, P., Bach, P., Jensen, A.D. (2008). Two-fluid spray atomisation and pneumatic nozzles for fluid bed coating/agglomeration purposes: A review. *Chem. Eng. Sci.* 63. 3821–3842.
22. Cheng, X.X., Turton, R. (2000). The Prediction of variability occurring in fluidized bed coating equipment. II. The role of nonuniform particle coverage as particles pass through the spray zone, *Pharm.Dev.Technol.* 5(3). 323–332.
23. Khoufech, A., Benali, M., Saleh, K. (2015). Influence of Liquid Formulation and Impact Conditions on the Coating of Hydrophobic Surfaces. *Powder Technol.* 270. 599–611

Uputstvo autorima / Instructions to authors

O časopisu / About the magazine

Revija za medicinske i tehničke nauke/Journal of Medical and Technical Sciences (Revija), je zvanični recenzirani časopis Evropskog Univerziteta Kallos u Tuzli. Časopis objavljuje uvodnike, stručne i naučne radove, preglede, prikaze bolesnika, lijekova i metoda, prethodna naučna i stručna saopštenja, osvrte, pisma uredništvu, prikaze knjiga i druge priloge. Uslov da isti budu objavljeni je da nisu u istom obliku objavljeni u drugim časopisima ili knjigama. Časopis izlazi dva (2) puta godišnje.

Sadržaj časopisa se može koristiti u nastavne i istraživačke svrhe, uz navođenje izvora. Korištenje ili upotreba sadržaja bez dozvole izdavača nije dozvoljena.

Predaja rukopisa / Manuscript submission

Rukopis, uključujući i priloge, dostaviti u jednom printanom primjerku, kao i elektronski na e-mail: revija@eukallos.edu.ba. Uz rukopis je potrebno priložiti: izjave o autorstvu i prenosu autorskih prava. Rukopisi upućeni bez priloženih dokumenata neće biti razmatrani. Radovi se objavljuju u skladu sa odlukom uređivačkog odbora časopisa. Rukopisi i dostavljeni materijali se ne vraćaju.

Autorstvo / Authorship

Autorstvo je potrebno prilagoditi, odnosno uskladiti sa preporukama Međunarodnog odbora (*International Committee of Medical Journal Editors – ICMJE*). Uz rukopis autori trebaju priložiti pisanu izjavu da su učestvovali u izradi rada ili u prikupljanju podataka, odnosno da su dali pristanak za završnu verziju rada. One koji nisu ispunili kriterije za autorstvo, a učestvovali su na drugi način u izradi rada, treba navesti u dijelu Zahvale. Uz rukopis je potrebno priložiti pisanu izjavu da rad prethodno nije bio objavljen ili prihvaćen za objavu u nekom drugom časopisu. Uz rukopis treba priložiti i izjavu o prenosu autorskih prava na časopis.

Plagiranje i povlačenje rada / Plagiarism and retractions

Uz pomoć odgovarajućih programa radovi će biti provjereni na originalnost i plagiranje, te prekomjernu prijavu publikacije i teksta sa svim sadržajima koji potiču iz drugih izvora. Uređivački odbor traži od autora da se registruju kod ORCID-a (<https://orcid.org>) i prilikom prijave rada dostave ORCID-ov identifikacijski broj (ID).

Sadržaj rukopisa / Manuscript content

- **Naslovna stranica** – Rad mora biti napisan na službenim jezicima i pismu u Bosni i Hercegovini (BiH) i na engleskom jeziku. U naslovu navesti imena i prezimena autora. Također, navesti naziv ustanove u kojima autori rade i nazive ustanova u kojima je rad urađen. Posebno navesti i adresu autora s kojim Uređivački odbor može korespondirati.
- **Sažetak i ključne riječi** - Treba da sadrži strukturirani sažetak (do 200 riječi) u kojem su navedeni cilj rada, materijal (ispitanici) i metode, rezultati i zaključci. U sažetku je potrebno naglasiti nove i važne aspekte studije ili opservacije. Ispod sažetka navesti do 5 ključnih riječi ili kratkih pojmova koji će pomoći pri indeksiranju članka i mogu se objaviti uz sažetak.
- **Uvod** – Uvod je važan dio naučnog članka i predstavlja problem, odnosno pitanja koja se odnose na članak. Treba da bude primjereno kratak i zanimljiv, ali isto tako da objasni cilj istraživanja. U uvodu objasniti razloge istraživanja opisanih u članku, koji su zasnovani na citiranju odgovarajuće literature, te obrazložiti problem stručnim čitaocima. U uvodu ne treba objašnjavati pojmove iz naslova, te jasno odrediti pitanje na koje istraživanje pokušava odgovoriti.

- **Postupci (ispitanici i metode)** - Navesti izbor i sve važne karakteristike ispitanika ili laboratorijskih materijala koji su korišteni. Potrebno je opisati način na koji je istraživanje provedeno. Postoje različiti načini pisanja ovog poglavlja u različitim časopisima. Zato je potrebno da autori prilagode svoj tekst Uputama za autore samog časopisa.

Za lijekove i hemijska sredstva moraju se koristiti generička imena. U tekstovima koji se koriste na službenim jezicima u BiH, koristi se decimalni zarez. Postupci poznati iz literature opisuju se okvirno uz navođenje podatka iz literature. Potrebno je navesti uređaje koji su korišteni u radu. Statističke postupke treba objasniti da bi čitaoc iz izvornih rezultata mogao sam izračunati navedene vjerovatnosti. Ako je korištena računarska obrada podataka mora se navesti statistički program koji je korišten. Za istraživanje na ljudima potrebno je navesti uputstva s Helsinškim etičkim načelima. Kada su u pitanju istraživanja na ljudima ne smiju se navoditi imena, inicijali ili matični brojevi bolesnika. Preporuka je da se navede koje etičko tijelo (komisija) je dalo pristanak za provođenje istraživanja.

- **Rezultati** - Poglavlje Rezultati izražava dobijene podatke nakon provedenog istraživanja. Značaj rezultata potrebno je statistički potvrditi. Potrebno je detaljno opisati statističke metode kako bi se educiranom čitaocu koji ima pristup izvornim podacima omogućilo da potvrdi navedene rezultate. Rezultati se izlažu logičnim redoslijedom u tekstu, tablicama i ilustracijama. U tekstu ne treba ponavljati sve podatke iz tablica ili ilustracija, naglasiti ili sažeti samo bitna zapažanja. Rezultate studije treba usporediti s ostalim relevantnim studijama. Kada je potrebno, mogu se navesti nove hipoteze uz jasnu napomenu da su nove. Tekst Rezultata je zgusnuta i logična priča o rezultatima koji su dobijeni istraživanjem.

- **Diskusija/Rasprava** – Potrebno je naglasiti nove i bitne aspekte studije te zaključke koji su proizašli iz nje. Nije potrebno detaljno ponavljanje podataka niti drugog materijala koji je naveden u uvodnom djelu ili u djelu s rezultatima.

U diskusiji treba objasniti važnost dobijenih rezultata i njihova ograničenja, uključujući i implikacije vezane za buduća istraživanja. Izbjegavati izjave i zaključke koji nisu potpuno potvrđeni dobijenim podacima.

Dakle, svrha ovog poglavlja je u tome da da kritički osvrt na podatke opisane u Rezultatima.

- **Zaključci** - Zaključke treba kvantificirati i prezentirati odgovarajućim indikatorima greške ili odstupanja od mjerenja. Zaključci se izvode na osnovu vlastitih rezultata, odvojeno nakon rasprave, odnosno diskusije.
- **Etika i etički standardi** - U radovima koji se bave istraživanjima na ljudima potrebno je navesti da su postupci provedeni u skladu sa etičkim standardima (Helsinška deklaracija, 1975 i 1983.g.). Ne smije se navoditi ime ispitanika, posebno u ilustrativnim materijalima. Radovi koji se bave istraživanjima na životinjama zahtijevaju poštovanje pravilnika o laboratorijskim životinjama i njihovom korištenju. U slučaju sumnje na plagijat Uređivački odbor će nakon procjene materijal uputiti nadležnom etičkom odboru.
- **Skraćenice / Kratice** - Koristiti samo standardne skraćenice. Puni pojam za koji se koristiti skraćenica mora biti naveden pri njenom prvom korištenju u tekstu, osim ako je riječ o standardnim skraćenicama mjernih jedinica. Skraćenice treba izbjegavati u naslovu rada.
- **Simboli** - U tekstu je potrebno objasniti simbole. U prilogu se može navesti detaljan popis simbola.

- **Tablice** - Naslovi tablica i tekstualni dio tablica moraju biti dvojezični, na službenim jezicima u BiH i na engleskom jeziku. Tablice se ne smiju slati kao fotografije. Svaka tablica mora imati naslov i redni broj prema redoslijedu pojavljivanja u tekstu. Tablica mora biti pregledna i jednostavna. Legende tablica trebaju biti napisane ispod tablice, uz oznaku u tablici u superskriptu. Tablice ne bi trebale ponavljati rezultate koji su prezentirani ranije u drugom radu (npr., u slici).

Za tablice preuzete iz drugih izvora moraju se pribaviti odobrenja za objavu njihovih autora, odnosno da se navede izvor od koga su preuzete. Tablice se ne mogu dostavljati kao slike, potrebno ih je integrisati u tekst. Tablice treba oblikovati što je moguće jednostavnije.

- **Slike** - Opisi slika i tekstualni dio slike moraju biti dvojezični, na službenim jezicima u BiH i engleskom jeziku. Slike trebaju biti profesionalno nacrtane ili snimljene. Slova, brojevi i simboli moraju biti čitljivi i u smanjenom obliku u kojem će se objaviti. Svaka slika mora imati broj prema redoslijedu pojavljivanja u tekstu, ime autora i označenu gornju stranu. Svaki crtež mora imati broj prema redoslijedu pojavljivanja u tekstu i označenu gornju stranu. Crteži trebaju biti pripremljeni za objavu. Fotokopije slika ili fotografija nisu pogodne za reprodukciju. Fotografije osoba mogu se objavljivati samo uz pismeno dopuštenje osobe na fotografiji (ili staratelja) ili osoba mora biti neprepoznatljiva (prekrivanje očiju, lica i sl.). Slike preuzete iz drugih izvora treba popratiti dopuštanjem za objavu od strane izdavača/autora. Ako se dostavljaju u elektronskom obliku, slike/ilustracije moraju biti u formatu TIFF ili JPEG odgovarajućeg kvaliteta, najmanje širine 1500 piksela. Slike/ilustracije u drugim formatima mogu biti prihvaćene samo uz prethodni dogovor s Uređivačkim odborom. Uređivački odbor zadržava pravo da ne objavi slike/ilustracije koje ne zadovoljavaju ove uslove.

- **Literatura (citiranje i pisanje literature)**

Obavezno koristiti uputstva za citiranje literature u skladu sa *Vancouverskim načinom (ICMJE)*. Literatura se navodi rednim brojem, prema redoslijedu citiranja u tekstu (prva referenca nosi broj 1). Citati u tekstu, tablicama i slikama pišu se kao brojevi u zagradama. Prednost Vankuverskog sistema je u tome što štedi prostor, a teksta lakše čitati. Ako rad ima do pet ili manje autora, treba ih navesti sve, a ako ih je više, treba navesti prva tri i dodati: i sar., odnosno et al.

Uputstvo za pisanje rada / Instructions for writing a paper

Radovi se dostavljaju u printanom i elektronskom obliku. Uređivački odbor zadržava pravo da rad prilagodi propozicijama časopisa i standardima navedenih jezika.

Sažetak treba da sadrži do 200 riječi, a ispod njega treba navesti ključne riječi (do 5 riječi) koje su važne za brzu identifikaciju i klasifikaciju sadržaja rada. Sažetak i ključne riječi pišu se na službenim jezicima u BiH i engleskom jeziku. Sažetak sadrži kratak prikaz sadržaja rada iz kojeg se razaznaje njegova svrha, metode istraživanja, rezultati, te zaključak rada. Pišu se (kao i rad) u pasivu.

Obim rada je ograničen do 11 stranica, računajući razmak između riječi, naslove, podnaslove, međunaslove, potpise ispod slika, bilješke, formule i ostale dijelove teksta. U posebnim slučajevima može se odobriti i objavljivanje rada koji prelazi navedeni broj stranica, o čemu odlučuje Uređivački odbor.

Uputstvo o citiranju literature / Instructions on citing literature

• Knjige, monografije - primjer:

1. Kahan BD, Ponticelli C.: Established immunosuppressive drugs: clinical and toxic effects. In: Kahan BD, Ponticelli C (eds): Principles and practice of renal transplantation. Martin Duniz Ltd. 2000; 349-405.
2. Kasiske BL, Snyder JJ, Gilbertson D, Matas AJ.: Diabetes mellitus after kidney transplantation in the United States. Am Transplant 2003, 3(2) 178-85.
3. Ležaić V, Đukanović Lj, Blagojević Lazić R, Radivojević D, Marković V, Petronić V, Borić Z, Marinković J.: Living related kidney donors over 60 years old. Transplant Int 1996;9: 109-114.
4. M. Tabaković, F. Baraković, E. Mešić: Interna medicina kroz prikaze slučajeva, IN SCAN Tuzla, 2019.

Poglavlje u knjizi, ili rad u zborniku

Ime, prezime, inicijal(i) imena autora. Naslov i podnaslov. Podatak o izdanju. Mjesto izdavanja, Izdavač, godina izdavanja.

Poglavlje u knjizi

1. M. Tabaković: Arterijska hipertenzija u pacijenata sa transplantiranim bubregom. U Kardiovaskularne bolesti i komorbiditeti, (ur.) J. Čaluk, D. Lončar, "Šahinpašić", Sarajevo, 2018.

Literatura preuzeta s internetskih stranica

Za Literaturu koja je korištena sa sajta (elektronska) potrebno je navesti punu adresu i datum kada je izvršen uvid na sajtu (google, wikipedia i slične stranice ne mogu biti navedene kao literatura).

Tehnička uputstva za pisanje rada / Technical instructions for writing the paper

• Preporuke za oblikovanje teksta

1. Microsoft Word Document, pisana s dvostrukim proredom (Double Spacing) veličina papira A4 (210 x 297 mm). Od ruba papira, sa lijeve i desne strane do teksta treba ostaviti 2,5 cm razmaka (uobičajen razmak je 2,5 cm.). Iznad i ispod teksta, razmak od ruba papira treba da bude 3,5 cm. Uobičajena veličina slova je 12, font Times New Roman. Poravnanje reda – obostrano, u dvoredu. Odvajanje odlomaka – bez uvlake. Rad se piše u pasivu. Riječi na stranom jeziku navode se u zagradama i kurzivu (italic); npr. (engl. Software), (njem. Netzwerk).
2. Grafički prilozi (tablice, slike, crteži, dijagrami) trebaju biti pripremljeni za crno-bijelu štampu (zbog preglednosti). Veličinu i složenost grafičkih priloga treba prilagoditi formatu časopisa (A4) kako bi se jasno vidjeli svi elementi. Iznad grafičkog priloga piše se naziv, a ispod priloga izvor iz kojeg je preuzet.
3. Stranice teksta nije potrebno numerisati. Naslovi poglavlja i potpoglavlja se numerišu. Naslove poglavlja i potpoglavlja treba pisati istim fontom kao i ostatak teksta. Naslove ne treba uvlačiti. Tekst rada će biti grafički uređivani i prilagođen izgledu časopisa. Poglavlja se pišu jedno za drugim, ne treba prelamati stranice.
4. Preporučuje se radi ekonomičnosti i preglednosti, izvore (upućivanje na druge tekstove, citiranje radova) navoditi u tekstu, a ne u bilješkama. Referenca se stavlja u zagrade u skladu sa Vankuerskim pravilima.
5. **Popratno pismo**
Sadrži ime, adresu i telefonski broj autora koji će komunicirati sa Uređivačkim odborom. U pismu je potrebno navesti mišljenje o kojoj se vrsti članka radi. Uz pismo potrebno je dostaviti izjavu o autorstvu te izjavu o sukobu interesa

6. Zahvala

U zahvali treba navesti sve saradnike koji nisu zadovoljili kriterije za autorstvo, poput osoba koje su pružile tehničku podršku pomoć pri pisanju ili opštu podršku. Financijska i materijalna podrška također treba biti navedena.

Kategorizacija, format i obim rada / Categorization, format and scope of work

Časopis objavljuje radove uz prethodno dobijenu pozitivnu recenziju:

Uvodnik - maksimalno do 3 stranice, 1 slika ili tablica, do 20 referenci, do 5 ključnih riječi, nestrukturirani sažetak do 200 riječi (ako je primjenjivo).

Originalni rad (naučni rad) - maksimalno do 11 stranica, do 6 slika i 6 tablica, neograničeni broj referenci, do 5 ključnih riječi, strukturirani sažetak do 200 riječi (izuzetak su radovi iz istorije medicine koji mogu imati nestrukturirani sažetak).

Stručni rad - maksimalno do 8 stranica; do 5 slika i 5 tablica; neograničeni broj referenci; do 5 ključnih riječi; strukturirani sažetak do 300 riječi (izuzetak su radovi iz istorije medicine koji mogu imati nestrukturirani sažetak).

Kratko saopštenje - maksimalno do 4 stranice; do 3 slike ili tablice; do 15 referenci; do 5 ključnih riječi; strukturirani sažetak do 200 riječi.

Prethodno saopštenje - maksimalno do 4 stranice; do 3 slike ili tablice; do 15 referenci; do 5 ključnih riječi; strukturirani sažetak do 200 riječi.

Prikaz slučaja (*Case Report*) - maksimalno do 6 stranica, do 5 slika ili tablica, broj referenci nije uslovljen, do 5 ključnih riječi, nestrukturirani sažetak do 200 riječi.

Pismo uredniku maksimalno 1000 riječi, do 7 referenci. Ispravka omogućava korekciju grešaka koje su se pojavile pri pisanju, printanju ili u procesu publikacije članaka.

Postupak ocjene rada / Performance evaluation process

Rukopis se tretira kao povjerljiv materijal, a proces ocjene rada provodi se anonimno. Prispjele rukopise najprije procjenjuje uređivački odbor, koji ih šalje najmanje trojici recenzenata anonimno. Pozitivna ocjena dvojice recenzenata smatra se prihvatljivom, te omogućava da rad bude objavljen. Svaki prihvaćeni rad dobija svoj broj i oznaku (ID). Autori će biti obaviješteni o prijemu rada i njegovom broju. Autori se trebaju registrovati kod ORCID-a (<https://orcid.org>) i prilikom prijave rada dostave ORCID-ov identifikacijski broj (ID).

Autor kojega su ostali autori imenovali za korespondenciju učestvuje u ime njih u procesu vezanom za publikaciju rada. Rukopisi i ostali dostavljeni materijali se ne vraćaju.

Etički kodeks časopisa

Časopis slijedi najviše etičke i profesionalne standard, uključivši nultu stopu tolerancije na plagiranje i ostale neprihvatljive oblike ponašanja unutar akademske zajednice. Pri provjeri na plagijat bit će korišten Softverski programi kako bi se utvrdilo poštivanje pravila i dosljednost u citiranju, kao i odvajanja vlastitih stavova i zaključaka od drugih autora. Plagijatom se smatra krivotvorenje rezultata istraživanja, njihovo izmišljanje i predstavljanje stvarnim, manipuliranje postupkom istraživanja, namjerna promjena ili izostavljanje podataka, prisvajanje tuđih rezultata, stavova ili stavova kao svojih, bez navođenja izvora iz kojih su preuzeti, zatim zloupotreba predmeta ili materijala istraživanja, pokušaj zataškavanja eventualnih kršenja etičkih smjernica, lažno predstavljanje interesa, kršenje povjerljivosti, već objavljeni radovi ili dijelovi radova.

Primaju se isključivo neobjavljeni rukopisi. Rukopisi se ne smiju u isto vrijeme slati na recenzentski postupak u druge časopise. Prihvatanje kategoriziranih radova za objavljivanje obvezuje autora da isti članak ne smije objaviti na drugom mjestu bez dopuštenja Uredništva časopisa.

Postupak odabira recenzenata vrši Uredništvo te se za recenzente biraju naučnici, profesori i stručnjaci koji se usko bave problematikom koja se obrađuje u radu koji se šalje na postupak recenzije. U slučaju otkivanja bilo kakva nedopuštenog postupanja, bilo prilikom zaprimanja rada, tokom recenzentskog postupka, nakon recenzentskog postupka ili nakon objavljivanja rada, Uredništvo će se voditi COPE smjernicama u suočavanju s takvim radnjama. U slučaju žalbi autora, bilo na odbijanje radova, kategorizaciju radova ili bilo koji drugi proces u postupku zaprimanja, recenzije i objavljivanja radova, glavni će urednik te žalbe dostaviti Uredništvu časopisa koje će odlučiti o daljnjem postupanju. Revija je časopis u otvorenom pristupu, što znači da se radovi objavljeni u njemu mogu koristiti besplatno za lične ili obrazovne svrhe, uz pravilno navođenje izvora.

Navedeno je u skladu s Creative Commons Attribution Non-Commercial 4.0 International licence (CC BY-NC 4.0 DEED), <https://creativecommons.org/licenses/bync/4.0>.

Časopis ostaje otvoren za raspravu i ispravke navoda nakon objavljivanja radova te će se takve rasprave i ispravke objaviti u sljedećem broju nakon njihova zaprimanja. Pri izradi radova autori moraju poštovati pluralnost ideja i pristupa, iz radova isključiti bilo kakav govor mržnje ili diskriminacije na bilo kojoj osnovi te izbjegavati sukobe interesa u svim oblicima.

Svi autori koji se navode prilikom zaprimanja članka smatraju se odgovornim za sve što je navedeno u istom.

Uredništvo je odgovorno za nadgledanje etičkih standarda časopisa te se autori moraju pridržavati navedenih standarda ako žele objaviti rad u časopisu Revija za medicinske i tehničke nauke.