

FOLIA

PHARMACEUTICA CASSOVIENSIA

Vedecký časopis
UNIVERZITY VETERINÁRSKEHO LEKÁRSTVA
A FARMÁCIE V KOŠICIACH

ISSN 2585-9609

ISSN 2729-790X



2
VIII • 2026



FOLIA PHARMACEUTICA CASSOVIENSIA je vedecký časopis vydávaný Univerzitou veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika. Časopis je vydávaný štvrťročne s príspevkami v slovenskom, českom alebo anglickom jazyku s abstraktom v angličtine.

FOLIA PHARMACEUTICA CASSOVIENSIA is a scientific journal issued by the University of Veterinary Medicine and Pharmacy in Košice, Komenského 73, 041 81 Košice, the Slovak Republic. The journal is published quarterly with articles in English, or Slovak or Czech with English abstracts.

Šéfredaktorka/Editor-in-Chief:

Výkonná redaktorka/Deputy/Managing Editor:

Redakčná rada/Editorial Board:

Jozef Nagy

Jana Koščová

Abu-Darwish, M. S. (Shoubak, Jordan), Boknik, P. (Münster, Germany), Castejon, A. M. (Fort Lauderdale, Florida, USA), Csöllei, J. (Brno, Czech Republic), Deelman, L. E. (Groningen, Netherlands), Devinyak, O. (Uzhhorod, Ukraine), El Naggat, El M. B. A. (Damanshour, Egypt), Getova, D. (Plovdiv, Bulgaria), Kyselovič, J. (Košice, Slovak Republic), Leddy, J. J. (Ottawa, Canada), Mojžiš, J. (Košice, Slovak Republic), Klimas, J. (Bratislava, Slovak Republic), Mučaji, P. (Bratislava, Slovak Republic), Opatřilová, R. (Brno, Czech Republic), Pirník, Z. (Bratislava, Slovak Republic), Pistl, J. (Košice, Slovak Republic), Roh, J. (Hradec Králové, Czech Republic), Šekeroğlu, N., (Turkey, Kilis), Šimůnek, T. (Hradec Králové, Czech Republic), Zitterl, K. (Vienna, Austria)

Vydavateľ/Publisher:

© Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, 2019

Adresa redakcie/Editor Address:

Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika, e-mail: folia.pharma@uvlf.sk

Technická redaktorka/Technical Editor:

Malcovská, J., tel.: +421 915 991 461, e-mail: jana.malcovska@uvlf.sk

Grafická úprava/graphic design:

Báštiová, I.

ISSN: 2585-9609, 2729-790X

EVČ: EV 5741/18

IČO: 00 397 474

On-line verzia časopisu sa nachádza na web sídle Univerzity veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach:
<http://www.uvlf.sk/univerzitne-casopisy/folia-pharmaceutica-cassoviensia-vytlacky>.

FOLIA PHARMACEUTICA CASSOVIENSIA

VYDÁVA
UNIVERZITA VETERINÁRSKEHO LEKÁRSTVA A FARMÁCIE V KOŠICIACH
SLOVAKIA



FOLIA
PHARMACEUTICA CASSOVIENSIA
VIII., 2, 2026

PUBLISHED BY
THE UNIVERSITY OF VETERINARY MEDICINE AND PHARMACY IN KOŠICE
2026

O B S A H

Kozárová, Miriam; Hrabčáková, Dana; Kizeková, Lucia; Kováč, Samuel; Rajnič, Alojz; Kozelová Zuzana: SGLT2 INHIBITOR – ASSOCIATED EUGLYCEMIC DIABETIC KETOACIDOSIS: AN UNDERRECOGNIZED COMPLICATION IN CLINICAL PRACTICE	5
Laca Megyesi, Štefánia: PROBLEMATIKA NEDOSTATKU ZDRAVOTNÍCKYCH PRACOVNÍKOV V LEKÁRŇACH NA SLOVENSKU V OBDOBÍ ROKOV 2013 – 2022 THE PROBLEM OF THE SHORTAGE OF HEALTHCARE WORKERS IN PHARMACIES IN SLOVAKIA IN THE PERIOD OF 2013 – 2022	11
Takáč, Peter; Klímová, Elena; Paraličová, Zuzana: LIEČBA PACIENTOV S LYMSKOU BORELIÓZOU TREATMENT OF PATIENTS WITH LYME DISEASE	18
Havrilová, Soňa; Kolesárová, Mária: ANALÝZA PRESKRIPCIE PENICILÍNŮVÝCH A MAKROLIDOVÝCH ANTIBIOTÍK V KLINICKEJ PRAXI ANALYSIS OF THE PRESCRIPTION OF PENICILLIN AND MACROLIDE ANTIBIOTICS IN CLINICAL PRACTICE.....	27
Nosálová, Natália; Marcinčáková, Dana; Gergely, Dominik; Čížková, Daša; Kalinaj, Blažej; Čobejová, Simona: FARMAKOMODULÁCIA OXIDAČNÉHO STRESU V PRIMÁRNÝCH CHONDROCYTOCH PHARMACOMODULATION OF OXIDATIVE STRESS IN PRIMARY CHONDROCYTES.....	37
Kramarčíková, Laura; Szabóová, Renáta; Turňová, Petra: STRATÉGIA FARMAKOLOGICKEJ TERAPIE HYPERANDROGENNÉHO SYNDRÓMU U ŽIEN V REPRODUKČNOM VEKU STRATEGY FOR PHARMACOLOGICAL THERAPY OF HYPERANDROGENIC SYNDROME IN WOMEN OF REPRODUCTIVE AGE	46
Kuchtová, Dominika; Falis, Marcel: STANOVENIE TOXICITY KLOTRIMAZOLU A TERBINAFINU U ARTEMIA FRANCISCANA DETERMINATION OF TOXICITY OF CLOTRIMAZOLE AND TERBINAFINE IN ARTEMIA FRANCISCANA	59
Lazorčáková, Petra; Beňová, Katarína; Gajdzik, Tomáš: SÚČASNÉ MOŽNOSTI TERAPIE CHRONICKÝCH RÁN DOLNÝCH KONČATÍN CURRENT OPTIONS FOR THE THERAPY OF CHRONIC WOUNDS OF THE LOWER LIMBS	65
Štupáková Laura, Galajda Richard, Dravecká Ingrid, Palko Miroslav: OBEZITA AKO VÝZNAMNÝ RIZIKOVÝ FAKTOR <i>DIABETES MELLITUS</i> 2. TYPU OBESITY AS A SIGNIFICANT RISK FACTOR FOR TYPE 2 <i>DIABETES MELLITUS</i>	74
Podolská, Kristína; Mazánková, Dana; Göbőová, Mária: CONSEQUENCES OF ZINC DEFICIENCY IN PREGNANCY, IMPACT ON MATERNAL AND FOETAL HEALTH	82
Pokyny pre autorov	95



CASE REPORT

SGLT2 INHIBITOR – ASSOCIATED EUGLYCEMIC DIABETIC KETOACIDOSIS: AN UNDERRECOGNIZED COMPLICATION IN CLINICAL PRACTICE

Kozárová, Miriam*; Hrabčáková, Dana; Kizeková, Lucia; Kováč, Samuel; Rajnič, Alojz; Kozelová Zuzana

4th Department of Internal Medicine, Pavol Jozef Safarik University and L. Pasteur University Hospital, Kosice, Slovakia

OPEN ACCESS

*Corresponding author: miriam.kozakova@upjs.sk

Citation: Kozárová Miriam, Hrabčáková Dana, Kizeková Lucia, Kováč Samuel, Rajnič Alojz, Kozelová, Zuzana: SGLT2 Inhibitor – Associated Euglycemic Diabetic Ketoacidosis: An Underrecognized Complication in Clinical Practice. Folia Pharmaceutica Cassoviensia, 2026, 8 (2), 5 – 10.

Received: 15.04.2026

Accepted: 04.05.2026

Published: 30.06.2026

Copyright: 2026 Kozárová Miriam, Hrabčáková Dana, Kizeková Lucia, Kováč Samuel, Rajnič Alojz, Kozelová, Zuzana. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Ethical considerations: When reporting experiments on animals Observation of the ARRIVE guidelines2.0: Updated guidelines for reporting animal research, published in July 14, 2020 (<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000410>), is required. The authors should ensure that all procedures were performed in compliance with the guidelines for animal care of their institutions or with national/international guidelines.

ABSTRACT

Euglycemic diabetic ketoacidosis (euDKA) is a rare but serious complication of sodium-glucose cotransporter 2 (SGLT2) inhibitor therapy that may be difficult to recognize because significant hyperglycemia is often absent. We report the case of a 37-year-old man with a 10-year history of presumed type 2 *diabetes mellitus* (T2DM) treated with metformin, sulfonylurea, dipeptidyl peptidase-4 inhibitor, and SGLT2 inhibitor. He was transferred to our department with severe meta-

bolic acidosis (pH 6.9; base excess -28.5 mmol/L), ketonuria, and blood glucose levels ranging from 3.85 to 10.7 mmol/L in the setting of a soft-tissue infection of the left finger. Further diagnostic evaluation showed marked insulin deficiency, with a low C-peptide concentration, and strong positivity for anti-glutamic acid decarboxylase antibodies (AGAD), resulting in reclassification of diabetes as latent autoimmune diabetes in adults (LADA). The SGLT2 inhibitor was discontinued, and the patient was treated with standard diabetic ketoacidosis management, antibiotic therapy, and an intensified insulin regimen, with subsequent clinical stabilization. This case underscores the diagnostic challenge of euDKA in patients receiving SGLT2 inhibitors and highlights the importance of reassessing diabetes phenotype in atypical presentations. Increased awareness of this complication and appropriate patient education regarding temporary discontinuation of SGLT2 inhibitors during high-risk situations may help reduce morbidity.

Keywords: euglycemic diabetic ketoacidosis; insulin deficiency; latent autoimmune diabetes in adults; sodium-glucose cotransporter 2 inhibitor

INTRODUCTION

Sodium-glucose cotransporter 2 (SGLT2) inhibitors have become the cornerstone part of contemporary type 2 diabetes (T2DM) management owing to their proven cardiovascular and renal benefits. SGLT2 inhibitors exert their glucose-lowering effect by blocking sodium-glucose cotransporter 2 in the proximal renal tubule, thereby reducing glucose reabsorption and increasing urinary glucose excretion. SGLT2 inhibitors exert renoprotective effects by lowering intraglomerular pressure, reducing albuminuria, and slowing progression of chronic kidney disease through favorable hemodynamic and tubular mechanisms. The beneficial effects of SGLT2 inhibitors in heart failure are thought to result from a combination of natriuretic and osmotic diuretic effects, improved cardiorenal hemodynamics, and direct myocardial benefits, including attenuation of inflammation, oxidative stress, and adverse cardiac remodeling, rather than from glucose lowering alone (Seidu et al., 2024). Despite these advantages, SGLT2 inhibitor therapy has been associated with euglycemic diabetic ketoacidosis (euDKA), a rare but serious complication characterized by metabolic acidosis and ketosis in the absence of marked hyperglycemia (Peters et al., 2015; Sampani et al., 2020).

The incidence of euDKA in patients with T2DM receiving SGLT2 inhibitors has been reported to be approximately 0.1% (FDA, 2022). According to FDA data published in 2021, the median time from initiation of SGLT2 inhibitor therapy to the onset of euDKA was 43 days (Erondy, 2015). In another case series, 50% of patients who developed euDKA while receiving SGLT2 inhibitors had identifiable precipitating factors, including acute illness such as infection or surgery, reduced oral intake, fasting, dehydration, alcohol consumption, and reduction or omission of insulin therapy (Sampani et al., 2020; Lee et al., 2020; Long et al., 2021). Fralick et al. in 2017 reported that patients with type 2 diabetes (T2DM) treated with SGLT2 inhibitors had more than a twofold higher risk of diabetic ketoacidosis within 180 days of

follow-up compared with those receiving other oral glucose-lowering agents.

The risk of euDKA is especially relevant in patients with absolute or relative insulin deficiency, including those with previously unrecognized autoimmune diabetes, type 1 *diabetes mellitus* (T1DM). We report a case of euDKA in a 37-year-old patient initially classified as having T2DM whose diagnosis was subsequently after euDKA revised from T2DM to type 1 *diabetes mellitus* (T1DM) / latent autoimmune diabetes in adults (LADA) with absolute insulin deficiency.

EUGLYCEMIC DIABETIC KETOACIDOSIS

EuDKA was first described in 1973 and is characterized by ketoacidosis and electrolyte derangement with only marginal or absent elevation of serum glucose, often <11.0 mmol/L (Munro et al., 1973). The clinical presentation of euDKA is similar to that of conventional DKA and commonly includes malaise, dyspnea, nausea, vomiting, and abdominal pain. The most critical step in diagnosis is maintaining a high index of suspicion, because normoglycemia may be misleading and contributes to the delayed diagnosis.

Any patient with diabetes demonstrating these symptoms should be screened for euDKA with blood pH (acid-base balance) and blood and/or urine ketone testing. Laboratory evaluation in euDKA typically demonstrates high-anion-gap metabolic acidosis, reduced serum bicarbonate, and positive blood or urine ketones in the absence of marked hyperglycemia (Jarvis et al., 2023).

According to the American Diabetes Association (2024), euDKA is defined by the presence of ketosis and metabolic acidosis in the absence of marked hyperglycemia. The diagnostic criteria relevant for euDKA compared to DKA diagnostic criteria are summarized in Tab. 1.

EuDKA is thought to result primarily from a state of carbohydrate deficit that promotes lipolysis and subsequent ketogenesis, ultimately leading to ketoacidosis. The underlying mechanisms can be broadly divided into two categories: glucose loss, such as that

Tab 1: Diagnostic criteria for euDKA according to the American Diabetes Association (2024) compared to DKA diagnostic criteria

Parameter	Normal/Reference range	euDKA criteria	DKA criteria
Blood glucose (mmol/L)	3.9 – 7.8	Often < 13.9 despite ketoacidosis	Usually > 13.9
Arterial pH	7.35 – 7.45	< 7.30	< 7.30
Serum bicarbonate (mmol/L)	22 – 26	< 18	< 18
Ketones in blood (mmol/L)	β -hydroxybutyrate < 0.6	Usually ≥ 3.0	Usually ≥ 3.0
Ketones in urine	Negative/trace	Positive, often $\geq 2+$	Positive, often $\geq 2+$

euDKA = euglycemic diabetic ketoacidosis, DKA = diabetic ketoacidosis, + positivity

Tab. 2: Situations requiring temporary discontinuation of SGLT2 inhibitors

Situation	Recommended action
Acute illness or infection	Temporarily discontinue SGLT2 inhibitors during acute infection, fever, or systemic illness because stress-related hormonal changes increase ketogenesis.
Reduced oral intake or fasting	Interrupt therapy during prolonged fasting, markedly reduced caloric intake, severe gastrointestinal illness, or dehydration.
Major surgery or invasive procedures	Discontinue SGLT2 inhibitors at least 3 days before major surgery; for ertugliflozin, interruption 4 days before surgery is generally recommended.
Dehydration or significant fluid loss	Vomiting, diarrhea, or other causes of significant fluid loss increase the risk of ketosis and should prompt temporary withdrawal.
Marked reduction of insulin secretion	Patients with absolute insulin deficiency, including T1DM/LADA, are at higher risk of euDKA, particularly when insulin doses are reduced
Suspected ketoacidosis	Immediately discontinue SGLT2 inhibitors if nausea, vomiting, abdominal pain, dyspnea, fatigue, or confusion suggest ketoacidosis and assess ketones in blood and/or urine without delay.

euDKA euglycemic diabetic ketoacidosis; LADA latent autoimmune diabetes in adults; SGLT2 sodium- glucose cotransporter 2, T1DM type 1 *diabetes mellitus*

caused by glucosuria (during treatment with SGLT2 inhibitors) or persistent vomiting, and reduced hepatic glycogen stores, as seen in starvation or chronic alcohol use (Plewa, 2023). Clinical situations that predispose to euDKA and warrant temporary discontinuation of SGLT2 inhibitor therapy are listed in Tab. 2.

CASE PRESENTATION

A 37-year-old man with a 10-year history of presumed type 2 *diabetes mellitus* was transferred to the 4th Department of Internal Medicine, L. Pasteur University Hospital, Košice, on 19th August 2024

from a regional hospital in the southeastern part of Slovakia. His outpatient antidiabetic regimen consisted of metformin (2000 mg/day), gliclazide (120 mg/day), sitagliptin (100 mg/day), and empagliflozin (25 mg/day). He had initially been admitted to the regional hospital on 10th August 2024 because of severe metabolic acidosis and ketonuria (pH 6.9; base excess -28.5 mmol/L, bicarbonates 5.10 mmol/L), while blood glucose levels remained within the range of 3.85 – 10.7 mmol/L. During the acute metabolic decompensation, he presented with nausea, vomiting, abdominal pain, weakness, dyspnea, dehydration, and local signs of phlegmon of the left finger. Clinical deterioration occurred after a one-week holiday at

Tab. 3: Clinical and laboratory findings during hospital stay

Parameter	Reference range	10 th August 2024	19 th August 2024	28 th August 2024
pH	7.35 – 7.45	6.90	7.23	7.37
Base excess (BE) (mmol/L)	–4 to +2	–28.5	–19.8	–9.2
Urinary ketones	negative/trace	++++	++++	Negative
Blood glucose (mmol/L)	3.9 – 5.5	10.7	12.9	13.8
C-peptide (µg/L)	1.1 – 4.4	0.26	N/A	0.29
AGAD antibody titer (U/L)	negative	143.30	N/A	135.9
HbA1c (DCCT, %)	< 5.7	9.84	N/A	9.92
CRP (mg/L)	< 5	83.1	31.42	9.64
Procalcitonin (µg/L)	< 0.5	9.15	5.61	0.55

BE base excess; CRP C-reactive protein; AGAD anti-glutamic acid decarboxylase antibody; HbA1c glycated hemoglobin

a thermal pool resort, during which alcohol consumption was confirmed.

Further evaluation at the Intensive Care Unit of the 4th Department of Internal Medicine L. Pasteur University Hospital, revealed a markedly reduced C-peptide concentration (0.26 µg/L), indicating absolute insulin deficiency, and strongly positive AGAD (143.30 U/L), leading to reclassification of the T2DM to latent autoimmune diabetes in adults (T1DM/LADA).

The SGLT2 inhibitor treatment was discontinued immediately. Standard management for diabetic ketoacidosis was initiated, including intravenous fluid replacement, continuous intravenous insulin infusion, correction of electrolyte imbalance, and close monitoring of acid balance. Because of the associated soft-tissue infection, systemic broad-spectrum antibiotic therapy was also administered. After metabolic stabilization, the patient was transitioned to an intensified basal-bolus insulin regimen. Clinical improvement was achieved during 10 days of hospitalization, and the patient was discharged home in stable condition. The most relevant laboratory findings at admission to the regional hospital (10th August 2024) as well as to the 4th Internal Dept. (19th August 2024) and at the discharge (28th August 2024) are summarized in Tab. 3.

DISCUSSION

This case illustrates a typical diagnostic difficulty of euDKA: severe ketoacidosis may occur despite normal or only mildly elevated glucose concentrations. The absence of pronounced hyperglycemia can reduce clinical suspicion and delay appropriate treatment (Peters et al., 2015; Long et al., 2021). In routine practice, the diagnosis should therefore be considered in any patient receiving SGLT2 inhibitor therapy who presents with metabolic acidosis, nausea, vomiting, abdominal pain, dyspnea, or unexplained deterioration, regardless of measured glucose level. The most important step in the diagnosis of euDKA is considering it as an option and not being falsely reassured by the presence of normoglycemia.

Several mechanisms have been proposed to explain SGLT2 inhibitor-associated euDKA. By increasing urinary glucose excretion, these agents lower circulating glucose and insulin concentrations, while simultaneously promoting glucagon secretion, lipolysis, and hepatic ketogenesis. This metabolic setting favors ketosis while maintaining near-normal glycemia (Sampani et al., 2020; Long et al., 2021). Intercurrent infection and alcohol consumption in our patient probably acted as an additional trigger by increasing counter-regulatory hormones and insulin demand.

In the presented case, it is important to distinguish between the underlying predisposing condition and the immediate precipitating factors of euDKA. The key predisposing factor was most likely previously unrecognized autoimmune diabetes (T1DM/LADA), initially misclassified as T2DM. In this metabolic context, SGLT2 inhibitor therapy should not be interpreted as the sole cause of ketoacidosis but rather as an important precipitating factor acting on a background of autoimmune diabetes. Patients with absolute insulin deficiency appear to be particularly vulnerable to euDKA during SGLT2 inhibitor therapy (Danne et al., 2019; Kravos et al., 2024).

Additional triggers, including infection and alcohol intake, may have further increased ketogenesis by enhancing counter-regulatory hormone responses, reducing oral intake, promoting dehydration, and increasing insulin requirements.

Patient education is essential for the prevention of the euDKA. Temporary interruption of SGLT2 inhibitor therapy is recommended during acute illness, prolonged fasting, major surgery, dehydration, or whenever ketoacidosis is suspected (Danne et al., 2019; American Diabetes Association, 2024).

Although the overall incidence of euDKA in patients with type 2 diabetes treated with SGLT2 inhibitors is low, the clinical relevance of this complication is high because delayed diagnosis can lead to severe metabolic deterioration (Liu et al., 2020). Broad use of SGLT2 inhibitors in diabetology, cardiology, and nephrology further increases the importance of awareness across specialties of internal medicine (Seidu et al., 2024).

CONCLUSION

Euglycemic diabetic ketoacidosis is an uncommon but clinically important complication of SGLT2 inhibitor therapy. This case demonstrates that euDKA should be considered even when blood glucose is normal or only mildly elevated.

This case underscores the need to reassess diabetes phenotype in atypical presentations, as unrecognized

autoimmune diabetes may increase susceptibility to euDKA, particularly in the presence of triggers such as fasting, reduced carbohydrate intake, acute illness, infection, dehydration, perioperative stress, alcohol intake, or reduced insulin availability.

Data availability

Data supporting this case report are available from the corresponding author on reasonable request, with due protection of patient privacy.

Ethical aspects

Written informed consent for publication was obtained from the patient.

Conflict of interest

The authors declare that they have no conflicts of interest related to this manuscript.

Funding

No funding for this manuscript.

REFERENCES

- American Diabetes Association: Hyperglycemic crises in diabetes. *Diabetes Care*, 2024, 47 (Suppl. 1), 109 – 120. DOI: 10.2337/dc24-S007
- Danne, T., Garg, S., Peters, A. L., Buse, J. B., Mathieu, C., Pettus, J. H., Alexander, C. M., Battelino, T., Ampudia-Blasco, F. J., Bode, B. W., Cariou, B., Close, K. L., Dandona, P., Dutta, S., Ferrannini, E., Fournanos, S., Grunberger, G., Heller, S. R., Henry, R. R., Kurian, M. J., Kushner, J. A., Oron, T., Parkin, C. G., Pieber, T. R., Rodbard, H. W., Schatz, D., Skyler, J. S., Tamborlane, W. V., Yokote, K., Philip, M.: International consensus on risk management of diabetic ketoacidosis in patients with type 1 diabetes treated with sodium-glucose cotransporter (SGLT) inhibitors. *Diabetes Care*, 2019, 42 (6), 1147 – 1154. DOI: 10.2337/dc18-2316
- Erondu, N., Desai, M., Ways, K., Meininger, G.: Diabetic ketoacidosis and related events in the canagliflozin type 2 diabetes clinical program. *Dia-*

betes Care. 2015, 38, 1680 – 6. DOI: 10.2337/dc15-1251.

Fralick, M., Schneeweiss, S., Patorno, E.: Risk of diabetic ketoacidosis after initiation of an SGLT2 inhibitor. *N Engl J Med*. 2017, 376, 2300 – 2. DOI: 10.1056/NEJMc1701990.

Jarvis, P.: Euglycemic diabetic ketoacidosis: a potential pitfall for the emergency physician. *Clin Exp Emerg Med*. 2023, 10 (1), 110 – 113. DOI: 10.15441/ceem.22.410.

Kravos Tramsek, N. A., Koceva, A.: From sweet to sour: SGLT-2-inhibitor-induced euglycemic diabetic ketoacidosis. *J. Pers. Med.*, 2024, 14 (7), 665. DOI: 10.3390/jpm14070665

Lee, I. H., Ahn, D. J.: Dapagliflozin-associated euglycemic diabetic ketoacidosis in a patient with type 2 diabetes mellitus: a case report. *Medicine* (Baltimore) 2020, 99, e20228. DOI: 10.1097/MD.00000000000020228.

Liu, J., Li, L., Li, S., Wang, Y., Qin, X., Deng, K., Liu, Y., Zou, K., Sun, X.: SGLT2 inhibitors and risk of diabetic ketoacidosis in patients with type 2 diabetes: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Obes. Metab.*, 2020, 22 (9), 1619 – 1627. DOI: 10.1111/dom.14075

Long, B., Lentz, S., Koyfman, A., Gottlieb, M.: Euglycemic diabetic ketoacidosis: etiologies, evaluation, and management. *Am. J. Emerg. Med.*, 2021, 44, 157 – 160. DOI: 10.1016/j.ajem.2021.02.015

Munro, J. F., Campbell, I. W., McCuish, A. C., Duncan, L. J.: Euglycaemic diabetic ketoacidosis. *Br Med J*. 1973, 2, 578 – 80. DOI: 10.1136/bmj.2.5866.578.

Peters, A. L., Buschur, E. O., Buse, J. B., Cohan, P., Diner, J. C., Hirsch, I. B.: Euglycemic diabetic ketoacidosis: a potential complication of treatment with sodium-glucose cotransporter 2 inhibition. *Diabetes Care*, 2015, 38 (9), 1687 – 1693. DOI: 10.2337/dc15-0843

Plewa, M. C., Bryant M., King-Thiele, R.: Euglycemic Diabetic Ketoacidosis. 2023 Jan 29. In: *StatPearls*, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554570/> [Accessed April 14, 2026].

Sampani, E., Sarafidis, P., Papagianni, A.: Euglycaemic diabetic ketoacidosis as a complication of SGLT-2 inhibitors: epidemiology, pathophysiology, and treatment. *Expert Opin. Drug Saf.*, 2020, 19 (6), 673 – 682. DOI: 10.1080/14740338.2020.1764532

Seidu, S., Alabraba, V., Davies, S., Newland-Jones, P., Fernando, K., Bain, S. C., Diggle, J., Evans, M., James, J., Kanumilli, N., Milne, N., Viljoen, A., Wheeler, D. C., Wilding, J. P. H.: SGLT2 inhibitors - the new standard of care for cardiovascular, renal and metabolic protection in type 2 diabetes: a narrative review. *Diabetes Ther.*, 2024, 15 (5), 1099 – 1124. DOI: 10.1007/s13300-024-01550-5

U.S. Food and Drug Administration: FDA revises labels of SGLT2 inhibitors for diabetes to include warnings about too much acid in the blood and serious urinary tract infections. *FDA Drug Safety Communication*, 2015. Revised 2022. Available from: <https://www.fda.gov/drugs/drug-safety-and-availability/fda-drug-safety-communication-fda-revises-labels-sgl2-inhibitors-diabetes-include-warnings-about>. [Accessed April 14, 2026].



PÔVODNÁ ŠTÚDIA

PROBLEMATIKA NEDOSTATKU ZDRAVOTNÍCKYCH PRACOVNÍKOV V LEKÁRŇACH NA SLOVENSKU V OBDOBÍ ROKOV 2013 – 2022

THE PROBLEM OF THE SHORTAGE OF HEALTHCARE WORKERS IN PHARMACIES IN SLOVAKIA IN THE PERIOD OF 2013 – 2022

Laca Megyesi, Štefánia*

Katedra lekárnenstva a sociálnej farmácie, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach; Slovenská republika

OPEN ACCESS

*Korešpondenčný autor: stefania.lacamegyesi@uvlf.sk

Citovanie: Laca Megyesi, Š.: Problematika nedostatku zdravotníckych pracovníkov v lekárňach na Slovensko rokov 2013 – 2022. Folia Pharmaceutica Cassoviensia, 2026, 8 (2), 11 – 17.

Prijaté: 24.04.2026

Akceptované: 04.05.2026

Publikované: 30.06.2026

Copyright: 2026 Laca Megyesi, Š. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Etické aspekty: Pri popise experimentov vykonávaných na zvieratách sa uvádza, či boli schválené etickou komisiou a či boli dodržané príslušné aktuálne legislatívne opatrenia, ktoré sa vzťahujú na túto oblasť ako aj číslo povolenia Štátnej veterinárnej a potravinovej správy SR. Pri klinických štúdiách sa uvádza, či boli schválené príslušnou etickou komisiou.

v slovenských lekárňach. Z našej analýzy počtu zariadení lekárenskej starostlivosti vyplýva, že za obdobie 10 rokov ich počet stúpol o 18,1 %. Počet verejných lekární vzrástol o 22,3 %. Zo spracovaných údajov vyplýva, že v sledovanom období rokov 2013 až 2022 počet farmaceutov vzrástol. Od roku 2013 pribudlo v slovenskom zdravotníctve 1300 farmaceutov (nárast o 28,1 %). Z hľadiska vekovej štruktúry sme zaznamenali, že najväčšou skupinou boli farmaceuti vo veku 25 až 29 rokov.

Kľúčové slová: farmaceut; pracovná záťaž; verejná lekáreň

ABSTRAKT

Nedostatok zdravotníckych pracovníkov sa stáva celosvetovým problémom. Mnohé zdravotnícke systémy čelia problému starnutia pracovnej sily a nedostatočnému počtu nových zamestnancov. Medzi ďalšie faktory, ktoré zapríčiňujú nedostatok zdravotníckych pracovníkov patria rozpočtové obmedzenia, mobilita pracovnej sily, kvalita pracovného prostredia a iné. Vzhľadom na uvedené fakty sme si za cieľ prieskumu stanovili analýzu dostatku (prípadne nedostatku) pracovnej sily

ABSTRACT

The shortage of health workers is becoming a global problem. Many health systems are facing the problem of an aging workforce and insufficient numbers of new employees. Other factors causing shortages of health workers include budget constraints, workforce mobility, the quality of the work environment, and other factors. In view of these facts, the aim of this work was to analyze the sufficiency (or lack) of workforce in Slovak pharmacies. Our analysis shows that the num-

ber of pharmaceutical care facilities increased by 18.1% over a period of 10 years. The number of public pharmacies increased by 22.3%. It follows from the analyzed data that the number of pharmacists increased in the monitored period from 2013 to 2022. Since 2013, 1,300 pharmacists have joined the Slovak healthcare system (an increase of 28.1%). In terms of age structure, the largest group consisted of pharmacists aged 25 to 29.

Keywords: pharmacist; public pharmacy; workload

ÚVOD

Sektor zdravotníctva čelí v súčasnom období mnohým výzvam. Jednou z výziev je starnutie obyvateľstva, čím dochádza k zvýšeniu dopytu po zdravotnej starostlivosti. Starnutie obyvateľstva sa dotýka aj samotnej pracovnej sily v zdravotníctve. Očakáva sa, že podiel zdravotníckych pracovníkov bude stagnovať a v niektorých krajinách klesať. Výsledkom môže byť nedostatok zdravotníckych pracovníkov. Medzi ďalšie problémy, ktoré ovplyvňujú pracovnú silu zaraďujeme technologické inovácie, meniace sa požiadavky na zdravotnú starostlivosť a migráciu zdravotníckych pracovníkov (Zavedené zdravotné štatistiky 2023).

Cieľom prieskumu bola analýza dostatku (prípadne nedostatku) dostupnosti pracovnej sily v slovenských lekárňach.

METODIKA

Ako zdrojové dáta pre vypracovanie prieskumu slúžili dostupné údaje zo Štatistického úradu, Zdravotnícke ročenky Národného centra zdravotníckych informácií a databázy Eurostatu. Zo spracovaných údajov sme zmapovali situáciu v oblasti farmácie na Slovensku. Spracovali sme údaje o vývoji počtu zariadení lekárenskej starostlivosti, farmaceutov. Získané poznatky sme porovnávali s inými krajinami EÚ.

VÝSLEDKY

V prvej časti prieskumu sme sa sústredili na analýzu počtu zdravotníckych zariadení v období rokov 2013 – 2022 v Slovenskej republike. Potrebné údaje sme zozbierali zo Zdravotníckych ročeniek NCZI. Z analýzy vyplýva, že počet zdravotníckych zariadení v sledovanom období mal stúpajúcu tendenciu. Z celkového počtu zdravotníckych zariadení zariadenia lekárenskej starostlivosti tvorili v priemere 14,4 %. Výsledky analýzy poukazujú na fakt, že počet zariadení lekárenskej starostlivosti za posledných 10 rokov stúpa. V porovnaní rokov 2013 a 2022 počet zariadení lekárenskej starostlivosti stúpol o 18,1 %.

V roku 2022 tvorili verejné lekárne až 86,2 % z celkového počtu zariadení lekárenskej starostlivosti. Najmenšie zastúpenie mali verejné lekárne zriadené ako výučbové základne (0,05 %) a výdajne audioprotetických zdravotníckych pomôcok (0,4 %). Počas sledovaného obdobia od roku 2013 došlo k viac ako 22,3 % nárastu počtu verejných lekární a k 26,3 % nárastu počtu pobočiek verejnej lekárne. Výdajne audioprotetických zdravotníckych pomôcok mali v roku 2022 jedno z najmenších zastúpení, ale ich počet od roku 2013 do roku 2022 narástol o 33,3 %. Počet výdajní zdravotníckych pomôcok za posledných 10 rokov klesol o 7,7 % (pokles o 8 výdajní).

Počet lekární sa v sledovanom období vo všetkých krajoch zvýšil. Najväčší rozdiel medzi rokom 2013 a 2022 bol zaznamenaný v Žilinskom kraji (24,5 %). Nasledoval Prešovský kraj (21,5 %) a v Bratislavskom kraji sme zaznamenali 19,9 % nárast. Podľa našich zistení bol najnižší nárast v Košickom kraji (10,7%). Najvyšší počet lekární bol zaznamenaný v Bratislavskom kraji (2356 lekární). Medzi kraje s najvyšším počtom lekární patrili Prešovský kraj (2363 lekární) a Košický kraj (2354 lekární). Najvyššie počty lekární v daných krajoch môžu súvisieť s počtom obyvateľov v krajoch. Keďže v roku 2022 najvyšší počet obyvateľov Prešovský kraj (808 090), nasledoval Košický kraj (779 505), Žilinský (688 106) a Bratislavský kraj (728 370). Najmenší počet lekární bol Trenčianskom kraji (1883 lekární). Vo väčšine krajov

Tab. 1: Demografické a geografické údaje o verejných lekárňach v Slovenskej republike k 31.12. 2013

Samosprávny kraj	Počet obyvateľov	Počet lekární	Počet obyvateľov/lekáreň
Bratislavský	618 380	214	2 889,6
Trnavský	557 608	153	3 644,5
Trenčiansky	592 394	165	3 590,3
Nitriansky	686 662	191	3 595,1
Žilinský	690 420	173	3 990,1
Banskobystrický	656 813	179	3 669,3
Prešovský	818 916	197	4 156,9
Košický	794 756	215	3 696,5
Spolu	5 415 949	1 487	29 232,3

Tab. 2: Demografické a geografické údaje o verejných lekárňach v Slovenskej republike k 31.12. 2022

Samosprávny kraj	Počet obyvateľov	Počet lekární	Počet obyvateľov/lekáreň
Bratislavský	728 370	274	2 658,3
Trnavský	565 573	194	2 915,3
Trenčiansky	570 675	193	2 956,9
Nitriansky	670 696	225	2 980,9
Žilinský	688 106	235	2 928,1
Banskobystrický	617 777	208	2 970,1
Prešovský	808 090	261	3 096,1
Košický	779 505	241	3 234,5
Spolu	5 428 792	1 831	2 3740,2

bolo v sledovanom období viac ako 2000 lekární, výnimkou boli 2 kraje, a to Trenčiansky a Trnavský kraj. Dôvodom môže byť to, že Trenčiansky a Trnavský kraj patria medzi kraje s najmenším počtom obyvateľov.

Podľa demografických a geografických údajov o verejných lekárňach na Slovensku, ktoré sme spracovali z dostupných údajov Štatistického úradu sme zistili, že počet obyvateľov za desať rokov stúpol (5 415 949 v roku 2013; 5 428 792 v roku 2022). Počet lekární taktiež narástol (1487 v roku 2023; 1831 v roku 2022). Avšak priemerný počet obyvateľov na lekárňu klesol (29 232,3 v roku 2013; 23 740,2 v roku 2022), vid' tabuľka 1 a 2.

V nasledujúcej časti sme porovnávali počty farmaceutov, lekárov, zubných lekárov a fyzioterapeutov na Slovensku. Za obdobie rokov 2013 až 2022 najpočetnejšou skupinou boli lekári (192 059), nasledovali farmaceuti (41 865) a zubní lekári (27 665). Naj-

menšou skupinou boli fyzioterapeuti (19 572). Keď porovnáme výsledky získané z prehľadu štatistík Európskej únie a výsledky spracované z NCZI, tak zistíme rozdiely v rebríčku najpočetnejších zdravotníckych pracovníkov. V prípade štatistík EÚ dominovali lekári, nasledovali fyzioterapeuti, farmaceuti a zubní lekári. V oboch prípadoch bol počet lekárov omnoho vyšší ako súhrnný počet fyzioterapeutov, farmaceutov a zubných lekárov. Z údajov NCZI vyplýva, že najpočetnejšou skupinou boli lekári, nasledovali farmaceuti, zubní lekári a fyzioterapeuti. Celkový počet farmaceutov, zubných lekárov a fyzioterapeutov (89 102) bol nižší ako celkový počet lekárov (192 059). Najvyšší nárast sme zaznamenali u farmaceutov (28,1 %), nasledovali fyzioterapeuti (22,4 %) a zubní lekári (13 %). Najnižší nárast počtu zdravotníckych pracovníkov v sledovaných skupinách sme zaznamenali u lekárov (9,3 %).

V Slovenskej republike bolo k 31.12.2022 evidova-

Tab. 3: Počet farmaceutov, lekárov, zubných lekárov a fyzioterapeutov na Slovensku

Rok	Lekár	Zubný lekár	Fyzioterapeut	Farmaceut
2013	18355	2586	1726	3333
2014	18574	2642	1818	3644
2015	18719	2647	1901	3826
2016	18864	2701	1905	4183
2017	18608	2723	1833	4243
2018	19178	2779	1955	4354
2019	19454	2853	2038	4461
2020	20026	2887	2033	4570
2021	20047	2875	2138	4618
2022	20234	2972	2225	4633
Spolu	192 059	27 665	19 572	41 865

ných 4633 farmaceutov. Zo spracovaných údajov vyplýva, že v sledovanom období rokov 2013 až 2022 počet farmaceutov vzrástol. Najnižší počet farmaceutov bol v roku 2013 (3333 farmaceutov). Najvyšší počet bol v roku 2022, a to 4633 farmaceutov. Od roku 2013 pribudlo v slovenskom zdravotníctve 1300 farmaceutov (nárast o 28,1 %).

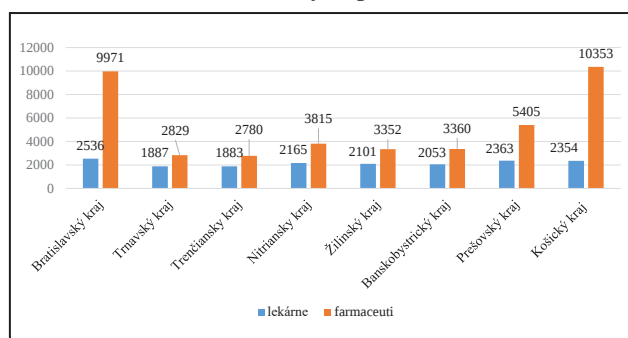
V nasledujúcej časti prieskumu sme sa zamerali na počet farmaceutov v jednotlivých samosprávnych krajoch Slovenska. V sledovanom období bolo najviac farmaceutov v Košickom kraji (10 353). Počet farmaceutov v porovnaní rokov 2013 a 2022 stúpol o 46,1 % (628 farmaceutov). Jedným z dôvodov môže byť aj to, že v akademickom roku 2006/2007 vznikol študijný program farmácia v Košiciach a prevažná časť absolventov začala pracovať na východe Slo-

venska, najmä v Košickom kraji. Nasledoval Bratislavský kraj (9971) a Prešovský kraj (5405). Najnižší počet farmaceutov (2780) bol evidovaný v Trenčianskom kraji. Najmenší nárast sme zaznamenali v Banskobystrickom kraji, a to len 4,0 % (12 farmaceutov).

Na nasledujúcom grafe sú uvedené súhrnné počty farmaceutov, lekární a výdajní zdravotníckych pomôcok. Ako sme už uviedli, najväčší počet lekární bol zaznamenaný v Bratislavskom kraji. Najvyšší počet farmaceutov bol evidovaný v Košickom kraji. Z hľadiska rozdelenia lekární a farmaceutov vidíme, že napríklad počet lekární je v Košickom a Prešovskom kraji takmer rovnaký. Ale počet farmaceutov je v Košickom kraji v porovnaní s Prešovským krajom dvojnásobný. V Košickom kraji na jednu lekárňu pripadá 4,4 farmaceutu. Zatiaľ čo v Prešovskom kraji na jednu lekárňu pripadá 2,3 farmaceutu. Nerovnomerné rozdelenie je zrejmé aj v iných krajoch. Pri nerovnomerných počtoch farmaceutov a lekární dochádza ku nadmernej pracovnej záťaži farmaceutov.

Z hľadiska vekovej štruktúry farmaceutov tvorili najvyšší podiel farmaceuti, ktorí patrili do vekovej skupiny 25 až 29 rokov (8871). Druhú najpočetnejšiu skupinu zastupovali farmaceuti vo veku 30 – 34 rokov (6889). Nasledovali farmaceuti vo veku 35 – 39 rokov (5429) a vo veku 40 – 44 rokov (4628). Za obdobie desiatich rokov (2013 – 2022) najvýraznejšie stúpol podiel farmaceutov vo vekovej skupine 45 –

Graf 1: Počet farmaceutov, lekární a výdajní zdravotníckych pomôcok



49 rokov, nasledovali farmaceuti vo veku 30 – 34 rokov (+51,4 %). Tretí najvyšší prírastok v počte farmaceutov bol evidovaný vo vekovej kategórii 65+ (48,5 %). Naopak, najvýraznejší pokles sme bol zaznamenaný vo vekovej skupine 55 až 59 rokov (– 37,9 %) a v skupine rokov 60 – 64 rokov (– 22,7 %).

V nasledujúcej časti prieskumu sme porovnávali podiel farmaceutov a lekárov do 40 rokov za obdobie 2013 až 2022. V období posledných desiatich rokov (2013 – 2022) bol zaznamenaný mierny nárast podielu farmaceutov vo veku menej ako 40 rokov (51,0 % v roku 2013; 54,0 % v roku 2022). V sledovanom období bol zaznamenaný aj mierny nárast podielu lekárov vo veku menej ako 40 rokov (30,8 % v roku 2013; 34,9 % v roku 2022). V porovnaní skupiny farmaceutov a lekárov do 40 rokov vidíme, že v skupine farmaceutov v pomere ku všetkým vekovým kategóriám majú nadpolovičný podiel. Zatiaľ čo u lekárov sa ich podiel pohybuje v rozmedzí 30,8 až 34,9 %.

DISKUSIA

Z Pracovného dokumentu útvarov Komisie o akčnom pláne pre pracovnú silu v zdravotníctve EÚ (2012) vyplýva, že v niektorých krajinách dochádza k zvýšeniu fluktuácie v zdravotníckych profesiách. Mnohí zdravotnícki pracovníci odchádzajú zo zamestnania z dôvodu ťažkého zosúladenia pracovného a súkromného života, dlhého pracovného času, nízkej mzdy alebo iných nefinančných faktorov.

Sektor zdravotníctva patrí medzi najvýznamnejšie odvetvie v hospodárstve EÚ. Avšak zdravotníctvo čelí mnohým veľkým výzvam ako je napríklad starnutie pracovnej sily v zdravotníctve, nedostatočný počet nových zdravotníckych pracovníkov, rozpočtové obmedzenia a zvyšovanie dopytu po zdravotnej starostlivosti vzhľadom k starnutiu populácie.

V Charte práv pacientov v Slovenskej republike sa uvádza: Každý má právo na zdravé životné podmienky a zdravé životné prostredie, na ochranu zdravia, na zdravotnú starostlivosť a zodpovedajúcu pomoc v prípade choroby, ohrozenia chorobou alebo ak je poškodenie zdravia trvalé. V najhorších scenároch, keď

v niektorých oblastiach nebude mať kto a kde poskytovať zdravotnú starostlivosť, tak právo na zdravotnú starostlivosť je ohrozené.

Výsledky nášho prieskumu poukazujú na fakt, že v sledovanom období rokov 2013 až 2022 počet farmaceutov vzrástol. Najnižší počet farmaceutov bol v roku 2013 (3333 farmaceutov). Najvyšší počet bol v roku 2022, a to 4633 farmaceutov. Od roku 2013 pribudlo v slovenskom zdravotníctve 1300 farmaceutov (nárast o 28,1 %). Pre porovnanie v Českej republike bolo k 31.12.2022 evidovaných 6628 farmaceutov. Stúpajúci trend počtu farmaceutov za sledované obdobie od roku 2013 pokračoval aj v roku 2022. Od roku 2013 pribudlo v českom zdravotníctve 600 farmaceutov (nárast o 2,3 %). V porovnaní so Slovenskou republikou počet farmaceutov v ČR rástol miernejším tempom. Najvyšší počet farmaceutov bol v roku 2020, a to 6728 farmaceutov. Najnižší počet bol zaznamenaný v roku 2016, kedy bolo zaevidovaných 6301 lekárnikov. Rozdiel medzi najvyšším počtom a najnižším počtom bol len 6,3 %.

Z dostupných údajov sme zistili, že v EÚ najpočetnejšou skupinou boli fyzioterapeuti (611 000), nasledovali farmaceuti (410 000) a nakoniec zubní lekári (360 000). Celkový počet zubných lekárov, farmaceutov a fyzioterapeutov (1,4 milióna) bol nižší ako celkový počet lekárov (1,8 milióna) (Eurostat, 2023). Najviac farmaceutov bolo evidovaných v Taliansku (75 910), nasledovalo Francúzsko (62 010) a Španielsko (59 533). Naopak, medzi krajiny s najnižším počtom farmaceutov patrili Malta (794), Cyprus (879) a Estónsko (947). Podľa dostupných údajov bolo na Slovensku zaznamenaných 84,8 farmaceutov na 100 000 obyvateľov. Najvyšší počet farmaceutov na 100 000 obyvateľov bol na Malte (147,3), v Belgicku (131,0) a Španielsku (125,6).

Najnižší počet farmaceutov na 100 000 obyvateľov bol evidovaný v Nemecku (67,4), nasledovalo Dánsko (55,6) a krajinou s najnižším počtom bolo Holandsko (21,7). Zaujímavým zistením je, že najvyšší počet obyvateľov má Nemecko a zároveň patrí medzi krajiny, ktoré majú najnižší počet farmaceutov na 100 000 obyvateľov. Jedným z dôvodov nízkeho počtu

farmaceutov na 100 000 obyvateľov v Nemecku je to, že od roku 2008 počet lekární klesá. Z ekonomického hľadiska dochádza k prehľbovaniu rozdielu medzi veľkými a malými lekárňami. Tržby sa presúvajú od malých lekární k veľkým. Výsledkom je, že malé lekárne stagnujú alebo ukončia prevádzku. Znižuje sa konkurencia a následne veľké lekárne rastú (Musilová, 2024).

Výsledky nášho prieskumu poukazujú na fakt, že v roku 2022 tvorili verejné lekárne až 86,2 % z celkového počtu zariadení lekárenskej starostlivosti. Počas sledovaného obdobia od roku 2013 došlo k viac ako 22,3 % nárastu počtu verejných lekární a k 26,3 % nárastu počtu pobočiek verejnej lekárne. Výdajne audioprotetických zdravotníckych pomôcok mali v roku 2022 jedno z najmenších zastúpení, ale ich počet od roku 2013 do roku 2022 narástol o 33,3 %. Počet výdajní zdravotníckych pomôcok za posledných 10 rokov klesol o 7,7 % (pokles o 8 výdajní). Z dostupných údajov Státního ústavu pre kontrolu liečiv sme spracovali vývoj počtu lekární a odlúčených oddelení výdaja liekov a zdravotníckych pomôcok v Českej republike. V sledovanom období sme zaznamenali pokles počtu lekární (o 3,4 %) a odlúčených oddelení výdaja liekov a zdravotníckych pomôcok (o 17,7 %). Z demografického hľadiska v porovnaní rokov 2013 a 2022 sme zistili, že počet obyvateľov narástol (10,512 obyvateľov v roku 2013; 10,533 obyvateľov v roku 2022). Narastajúcim počtom obyvateľov a klesajúcim počtom lekární môže dôjsť k horšej dostupnosti lekárenskej starostlivosti. Podľa nariadenia vlády č. 307/2012 Sb. o miestní a časové dostupnosti zdravotných služieb, by mala byť dostupnosť do lekárne 35 minút.

Výsledky nášho prieskumu sú pozitívne, keďže sme zaznamenali stúpajúcu tendenciu počtu lekární, farmaceutov a prevalenciu farmaceutov v nižšom veku. Môžeme teda predpokladať dostatok do ďalších rokov, čo je v kontexte verejného zdravia pozitívnym zistením.

ZÁVER

Z našej analýzy počtu zariadení lekárenskej starostlivosti vyplýva, že za obdobie 10 rokov ich počet stúpol o 18,1 %. Počet verejných lekární vzrástol o 22,3 %. Z hľadiska vekovej štruktúry sme zaznamenali, že najväčšou skupinou boli farmaceuti vo veku 25 až 29 rokov. Druhú najpočetnejšiu skupinu tvorili farmaceuti vo veku 30 až 34 rokov. V sledovanom období (2013 – 2022) bol zaznamenaný mierny nárast podielu farmaceutov vo veku menej ako 40 rokov (51,0 % v roku 2013; 54,0 % v roku 2022). V snahe zabrániť úbytku farmaceutov by zúčastnené strany ako Slovenská lekárska komora, univerzity a aj samotní farmaceuti mali zvyšovať povedomie o povolani a kompetenciách farmaceutov.

Konflikt záujmov

Autori neuvádzajú konflikt záujmov pre danú štúdiu.

Použitie nástrojov umelej inteligencie

Pri tejto štúdii autori nepoužili žiadne nástroje generatívnej umelej inteligencie.

Etické aspekty

Štúdia bola vykonaná v súlade s etickými princípmi.

Financovanie

Na túto štúdiu nebolo potrebné žiadne financovanie.

Príspevky autorov

L. M. Š.: podieľala sa na vypracovaní celej štúdie a vypracovaní článku.

ZOZNAM LITERATÚRY

Eurostat. *Healthcare personnel statistics – dentists, pharmacists and physiotherapists* [online]. Luxembourg: Eurostat; 2023. Dostupné na: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/in>

dex.php?title=Healthcare_personnel_statistics_dentists_pharmacists_and_physiotherapists [Accessed 21.8.2025].

Eurostat. *Health statistics introduced* [online]. Luxembourg: Eurostat; 2023. Dostupné na: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Health_statistics_introduced [Accessed 21.8.2025].

Štatistický úrad Slovenskej republiky. Koľko nás žije na Slovensku? [online]. Bratislava: Štatistický úrad SR; 2023 [cit. 28. 8. 2025]. Dostupné na: <https://www.statistics.sk>

Musilová, Z.: Lékárny v Německu umírají, varuje lékárnická komora. Jejich počet dál rapidně klesá. *Zdravotnícky denník*. [online]. 2024. <<https://www.zdravotnickyydenik.cz/2024/05/lekarny-v-nemecku-umiraji-varuje-lekarnicka-komora-jejich-pocet-dal-rapidne-klesa>>.

Nařízení vlády č. 307/2012 Sb. o místní a časové dostupnosti zdravotních služeb.

Pracovníci v zdravotníctve v Slovenskej republike [online]. Národné centrum zdravotníckych informácií, 2023. <https://data.nczisk.sk/statisticka_vystupy/Pracovnici_zdravotnictve/Pracovnici_v_zdravotnictve_SR_2022.pdf>.

Pracovný dokument útvarov Komisie o akčnom pláne pre pracovnú silu v zdravotníctve EÚ /*SWD/2012/0093 v konečnom znení*/.

Szalayová, A.: *Analýza lekárenského trhu na Slovensku a v Českej republike vývoj za posledných 10 rokov*. Bardejov: Tlačiareň Bardejov, 2014. ISBN 978-80-971727-1-8.

Národné centrum zdravotníckych informácií. *Zdravotnícka ročenka Slovenskej republiky 2022*. Bratislava: Národné centrum zdravotníckych informácií, 2023. ISBN 978-80-89292-86-8.

Národné centrum zdravotníckych informácií. *Zdravotnícka ročenka Slovenskej republiky 2021*. Bratislava: Národné centrum zdravotníckych informácií, 2022. ISBN 978-80-89292-86-8.

Národné centrum zdravotníckych informácií. *Zdravotnícka ročenka Slovenskej republiky 2020*. Bratislava: Národné centrum zdravotníckych informácií, 2021. ISBN 978-80-89292-86-8.

Národné centrum zdravotníckych informácií. *Zdravotnícka ročenka Slovenskej republiky 2019*. Bratislava: Národné centrum zdravotníckych informácií, 2020. ISBN 978-80-89292-86-8.

Národné centrum zdravotníckych informácií. *Zdravotnícka ročenka Slovenskej republiky 2018*. Bratislava: Národné centrum zdravotníckych informácií, 2019. ISBN 978-80-89292-86-8.

Národné centrum zdravotníckych informácií. *Zdravotnícka ročenka Slovenskej republiky 2017*. Bratislava: Národné centrum zdravotníckych informácií, 2018. ISBN 978-80-89292-86-8.

Národné centrum zdravotníckych informácií. *Zdravotnícka ročenka Slovenskej republiky 2016*. Bratislava: Národné centrum zdravotníckych informácií, 2017. ISBN 978-80-89292-86-8.

Národné centrum zdravotníckych informácií. *Zdravotnícka ročenka Slovenskej republiky 2015*. Bratislava: Národné centrum zdravotníckych informácií, 2016. ISBN 978-80-89292-86-8.

Národné centrum zdravotníckych informácií. *Zdravotnícka ročenka Slovenskej republiky 2014*. Bratislava: Národné centrum zdravotníckych informácií, 2015. ISBN 978-80-89292-86-8.

Národné centrum zdravotníckych informácií. *Zdravotnícka ročenka Slovenskej republiky 2013*. Bratislava: Národné centrum zdravotníckych informácií, 2014. ISBN 978-80-89292-86-8.

World Health Organization. *The legal and regulatory framework for community pharmacies in the WHO European Region*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2019. ISBN 978-92-890-5424-9.



PÔVODNÁ ŠTÚDIA

LIEČBA PACIENTOV S LYMSKOU BORELIÓZOU

TREATMENT OF PATIENTS WITH LYME DISEASE

Takáč, Peter^{1*}; Klímová, Elena²; Paraličová, Zuzana³¹Katedra farmakológie a toxikológie, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Košice; ²Lekárneň Dr. Max Jánskeho 1, Spišská Nová Ves; ³Klinika infektológie a cestovnej medicíny UPJŠ LF a UNLP, Košice, Slovenská republika OPEN ACCESS*Korešpondenčný autor: peter.takac@uvlf.sk**Citovanie:** Takáč, P.; Klímová, E., Paraličová, Z.: Liečba pacientov s lymfskou boreliózou. Folia Pharmaceutica Cassoviensia, 2026, 8 (2), 18 – 26.**Prijaté:** 13.04.2026**Akceptované:** 07.05.2026**Publikované:** 30.06.2026**Copyright:** Takáč, P.; Klímová, E., Paraličová, Z. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.**Etické aspekty:** Pri popise experimentov vykonávaných na zvieratách sa uvádza, či boli schválené etickou komisiou a či boli dodržané príslušné aktuálne legislatívne opatrenia, ktoré sa vzťahujú na túto oblasť ako aj číslo povolenia Štátnej veterinárnej a potravinovej správy SR. Pri klinických štúdiách sa uvádza, či boli schválené príslušnou etickou komisiou.

ABSTRAKT

Lymfská borelióza je signifikantne rozšírené ochorenie. Kliešte prenášajú pôvodcu lymfskej boreliózy. Lymfská borelióza sa diagnostikuje na základe prítomných klinických prejavov, ako je *Erythema migrans*, únava, artralgie, neurologických príznakov, ako napr. parestézie, demyelinizačné polyneuropatie. Široké spektrum príznakov sťažuje diagnostiku tohto ochorenia. Ak nie je správne diagnostikované a liečené, môže zasiahnuť iné orgánové systémy. Na potvrdenie diagnózy sú potrebné pozitívne testy odobraté buď

zo séra alebo z likvoru, diagnóza nemôže byť stanovená len na základe klinických príznakov. Na liečbu sa využívajú antibiotiká z rôznych skupín napr. doxycyklín, amoxicilín alebo cefuroxim axetil. Makrolidy sú považované za liek druhej voľby. U malých detí pod 8 rokov a tehotných žien je doxycyklín kontraindikovaný. Cieľom práce bolo porovnať demografické údaje (pohlavie a vek) pacientov hospitalizovaných a ambulantne liečených na Klinike infektológie a cestovnej medicíny Univerzitnej nemocnice Louisa Pasteura v Košiciach v období od roku 2020 do roku 2024. Ďalším cieľom bola komparácia ich klinických prejavov, indikovanej liečby a zhodnotenie jej potenciálneho efektu. Štúdia bola realizovaná pomocou metódy retrospektívnej kvalitatívnej analýzy anonymizovaných lekárskeho záznamov. Na základe chorobopisov sme vyhodnotili, že najčastejším prejavom akútnej formy boreliózy u ambulantne ošetrovaných pacientov bolo *Erythema migrans* a u hospitalizovaných dominovala ako symptóm neuroborelióza. Pri zisťovaní liečby sme vyhodnotili, že u ambulantne ošetrovaných pacientov bol preferovaný v preskripcii Doxycyklín p.o. Hospitalizovaným pacientom bol podávaný Ceftriaxon i.v. V akútnej fáze bolo časté odoznenie príznakov po absolvovaní liečby, avšak u niektorých pacientov

pretrvávali príznaky aj po opakovanej antibiotickej liečbe.

Kľúčové slová: antibiotiká; *Borrelia burgdorferi*; kliešť; lymská borelióza

ABSTRACT

Lyme borreliosis is a widely prevalent tick-borne infectious disease caused by *Borrelia* species. Diagnosis is primarily based on clinical manifestations such as *Erythema migrans*, fatigue, arthralgia, and neurological symptoms, including paresthesias and demyelinating polyneuropathies. The broad spectrum of clinical presentations often complicates the diagnostic process. If left undiagnosed or inadequately treated, the infection may involve multiple organ systems. Laboratory confirmation – via serological or cerebrospinal fluid (CSF) testing – is required to establish a definitive diagnosis, as clinical signs alone are insufficient. Treatment typically involves antibiotics from various classes, including doxycycline, amoxicillin, or cefuroxime axetil. Macrolides are considered second-line agents. Doxycycline is contraindicated in children under eight years of age and in pregnant women. This study aimed to compare the demographic characteristics (sex and age) of patients diagnosed with Lyme borreliosis who were either hospitalized or treated on an outpatient basis at Clinic of Infectology and Travel Medicine, Louis Pasteur University Hospital in Košice, between 2020 and 2024. A secondary objective was to evaluate the clinical manifestations, prescribed treatment regimens, and the effectiveness of therapy. A retrospective qualitative analysis of anonymized medical records was conducted. Findings revealed that *Erythema migrans* was the most frequent manifestation among outpatients with acute borreliosis, whereas neuroborreliosis predominated among hospitalized patients. Regarding treatment, doxycycline per os was most commonly prescribed for outpatients, while hospitalized patients primarily

received intravenous ceftriaxone. Symptom resolution was frequently observed following antibiotic therapy during the acute phase; however, some patients exhibited persistent symptoms despite repeated treatment.

Keywords: antibiotics; *Borrelia burgdorferi*; clinical outcomes; Lyme borreliosis; tick

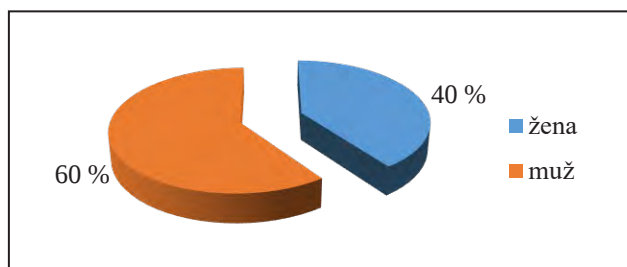
ÚVOD

Zmeny klimatických podmienok majú za následok nárast počtu kliešťov vo voľnej prírode. Lymskú boreliózu spôsobujú baktérie rodu *Borrelia* u zvierat a ľudí. Aby došlo ku prenosu infekcie, musí byť prisatý kliešť na ich koži dlhšie ako 36 hodín. Infekcia boreliami nie je zapríčinená len kliešťami, ale aj inými krv cicajúcimi článkonožcami. Diagnostika lymskej boreliózy je obtiažna a okrem zhodnotenia klinických symptómov je nutné potvrdenie laboratórnym vyšetrením. Možnosti priamej a nepriamej laboratórnej diagnostiky sú častokrát nízko špecifické. Klinická symptomatológia postihuje mnoho orgánových sústav a nie stále má jednoznačný typický priebeh. Možnosti kauzálnej terapie reprezentujú v prípade včas diagnostikovaného ochorenia úspešnú antibiotickú liečbu. Makrolidy sú menej účinné v liečbe a využívajú sa ako liek druhej voľby v prípade, že pacienti netolerujú primárnu liečbu. Neskoro diagnostikované ochorenie vyžaduje častokrát opakovanú aplikáciu antibiotík. Cieľom rigorózneho práce je charakterizovať lymskú boreliózu, jej patogenézu, klinické príznaky, diagnostiku a porovnať klinické prejavy, indikovanú liečbu a jej potenciálny prínos na základe retrospektívnej kvalitatívnej analýzy lekárskeho záznamov.

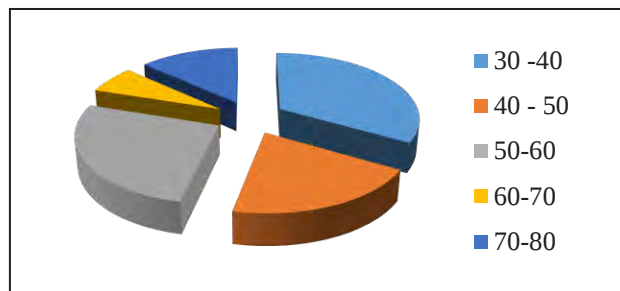
MATERIÁL A METÓDY

V rámci objektu výskumu sme stanovili, že predmetom nášho výskumu, bolo porovnanie liečby a diagnostiky jednotlivých pacientov s lymskou boreliózou s ohľadom na ich vek a pohlavie. Zvolili sme

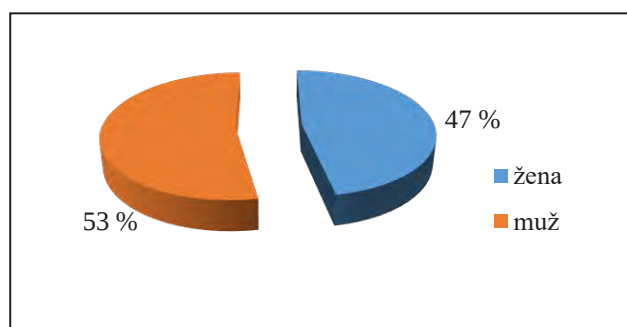
Graf 1: Pohlavie pacientov hospitalizovaných v roku 2020



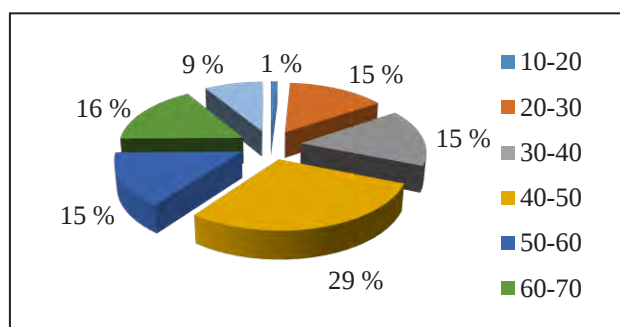
Graf 2: Vek pacientov hospitalizovaných v roku 2020



Graf 3: Pohlavie pacientov ošetrovaných v roku 2020



Graf 4: Vek pacientov ošetrovaných ambulantne v roku 2020



si porovnanie liečby pacientov hospitalizovaných a ambulantne liečených na Klinike infektológie a cestovnej medicíny L. Pasteura v Košiciach metódou retrospektívnej kvalitatívnej analýzy lekárskych záznamov. Z hľadiska sledovaného obdobia sme hodnotili rozmedzie rokov 2020 až 2024. Súbor pacientov predstavovali hospitalizovaní alebo liečení na Klinike infektológie a cestovnej medicíny L. Pasteura v Košiciach. Konkrétne anonymizované informácie o pacientoch v podobe chorobopisov boli poskytnuté na základe spolupráce s doc. MUDr. Zuzanou Paraličovou, PhD. Práca bola schválená etickou komisiou Univerzitnej nemocnice L. Pasteura číslo schválenia 2024/EK/10087. V rámci nášho výskumu sme porovnávali pohlavie pacientov, klinický prejav ochorenia a následnú terapiu. Taktiež sme u pacientov posudzovali vek pacientov a dĺžku hospitalizácie.

VÝSLEDKY

Prezentovanie výsledkov v predloženej práci je vyhodnotené použitím metódy retrospektívnej kva-

litatívnej analýzy lekárskych záznamov za obdobie rokov 2020 až 2024. Pre zjednodušenie interpretácie výskumných výsledkov sme vytvorili desať skupín pacientov.

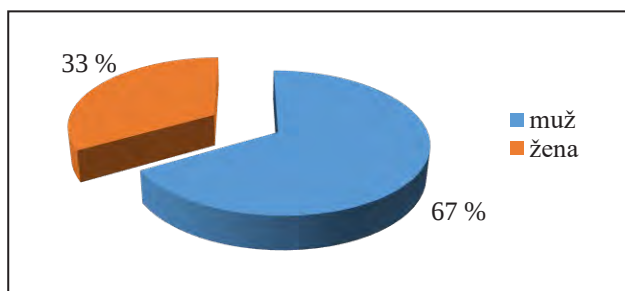
Pacienti hospitalizovaní v roku 2020

V tomto sledovanom roku bolo hospitalizovaných 15 pacientov, z toho 9 mužov (60 %) a 6 žien (40 %) (Graf 1).

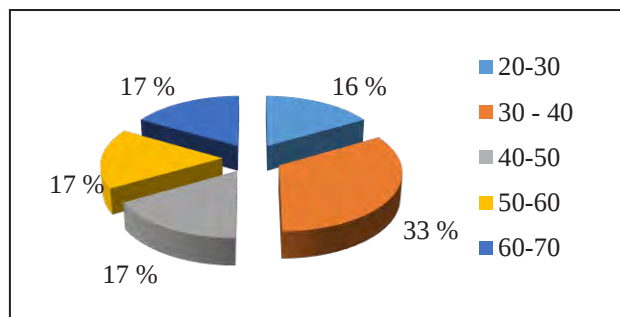
Podľa grafu 2 najviac hospitalizovaných pacientov v tomto období bolo vo vekovej kategórii od 30 do 40 rokov, a to 5 pacientov, čo tvorilo 33 % z celkového počtu.

Medzi najčastejšie klinické prejavy hospitalizovaných pacientov môžeme zaradiť bolesti hlavy, muskuloskeletálne bolesti, triašku, subfebrilitu, neuropatie. Jedna pacientka uviedla opuchy kĺbov, bolesti chrbtice, parestézie, únavu aj po liečbe Cefuroximom 400 mg p.o. s dávkovaním raz za 24 hodín s dĺžkou liečby 20 dní. Najčastejšie podávaným liekom bol Ceftriaxon 2 g i.v., a to u desiatich pacientov a jednému pacientovi bol ordinovaný aj Doxycyklín 200 mg.

Graf 5: Pohlavie hospitalizovaných pacientov roku 2021



Graf 6: Vek pacientov hospitalizovaných v roku 2021



Pacienti ošetrení ambulantne v roku 2020

V roku 2020 prišlo na ambulantné vyšetrenie 102 pacientov, z toho 54 (53 %) bolo mužov a 48 žien, čo tvorilo 47 % (Graf 3).

V nasledujúcom grafe môžeme vidieť, že najväčšiu skupinu tvorili pacienti vo vekovom rozhraní od 40 do 50 rokov, a to konkrétne 30 pacientov, čo tvorilo 29 % (Graf 4).

V skorom lokalizovanom štádiu s kožnými prejavmi ako Erythema migrans, bolo ošetrovaných 65 prípadov. Ďalšími častými prejavmi boli neurologické ťažkosti, ktoré sa vyskytovali u 20 pacientov. Muskuloskeletálne symptómy sa vyskytli u 15 pacientov. Liekom prvej voľby bol Doxycyklín 100 mg alebo 200 mg až u 55 pacientov. Ak pacienti netolerovali Doxycyklín, bol im nasadený Amoxicilín klavulanát 1000 mg eventuálne Cefuroxim axetil v dávke 400 mg alebo 500 mg. V štyroch prípadoch mali pacienti indikovaní buď Azitromycín 500 mg alebo Klaritromycín 500 mg. V dvoch prípadoch liečba Doxycyklínom nezabrala a pacientom bolo nasadený Ceftriaxon 2 g i.v. U jedného pacienta došlo k zlepšeniu stavu po liečbe Ceftriaxonom 2 g i.v.

Pacienti hospitalizovaní v roku 2021

Podľa grafu 5 bolo hospitalizovaných 6 pacientov, z toho štyria muži (67 %) a dve ženy (33 %).

Podľa grafu 6 najviac pacientov bolo zastúpených vo vekovej skupine od 30 do 40 rokov, a to konkrétne 2 pacienti (33 %).

Medzi častý dôvod prijatia na hospitalizáciu týchto pacientov môžeme zaradiť podozrenie na neurobore-

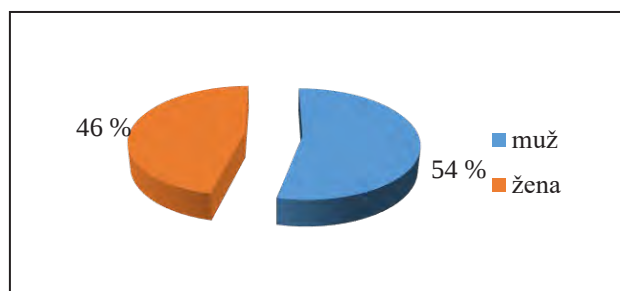
liózu. U troch pacientov sa neuroborelióza na základe výsledkov z likvoru nepotvrdila, avšak u jednej pacientky vyšli pozitívne protilátky IgG aj IgM z likvoru proti boréliám. Najčastejšie podávaným liekom bolo Acidum ascorbicum vo všetkých šiestich prípadoch. Čo sa týka antibiotík Ceftriaxon 2 g i.v. bol nasadený v dvoch prípadoch, Doxycyklín 200 mg tbl u dvoch pacientov a jednému pacientovi bol podávaný Amoxicilín klavulanát 1 g. Zo skupiny kortikosteroidov bol nasadený jednému pacientovi Hydrokortizón 100 mg plo i.jf. Z iných farmakoterapeutických skupín boli najviac podávané analgetiká, nesteroidné antiflogistiká, myorelaxanciá.

Pacienti ošetrení ambulantne v roku 2021

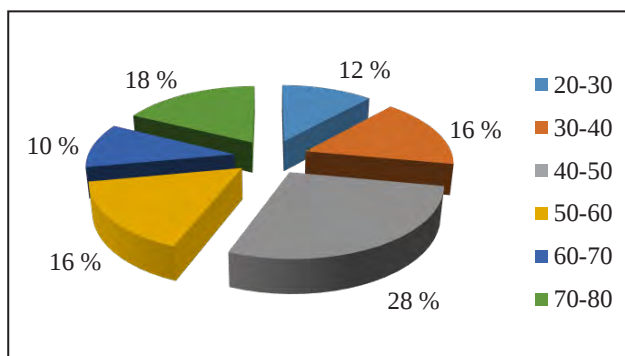
Podľa grafu 7 môžeme tvrdiť, že na vyšetrenie prišlo 69 pacientov. Z toho 37 (54 %) pacientov tvorili muži a ženské zastúpenie predstavovalo 32 (46 %) pacientiek.

Ak sa pozrieme na vekovú štruktúru pacientov (Graf 8), prevláda najviac vo vekovom rozmedzí od 40 do 50 rokov, a to konkrétne 19 pacientov (28 %).

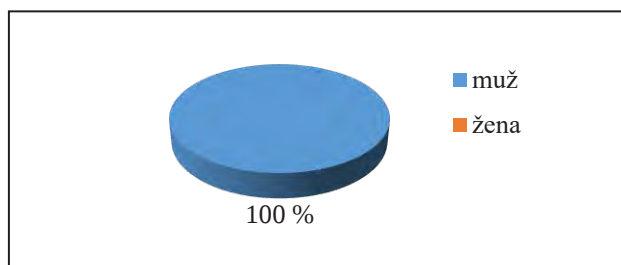
Graf 7: Pohlavie pacientov ošetrených ambulantne v roku 2021



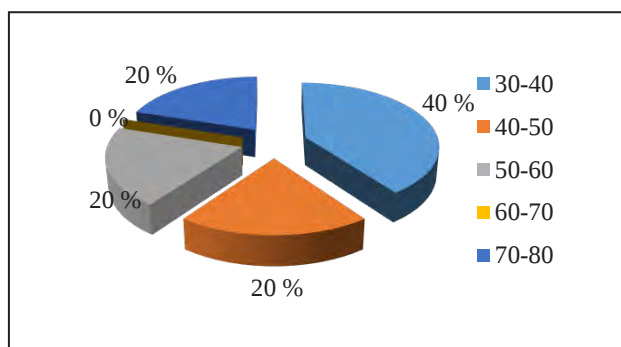
Graf 8: Veková štruktúra pacientov liečených ambulantne v roku 2021



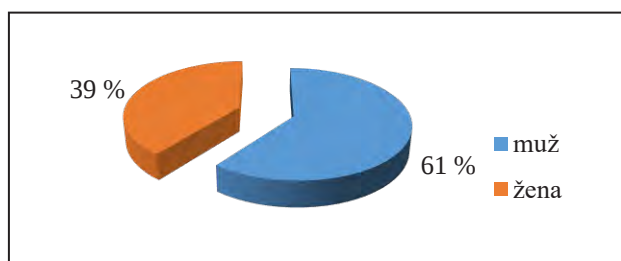
Graf 9: Pohlavie pacientov hospitalizovaných v roku 2022



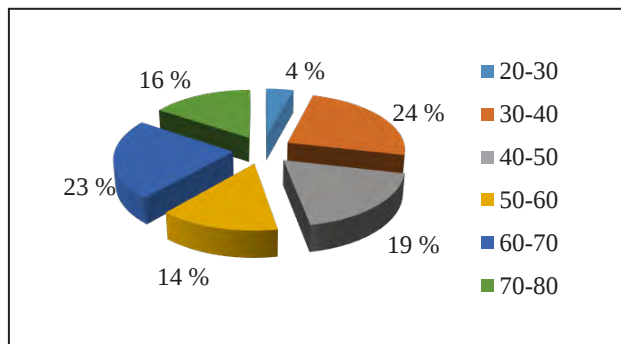
Graf 10: Veková štruktúra pacientov hospitalizovaných v roku 2022



Graf 11: Pohlavie pacientov ošetrovaných v roku 2022



Graf 12: Veková štruktúra pacientov ošetrovaných ambulantne v roku 2022



Ak zhrnieme klinické prejavy najviac pacientov bolo diagnostikovaných s klinickým príznakom *Erythema migrans*. Častým klinickým prejavom v tomto období boli muskuloskeletálne príznaky, a to v jedenástich prípadoch. Veľmi častým prejavom boli tiež príznaky neuroboreliózy u 17 pacientov. Liekom prvej voľby v skorom lokalizovanom štádiu bol opäť Doxycyklín v 26 prípadoch. Mnohokrát bol predpísaný Ceftriaxon 2 g i.v. práve kvôli výskytu neuroboreliózy a lymskej artritídy Táto liečba bola naordinovaná 15 pacientom. V dvoch prípadoch po liečbe Doxycyklínom a Ceftriaxonom stále pretrvávali artralgie.

Pacienti hospitalizovaní v roku 2022

Z piatich hospitalizovaných pacientov nebola ani jedna žena, všetci pacienti boli muži (100 %) (viď Graf 9).

Vo vekovej štruktúre pacientov dominovalo rozmedzie od 30 do 40 rokov, kde spadali dvaja pacienti (33 %) (Graf 10).

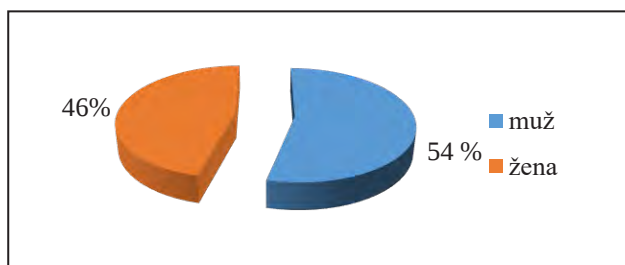
Všetci hospitalizovaní pacienti vykazovali príznaky neuroboreliózy. V dvoch prípadoch bola potvrdená neuroborelióza a u dvoch pacientov sa táto diagnóza vylúčila. V liečbe opäť dominovala terapia Acidum ascorbicum a u troch pacientov bol nasadený Ceftriaxon 2 g i.v. V jednom prípade bol podávaný Doxycyklín 200 mg p.o.

Pacienti ošetrovaní ambulantne v roku 2022

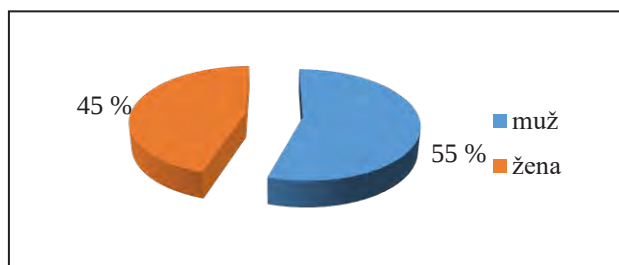
V tejto vzorke sme pozorovali 71 pacientov. Podľa

grafu 15 bolo v sledovanom období liečených 43 mužov (61 %) a 28 žien (39 %).

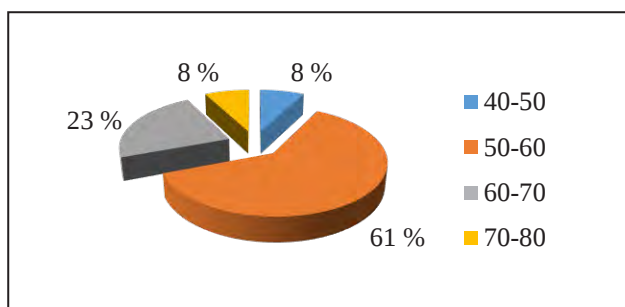
Graf 13: Pohlavie pacientov hospitalizovaných v roku 2023



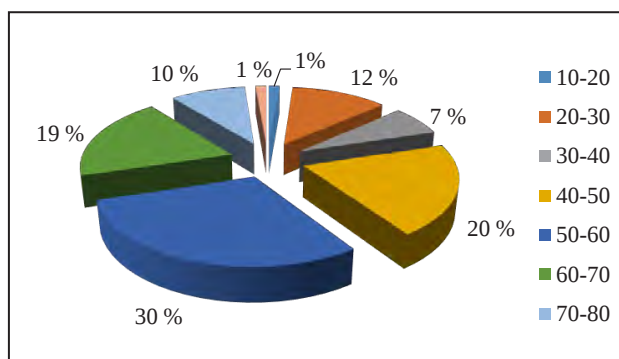
Graf 15: Pohlavie pacientov ošetrovaných ambulantne v roku 2023



Graf 14: Veková štruktúra pacientov hospitalizovaných v roku 2023



Graf 16: Veková štruktúra pacientov ošetrovaných ambulantne v roku 2023



Z nasledujúceho grafu 12 vyplýva, že vo vekovej štruktúre od 30 do 40 sa nachádzalo najviac pacientov konkrétne 17 (24 %).

Z výsledkov môžeme usúdiť, že najčastejším klinickým prejavom bolo *Erythema migrans* u 37 ošetrovaných pacientov. Pacienti v šestnástich prípadoch udávali symptómy súvisiace s neuroboreliózou. U štyroch pacientov aj po preliečení antibiotikami stále pretrvávali príznaky neuroboreliózy. V štyroch prípadoch aj po zahájení antibiotickej liečby u pacientov pretrvávali príznaky, ako artralgie. U jednej 27-ročnej pacientky došlo ku spontánnemu abortu a boli preukázané pozitívne hodnoty IgM protilátok. Liekom prvej voľby pri zahájení antibiotickej liečby v skorom lokalizovanom štádiu lymskej boreliózy bol Doxycyklín, a to u 30 ambulantne liečených pacientov. Ceftriaxon bol nasadený 12 pacientom kvôli artralgiám alebo pri liečbe symptómov spojených s neuroboreliózou. Z alternatívnych antibiotík bol použitý Azitromycín v deviatich prípadoch a Amoxicilín klavulanát u štyroch pacientov.

Pacienti hospitalizovaní v roku 2023

V tomto roku bolo hospitalizovaných 7 mužov (54 %) a 6 žien (46 %) (Graf 13).

Podľa grafu 14 vo vekovom zložení prevládali pacienti vo veku od 50 do 60 rokov a to konkrétne 8 pacientov, t. j. 61 %.

Všetci hospitalizovaní pacienti boli prijatí kvôli podozreniu na neuroboreliózu. U jednej pacientky zohrával úlohu *diabetes mellitus* v anamnéze a trpela diabetickou neuropatiou. Preto jej bola nasadená kyselina tioktová. Z hľadiska liečby prevládalo použitie analgetík v ôsmich prípadoch.

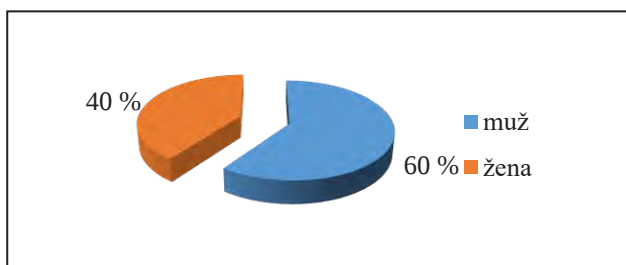
Pacienti ošetrovaní ambulantne v roku 2023

V roku 2023 bolo ošetrovaných 73 pacientov. Ako uvádza nasledujúci graf, na ambulantné vyšetrenie prišlo 40 mužov (55 %) a 33 žien (45 %).

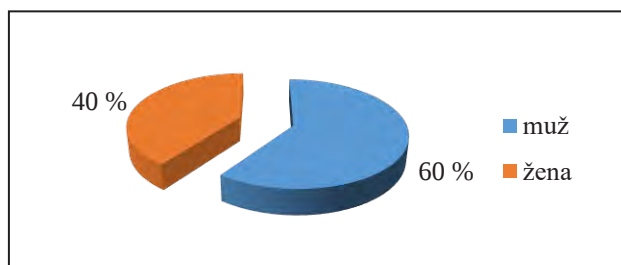
Najviac zastúpenou skupinou boli pacienti vo veku od 50 do 60 rokov s počtom 22, t. j. 30 % (Graf 16).

Najviac uvádzaným klinickým prejavom bolo *Erythema migrans*. Jeden pacient mal pretrvávajúce hyperpigmentácie aj po liečbe doxycyklínom

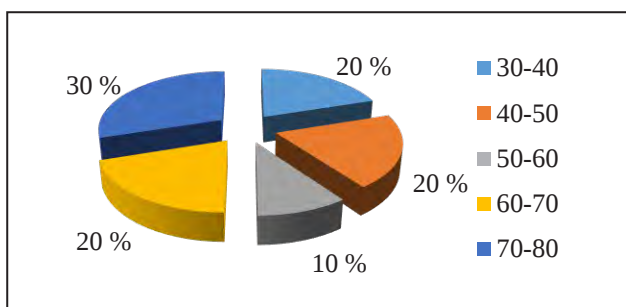
Graf 17: Pohlavie pacientov hospitalizovaných v roku 2024



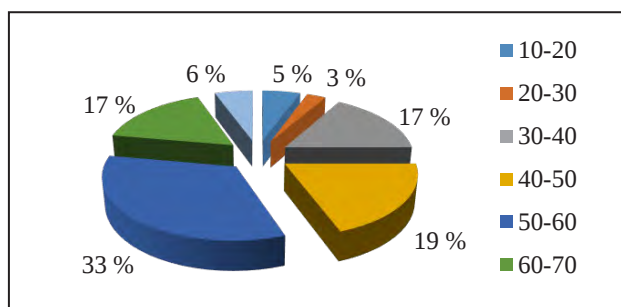
Graf 19: Pohlavie pacientov ošetrovaných ambulantne v roku 2024



Graf 18: Veková štruktúra pacientov hospitalizovaných v roku 2024



Graf 20: Veková štruktúra pacientov ošetrovaných ambulantne v roku 2024



a ceftriaxonom. V jednom prípade sa objavil aj opuch ušného lalôčka. Druhým najčastejším symptómom, pre ktorý pacienti prichádzali na ambulantné vyšetrenie boli príznaky neuroboréliózy u 28 pacientov. V jednom prípade sa rozvinula chronická neuroborélióza, resp. postboréliový syndróm. Jednému pacientovi antibiotická liečba zabrala, ale u štyroch pacientov nedošlo k zlepšeniu ich stavu po liečbe. Jeden pacient udával parciálne zlepšenie stavu po antibiotikách, Najčastejšie predpisovaným liekom zostal Doxycyklín (29 pacientov). Dvomi takto liečeným pacientom pretrvávali symptómy aj po liečbe. Ku zhoršeniu klinického stavu došlo v šiestich prípadoch. Štyrom ošetrovaným pacientom sa zlepšil ich zdravotný stav po liečbe. Ceftriaxonom bolo liečených trinásť pacientov a v siedmich prípadoch môžeme pozorovať zlepšenie stavu.

Pacienti hospitalizovaní v roku 2024

Ako uvádza graf 17 hospitalizovaných bolo 10 pacientov, z toho 6 muži (60 %) a 4 ženy (40 %).

Dominantnou vekovou štruktúrou boli pacienti od

70 do 80 rokov, v ktorej sme pozorovali troch pacientov (30 %).

Najviac sa vyskytovali neurologické ťažkosti. Tak tiež sa objavila arytmia v prípade jednej pacientky. Polyartralgie, myalgie pociťovali dvaja sledovaní pacienti. V dvoch prípadoch došlo ku zlepšeniu zdravotného stavu avšak u jednej pacientky príznaky stále pretrvávali. Pacient vo veku 39 rokov konštatoval zlepšenie stavu po liečbe. Štyrom pacientom bola nasadená antibiotická liečba Ceftriaxonom 2 g i.v. a Doxycyklínom p.o.

Pacienti ošetrovaní ambulantne v roku 2024

Bolo ošetrovaných 35 pacientov, z toho 21 mužov, čo tvorilo 60 % z celkového počtu ošetrovaných a 14 žien (40 %) (viď graf 19).

Dominantnou vekovou skupinou boli pacienti vo veku od 50 do 60 rokov, konkrétne s počtom 12, t. j. 33 %.

Z príznakov dominovali polyartralgie – u 18 pacientov. Jednému pacientovi s týmito príznakmi sa jeho zdravotný stav nezlepšil ani po antibiotickej

liečbe. Deväť vyšetrených pacientov uviedlo rôzne príznaky neuroboreliózy. Jednému pacientovi sa zmiernili príznaky po podaní. Za toto obdobie sme pozorovali šesť pacientov bez indikovanej liečby. Štyrom pacientom sa ich zdravotný stav zlepšil. U štyroch pacientov pretrvávali symptómy, ako artralgie. Desiatim pacientom bol nasadený Doxycyklín 200 mg, ale u štyroch pacientov nemala táto liečba signifikantný efekt. Amoxicilín klavulanát 1000 mg bol nasadený v dvoch sledovaných prípadoch, avšak v jednom prípade sa javil ako neúčinný.

DISKUSIA

Podľa autorky Liptáková a kol. (2013) najčastejším symptómom bolo *Erythema migrans*. Ako uvádza Thompson a kol. (2009), pacienti uvádzali zväčša pri muskuloskeletálnych príznakoch mono alebo oligoartritídu. Pri neuroborelióze býva postihnutá centrálna, ale aj periférna nervová sústava (Buhner, 2014). Podobne, ako spomína autorka Holečková, n.d., pacienti tiež boli vyšetrení pre problémy so zrakom (glaukóm, diplopia).

Rovnako ako definuje autor Aucott a kol. (2012), u pacientov sa môže prejavovať anxieta. Liekom prvej voľby bol Doxycyklín 100 mg alebo 200 mg v skorom lokalizovanom štádiu ako uvádza aj autor Sanchez, 2015. Ak pacienti netolerovali Doxycyklín, bol im nasadený Amoxicilín klavulanát 1000 mg, eventuálne Cefuroxim axetil v dávke 400 mg alebo 500 mg. Pacienti mali tiež indikovaní buď Azitromycin 500 mg alebo Klaritromycín 500 mg. Makrolidy sa však pri liečbe akútnej formy lymskej boreliózy neodporúčajú ako liek prvej voľby. Autori Dersch a Rauer (2017) uvádzajú, že Ceftriaxon je liekom prvej voľby pri neuroborelióze, keďže dobre penetruje cez hema-toencefalickú bariéru do CNS. Používa sa aj pri liečbe polyartralgii a myalgií v skorom diseminovanom a chronickom diseminovanom štádiu. Ak u pacientov stále pretrvávajú príznaky aj po aplikovaní antibiotickej liečby je vhodné ich liečiť symptomaticky použitím napr. analgetík alebo vitamínov skupiny B pri liečbe neuroboreliózy. Pri dlhodobej antibiotic-

kej liečbe treba brať na zreteľ možnosť bakteriálnej rezistencie (Stanek a kol., 2011) a rozvoj nežiaducich účinkov. Významnú úlohu pri liečbe nervového a muskuloskeletálneho aparátu zohráva fyzioterapia (Gurčík, 2010).

ZÁVER

Lymská borelióza je kliešťami prenosné ochorenie. Prítomnosť kliešťa na tele hostiteľa nemusí byť zaznamenaná. Hlavným symptómom je *Erythema migrans* a môžeme pozorovať subfebrilitu, cefaleu, artralgie, myalgie. Príznakmi neuroboreliózy sú najmä demyelinizačné polyneuropatie, paraparézy, hemiparézy, parestézie, problémy s koncentráciou, tras, únava. Stanovenie správnej diagnózy je pomerne náročné, keďže nie všetci pacienti zaznamenali prisatie kliešťa. Laboratórne testy nie sú jednoznačné a pozorujeme výskyt falošne pozitívnych výsledkov triedy IgM proti boréliám. Z výsledkov práce vyplýva, že najčastejšie používaným antibiotikom u pacientov liečených ambulantne na Klinike infektológie a cestovnej medicíny UNLP v Košiciach počas sledovaných rokov 2020 až 2024 bol v štádiu skorej lokalizovanej infekcie Doxycyklín v dávke 100 mg alebo 200 mg. Hospitalizovaným pacientom, ktorí boli prijatí do ústavnej liečby, najmä pre suspektnú neuroboreliózu, bol podávaný Ceftriaxon 2 g i.v. Alternatívne využitými antibiotikami pri tehotenstve alebo alergiách bol Cefuroxim axetil, Amoxicilín klavulanát alebo Amoxicilín. Pozorovali sme aj terapiu Azitromycínom, či Klaritromycínom. Najviac sledovaných pacientov prichádzalo na ambulantné vyšetrenie s klinickým prejavom *Erythema migrans*. Ďalšími zaznamenanými prejavmi u hospitalizovaných pacientov boli hlavne príznaky neuroboreliózy. Mnohokrát sa objavovali aj polyartralgie, myalgie v oboch skupinách pacientov. Väčšina pacientov pociťovala po liečbe zlepšenie klinických prejavov, ale bohužiaľ sledovali sme aj pacientov, u ktorých pretrvávali príznaky chronickej neuroboreliózy, aj artritídy. V závere môžeme dedukovať, že Ceftriaxon sa javí ako účinný v liečbe boreliózy vo včasnom diseminovanom a chronickom

diseminovanom štádiu. Z iných farmakoterapeutických skupín boli najčastejšie využívané analgetiká, nesteroidné antiflogistiká a kortikosteroidy.

Konflikt záujmov

Autori neuvádzajú konflikt záujmov pre danú štúdiu.

Použitie nástrojov umelej inteligencie

Pri tejto štúdii autori nepoužili žiadne nástroje generatívnej umelej inteligencie.

Etické aspekty

Štúdia bola vykonaná v súlade s etickými princípmi. Práca bola schválená etickou komisiou Univerzity nemocnice L. Pasteura číslo schválenia 2024/EK/10087.

Financovanie

Na túto štúdiu nebolo potrebné žiadne financovanie.

Príspevky autorov

Konceptualizácia: PT, EK, ZP, metodika: EK, ZP, zber údajov: EK, spracovanie údajov: PT, EK, ZP, písanie-prvotná príprava návrhu: PT, EK, písanie – recenzia a úprava článku: PT, EK, ZP.

Buhner, S.: *Borelióza: Přírodní prevence a bylinná léčba lymfské boreliózy a jejích koinfekcí*, 2nd edn., Praha: Triton, 2014. 227 s.

Dersch, R., Rauer, S.: *Neuroborreliosis – Diagnostics, treatment and course*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00115-016-0263-1>. [Accessed March 23, 2025].

Gurčík, L.: *Neskorá neuroborelióza či postboreliový syndróm?* https://www.solen.cz/artkey/neu2010060011_Neskora_neuroborelioza_ci_postboreliovy_syndrom.php. [Accessed April 5, 2025].

Holečková, K.: *Lymfská borelióza*. <https://www.unilabs.sk/clanky-invitro/lymska-borelioza>. [Accessed March 25, 2025].

Liptáková, A. a kol.: *Lekárska mikrobiológia*. Bratislava: Herba, 2023. 792 s.

Stanek, G. et. al.: *Lyme borreliosis: Clinical case definitions for diagnosis and management in Europe*. [https://www.clinicalmicrobiologyandinfection.com/article/S1198-743X\(14\)60916-2/fulltext](https://www.clinicalmicrobiologyandinfection.com/article/S1198-743X(14)60916-2/fulltext). [Accessed April 15, 2025].

Thompson, A., Mannix, R., Bachur, R.: *Acute Pediatric Monoarticular Arthritis: Distinguishing Lyme Arthritis From Other Etiologies*. <https://publications.aap.org/pediatrics/article-abstract/123/3/959/71631/Acute-Pediatric-Monoarticular-Arthritis>. [Accessed April 15, 2025].

ZOZNAM LITERATÚRY

Aucott, J. N., Seifer, A., Rebman, A. W.: *Probable late lyme disease: a variant manifestation of untreated Borrelia burgdorferi infection*. <https://bmcinfectdis.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2334-12-173>. Accessed [March, 22, 2025].



PÔVODNÁ ŠTÚDIA

ANALÝZA PRESKRIPCIE PENICILÍNOVÝCH A MAKROLIDOVÝCH ANTIBIOTÍK V KLINICKEJ PRAXI

ANALYSIS OF THE PRESCRIPTION OF PENICILLIN AND MACROLIDE ANTIBIOTICS IN CLINICAL PRACTICE

Havrilová, Soňa; Kolesárová, Mária*

Katedra farmakológie a toxikológie, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Slovenská republika



OPEN ACCESS

*Korešpondenčný autor: maria.kolesarova@uvlf.sk

Citovanie: Havrilová, S., Kolesárová, M.: Analýza preskripcie penicilínových a makrolidových antibiotík v klinickej praxi. Folia Pharmaceutica Cassoviensia, 2026, 8 (2), 27 – 36.

Prijaté: 19.05.2026

Akceptované: 20.05.2026

Publikované: 30.6.2026

Copyright: 2026 Havrilová, S., Kolesárová, K. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Etické aspekty: Pri popise experimentov vykonávaných na zvieratách sa uvádza, či boli schválené etickou komisiou a či boli dodržané príslušné aktuálne legislatívne opatrenia, ktoré sa vzťahujú na túto oblasť ako aj číslo povolenia Štátnej veterinárnej a potravinovej správy SR. Pri klinických štúdiách sa uvádza, či boli schválené príslušnou etickou komisiou.

ABSTRAKT

Antibiotiká (ATB) patria medzi najvýznamnejšie liečivá v súčasnej medicíne a zohrávajú kľúčovú úlohu v liečbe bakteriálnych infekcií. Cieľom práce bola analýza a porovnanie preskripcie penicilínových a makrolidových antibiotík vo verejnej lekárni v Českej republike (ČR) a Slovenskej republike (SR). Údaje v ČR boli získané vo verejnej lekárni Dr. Max v Prahe v období od 21. júla 2025

do 10. októbra 2025 prostredníctvom lekárenskeho informačného systému Farmis. Na Slovensku prebiehal zber údajov vo verejnej lekárni Liexy s.r.o. v Starej Ľubovni od 13. októbra 2025 do 19. decembra 2025 pomocou systému NRSYS Pharmacy HITT. V sledovanom období bolo analyzovaných 183 preskripčných záznamov (PZ) v ČR a 136 PZ v SR obsahujúcich penicilínové a makrolidové antibiotiká. V oboch krajinách dominovali penicilínové antibiotiká (ČR 70,5 %; SR 66,2 %), pričom najčastejšie predpisovaným liečivom bola kombinácia amoxicilínu s kyselinou klavulanovou (ČR 65,1 %; SR 85,6 %). Spomedzi makrolidov bol najviac zastúpený azitromycín (ČR 46,3 %; SR 65,2 %). Antibiotiká boli najčastejšie indikované pri infekciách dýchacích ciest. Penicilínové antibiotiká predpisovali najčastejšie stomatológovia v ČR (37 %) a všeobecní praktickí lekári v SR (47 %). Makrolidy najčastejšie predpisovali všeobecní praktickí lekári v oboch krajinách (ČR 61 %; SR 80 %). Výsledky poukazujú na podobné preskripčné zvyklosti v oboch krajinách.

Kľúčové slová: antibiotiká; lekárenská prax; makrolidy; penicilíny; preskripcia

ABSTRACT

Antibiotics (ATB) are among the most important drugs in modern medicine and play a key role in the treatment of bacterial infections. The aim of this study was to analyze and compare the prescribing patterns of penicillin and macrolide antibiotics in a public pharmacy in the Czech Republic (CR) and the Slovak Republic (SR). Data in the CR were collected at the Dr. Max public pharmacy in Prague between July 21, 2025, and October 10, 2025, via the Farmis pharmacy information system. In Slovakia, data collection took place at the Liexy s.r.o. community pharmacy in Stará Ľubovňa from October 13, 2025, to December 19, 2025, using the NRSYS Pharmacy HITT system. During the study period, 183 prescription records (PR) in the Czech Republic and 136 PR in Slovakia containing penicillin and macrolide antibiotics were analyzed. Penicillin antibiotics dominated in both countries (Czech Republic 70.5%; SR 66.2%), with the most frequently prescribed drug being the combination of amoxicillin and clavulanic acid (Czech Republic 65.1%; SR 85.6%). Among macrolides, azithromycin was the most common (Czech Republic 46.3%; SR 65.2%). Antibiotics were most frequently indicated for respiratory tract infections. Penicillin antibiotics were most frequently prescribed by dentists in the Czech Republic (37%) and by general practitioners in Slovakia (47%). Macrolides were most frequently prescribed by general practitioners in both countries (Czech Republic 61%; Slovakia 80%). The results point to similar prescribing practices in both countries.

Keywords: antibiotics; penicillins; macrolides; prescribing; pharmacy practice

ÚVOD

Antibiotiká (ATB) patria medzi najvýznamnejšie skupiny liekov v modernej medicíne, ktoré zásadne

ovplyvnili liečbu bakteriálnych infekcií. Objavenie penicilínu Alexandrom Flemingom v roku 1928 predstavovalo významný míľnik vo vývoji antiinfekčnej liečby a položilo základy pre široké využitie antibiotík v klinickej praxi (Laxminarayan a kol., 2013). Správne používanie antibiotík je nevyhnutné pre úspešnú liečbu infekčných ochorení, avšak ich nadmerné alebo nevhodné používanie prispieva k vzniku antibiotickej rezistencie, ktorá predstavuje významný problém súčasnej medicíny (Andersson a kol., 2020). Penicilíny a makrolidy sú najčastejšie používané antibiotiká v ambulantnej praxi. Podľa výročnej správy Európskeho centra pre prevenciu a kontrolu chorôb (ECDC) z roku 2022 boli penicilíny najčastejšie predpisovanými antibiotikami v komunitných podmienkach v 27 krajinách. Slovensko predstavovalo výnimku, kde sa na liečbu komunitných infekcií najčastejšie používali makrolidové a linkozamidové antibiotiká. Avšak ako skupina predstavovali betalaktámové ATB, kam patria aj penicilíny, najčastejšie používané ATB v rámci komunity (ECDC, 2023). Penicilíny pôsobia predovšetkým na grampozitívne pyogénne a hemolytické streptokoky (*Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus pneumoniae*), pneumokoky, gonokoky, meningokoky a tiež na spirochéty a grampozitívne bacily (*Bacillus anthracis*, *Clostridium tetani* a i.). Z gramnegatívnych kokov, ktoré sú citlivé na penicilíny, sú to *Neisseria meningitidis* a *N. gonorrhoeae*, *Moraxella catarrhalis* a i. (Mirossay, Mojžiš a kol., 2021). K najčastejšie používaným ATB v klinickej praxi patria práve aminopenicilíny. Aminopenicilíny sú však bežne citlivé na β -laktamázy a často sa podávajú v kombinácii s inhibítormi betalaktamáz, ako sú klavulanát alebo sulbaktám, aby sa predišlo inaktivácii enzýmom a zvýšil sa ich antibakteriálny účinok (drugs.com, 2025). Aminopenicilíny sú ako liek prvej voľby indikované pri infekcii dolných dýchacích ciest s hnisavou expektoráciou vyvolanou hemofilmi, pneumokokmi, pri akútnej bronchitíde, zápaloch pľúc, pri akútnej epiglottitíde, pri zápaloch stredného ucha novorodencov a detí predškolského veku a pri sinusitídach a i. (Mirossay, Mojžiš a kol., 2021). Suspektná alergia na penicilín predstavuje bežný problém klinickej praxe,

ktorý vedie k preskripcii alternatívnych ATB (Sučík a kol., 2024). Práve makrolidy predstavujú jednu z alternatív terapie infekcií dýchacích ciest u pacientov s alergiou na penicilíny (Davies a Davies, 2010; Mandel et al., 2007). Makrolidy nepatria medzi širokospektrálne ATB. Ich účinok sa zameriava predovšetkým na grampozitívne baktérie. Taktiež sú účinné proti intracelulárnym patogénom, ako aj proti niektorým gramnegatívnym kokom a taktiež proti atypickým mykobaktériám (Kučerová, 2010). Makrolidy predstavujú alternatívu penicilínu pri streptokokovej tonzilofaryngitíde a nekomplikovaných infekciách mäkkých tkanív spôsobených *Streptococcus. pyogenes*, ako aj pri pneumokokových infekciách dýchacích ciest a prevencii reumatickej horúčky. Podobne sú aj alternatívou amoxicilínu pri infekciách dýchacích ciest a prevencii bakteriálnej endokarditídy pred zubným zákrokom (Hamad a Arif, 2015).

Cieľom práce bolo analyzovať a porovnať preskripciu penicilínových a makrolidových antibiotík v dvoch lekárňach v Českej republike a Slovenskej republike.

MATERIÁL A METODIKA

Údaje boli retrospektívne získané z preskripčných záznamov (PZ) penicilínových a makrolidových antibiotík v ČR a SR. Zber údajov v ČR prebiehal vo verejnej lekární Dr. Max v Prahe v období od 21. júla

2025 do 10. októbra 2025 prostredníctvom lekárenského informačného systému Farmis. Z celkového počtu 9 966 PZ bolo vyselektovaných 183 PZ pre 183 pacientov, ktorým boli predpísané sledované antibiotiká. Na Slovensku prebiehal zber údajov vo verejnej lekární Liexy s.r.o. v Starej Ľubovni v období od 13. októbra 2025 do 19. decembra 2025 prostredníctvom systému NRSYS Pharmacy HITT. Z celkového počtu 7 531 PZ bolo do analýzy zahrnutých 136 PZ pre 136 pacientov s predpísanými penicilínovými alebo makrolidovými ATB. Z preskripčných záznamov boli analyzované údaje o type predpísaného ATB, o pohlaví, veku pacienta, odbornosti predpisujúceho lekára a v SR aj indikácie. Všetky údaje boli anonymizované a spracované v súlade s platnou legislatívou o ochrane osobných údajov (GDPR).

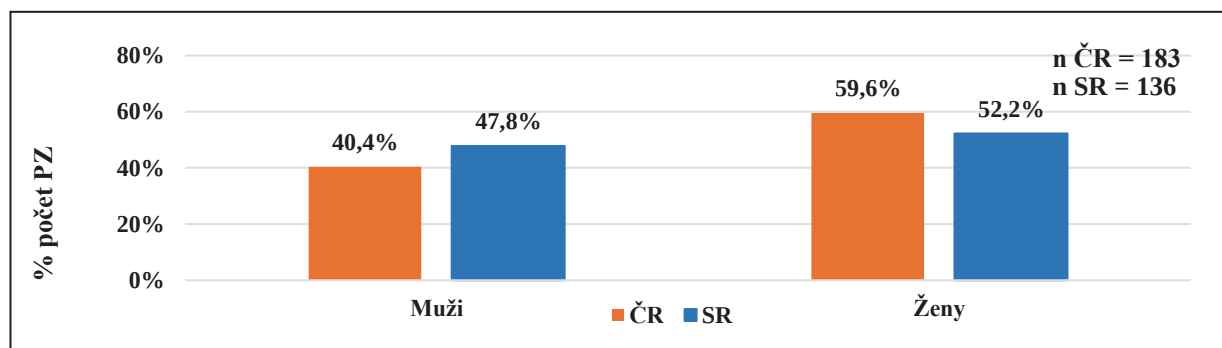
VÝSLEDKY

Charakteristika pacientov

Pohlavie a vek pacientov

Celkový počet pacientov v ČR, ktorým boli v čase zberu dát predpisované sledované ATB bol 183. Z celkového počtu pacientov v ČR tvorili muži 40,4 % (74) a ženy 59,6 % (109) (Graf 1). Penicilínové a makrolidové antibiotiká v SR boli predpísané 136 pacientom, z toho 47,8 % (65) tvorili muži a 52,2 % (71) ženy (Graf 1).

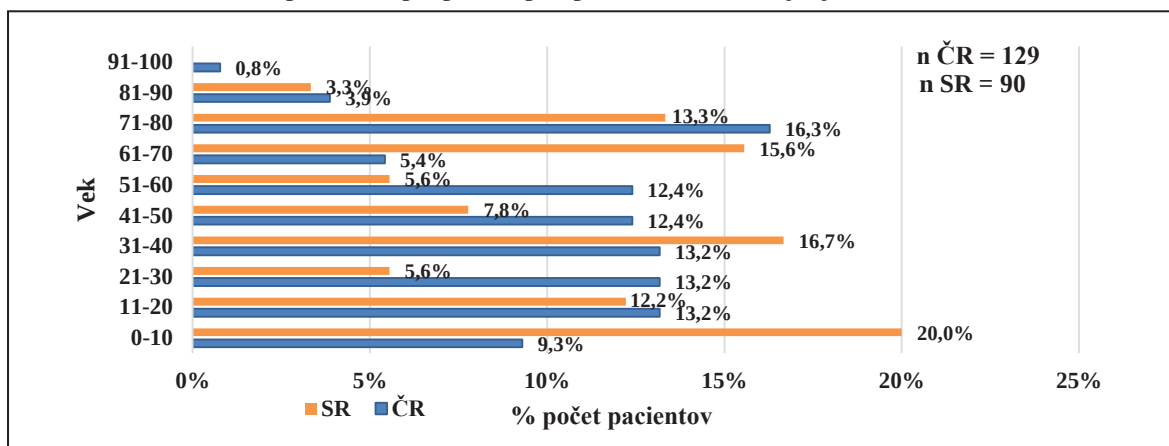
Graf 1: Pohlavie pacientov pri preskripcii penicilínových a makrolidových antibiotík vo verejnej lekární v ČR a SR



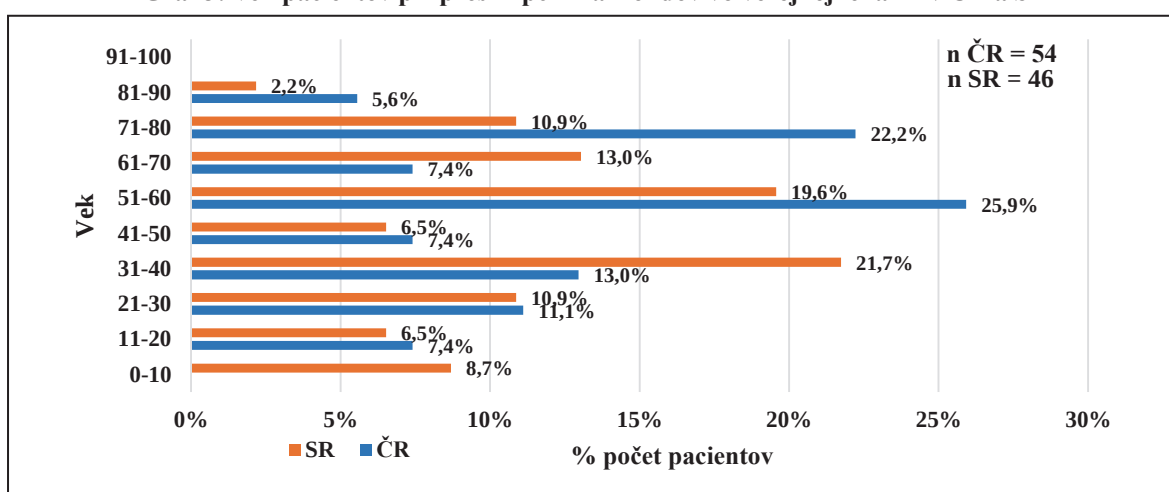
Graf 2 znázorňuje vekové kategórie pacientov v ČR a SR, ktorí užívali penicilíny. V ČR boli penici-

liny najčastejšie predpisované pacientom vo vekovej kategórii 71 – 80 rokov, zatiaľ čo v SR boli najčastej-

Graf 2: Vek pacientov pri preskripcii penicilínov vo verejnej lekárni v ČR a SR



Graf 3: Vek pacientov pri preskripcii makrolidov vo verejnej lekárni v ČR a SR



šie indikované deťom vo vekovej kategórii 0 – 10 rokov. Makrolidy boli v ČR najčastejšie predpísané pacientom vo vekovej skupine 51 – 60 rokov a v SR pacientom vo veku 31 – 40 rokov (Graf 3).

Analýza preskripcie penicilínových a makrolidových antibiotík

V ČR bolo celkovo v sledovanom období expedovaných 9 966 PZ, pričom ATB boli predpísané v 547 prípadoch (5,49 %). Na Slovensku bolo celkovo expedovaných 7531 PZ, pričom ATB boli predpísané v 330 prípadoch (4,38 %) (Graf 4). Pri porovnaní sledovaných skupín antibiotík dominovali v oboch krajinách penicilíny. V ČR tvorili penicilíny 70,5 % (129) a makrolidy 29,5 % (54). V SR predstavovali penicilíny 66,2 % (90) a makrolidy 33,8 % (46) (Graf 5).

Analýza preskripcie penicilínov vo verejnej lekárni v ČR a SR

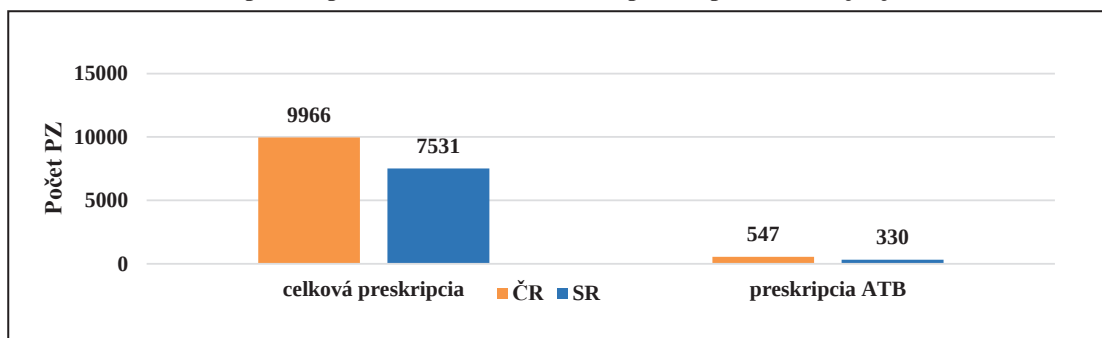
V ČR a SR bola najčastejšie predpisovaná kombinácia liečiv zo skupiny penicilínov amoxicilín/kyselina klavulánová (ČR 65,1 %; SR 85,6 %) (Graf 6 a 7).

Najčastejšie boli penicilíny v SR indikované pri infekciách dýchacích ciest, najmä pri akútnej sinusitíde (15,6 %), akútnych infekciách horných dýchacích ciest (11,1 %) a akútnej laryngotracheitíde (11,1 %).

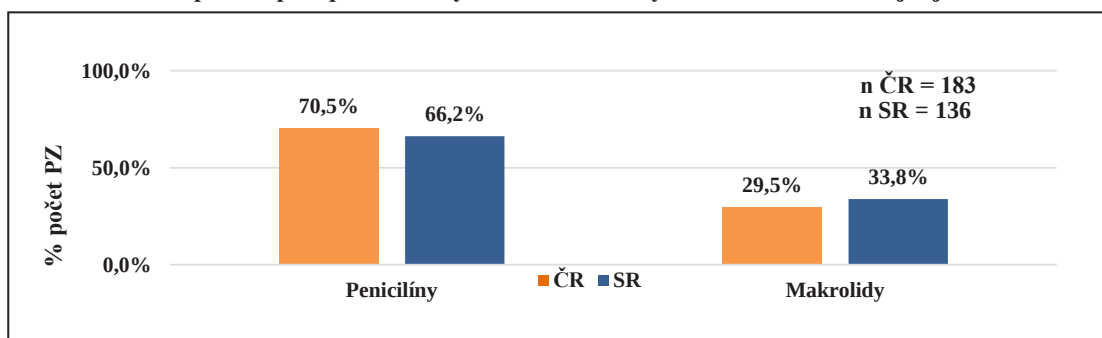
Porovnanie odbornosti lekárov predpisujúcich penicilínové ATB v ČR a SR

Preskripcia penicilínových ATB v ČR bola najčastejšie realizovaná stomatológmi, ktorí sa podieľali na celkovom počte preskripcií v 37 % prípadov (48). Významný podiel pripadal aj na všeobecných praktických lekárov (27 % (35)) a praktických lekárov pre

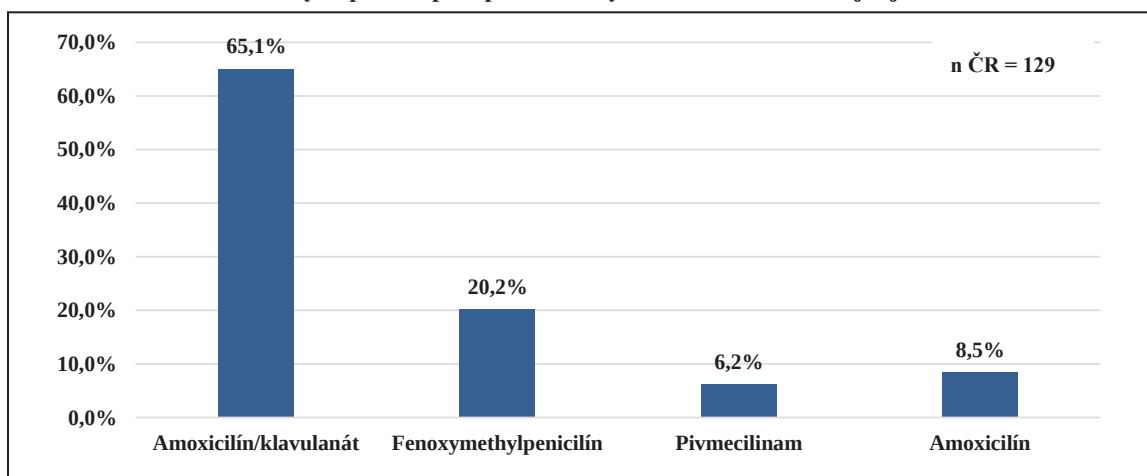
Graf 4: Porovnanie preskripce antibiotík vs. celková preskripčia vo verejnej lekárni v ČR a SR



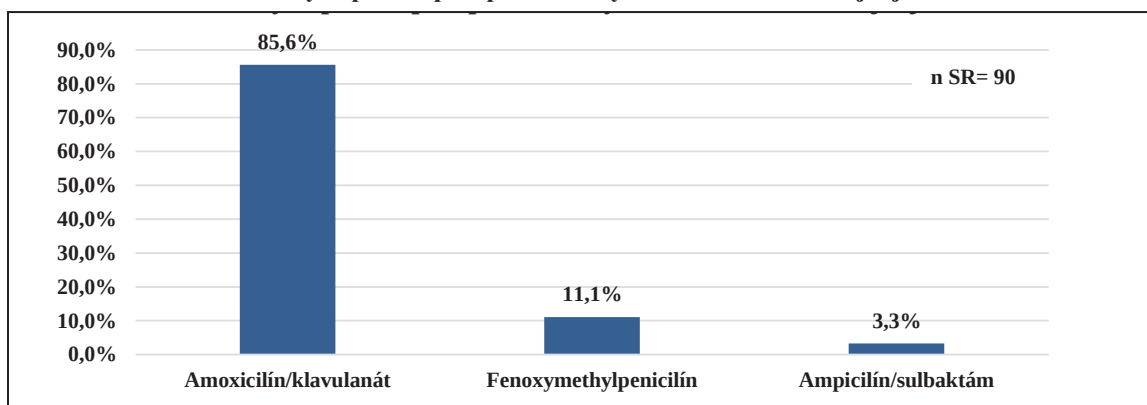
Graf 5: Porovnanie preskripce penicilínových a makrolidových antibiotík vo verejnej lekárni v ČR a SR



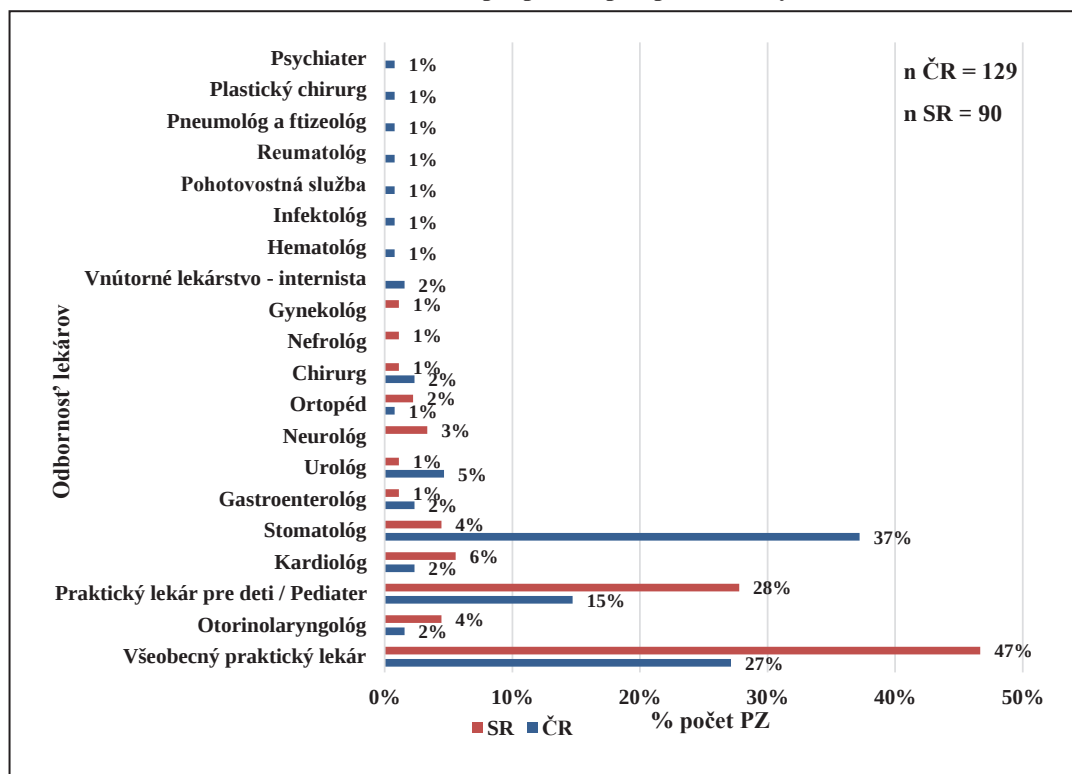
Graf 6: Analýza preskripce penicilínových antibiotík vo verejnej lekárni v ČR



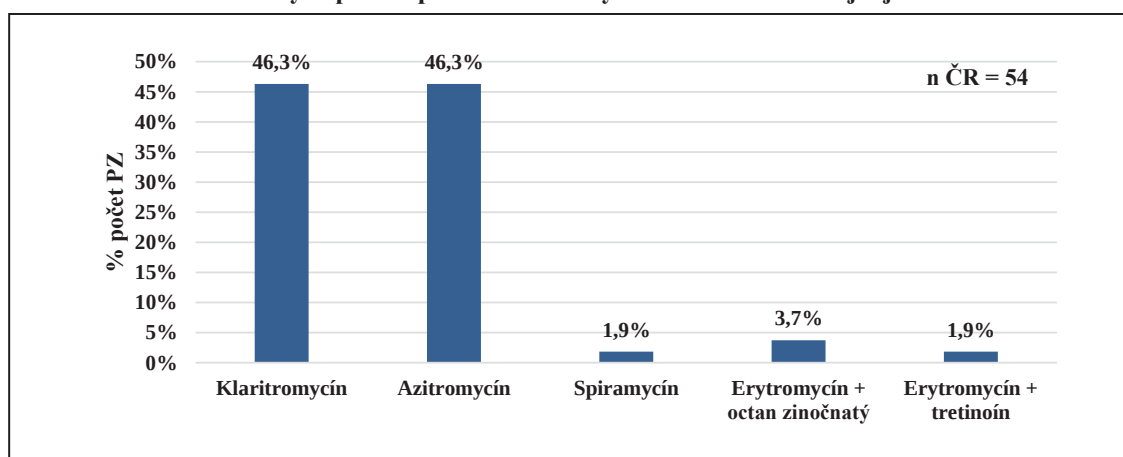
Graf 7: Analýza preskripce penicilínových antibiotík vo verejnej lekárni v SR



Graf 8: Porovnanie odbornosti lekárov pri preskripcii penicilínových antibiotík v ČR a SR



Graf 9: Analýza preskripcie makrolidových antibiotík vo verejnej lekárni v ČR



deti a dorast (15 % (19)). V SR bola preskripcia penicilínových ATB najčastejšie vykonaná všeobecným praktickým lekárom (47 % (42 PZ)) a hneď po ňom praktickým lekárom pre deti a dorast (28 % (25 PZ)) (Graf 8).

Analýza preskripcie makrolidov vo verejnej lekárni v ČR a SR

V ČR bolo zaznamenaných 54 PZ a v SR 46 PZ s obsahom makrolidových antibiotík. Najčastejšie

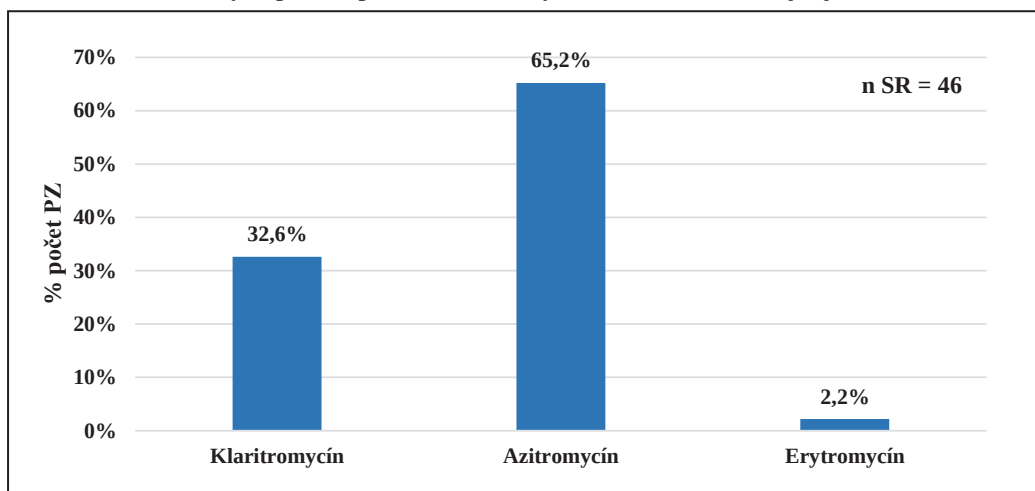
predpisovanými liečivami v ČR aj SR boli klaritromycín a azitromycín (Graf 9, 10).

V SR boli makrolidy najčastejšie indikované pri infekciách dýchacích ciest, najmä pri akútnej laryngotracheitíde (21,7 %) a akútnej faryngitíde (15,2 %).

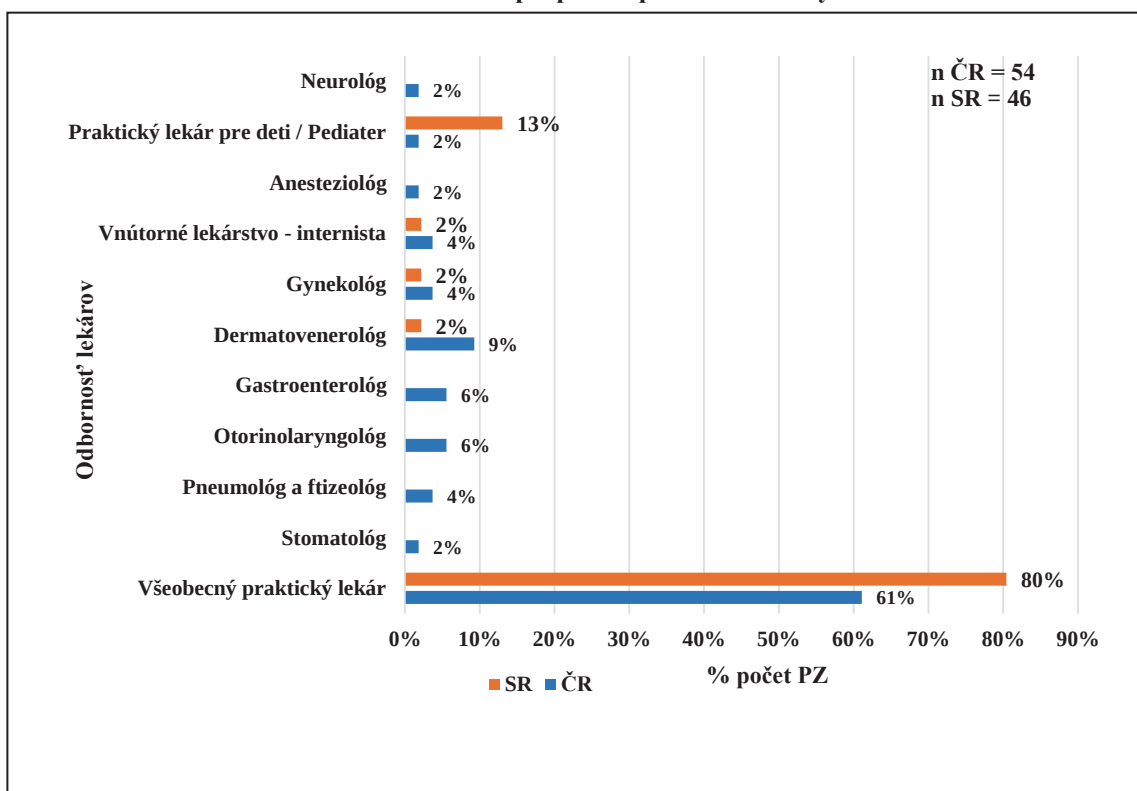
Porovnanie odbornosti lekárov predpisujúcich makrolidové ATB v ČR a SR

Makrolidové ATB najčastejšie predpisovali v ČR aj v SR všeobecní lekári (ČR 61 %; SR 80 %) (Graf 11).

Graf 10: Analýza preskripce makrolidových antibiotík vo verejnej lekárni v SR



Graf 11: Porovnanie odbornosti lekárov pri preskripcii makrolidových antibiotík v ČR a SR



DISKUSIA

Antibiotiká patria medzi najvýznamnejšie liečivá modernej medicíny, avšak ich nadmerné alebo nevhodné používanie prispieva k vzniku antimikrobiálnej rezistencie, ktorá predstavuje jednu z najzávažnejších globálnych zdravotníckych hrozieb (WHO, 2023; ECDC, 2018). Cieľom práce bolo analyzovať

a porovnať preskripciu penicilínových a makrolidových antibiotík v Českej republike a na Slovensku vo verejných lekárňach. Z hľadiska pohlavia pacientov bol v oboch krajinách zaznamenaný mierne vyšší podiel žien (ČR 59,6 %, SR 52,2 %), čo môže súvisieť s častejším vyhľadávaním zdravotnej starostlivosti alebo s vyšším výskytom niektorých infekcií, napríklad infekcií močových ciest (WHO, 2023; Waterlow

et al., 2025). Veková štruktúra pacientov sa medzi krajinami líšila – v ČR boli penicilíny najčastejšie predpisované pacientom vo veku 71 – 80 rokov, zatiaľ čo na Slovensku dominovala detská populácia vo veku 0 – 10 rokov. Vyššia spotreba antibiotík u detí je dlhodobo spájaná najmä s infekciami dýchacích ciest (Trojánec a kol., 2024), zatiaľ čo u starších pacientov môže súvisieť s vyššou chorobnosťou a polymorbiditou (ECDC, 2022). Podiel antibiotickej preskripcie bol v oboch krajinách relatívne nízky (ČR 5,49 %, SR 4,38 %), čo naznačuje, že antibiotiká netvorili dominantnú časť farmakoterapie. Analýza skupín antibiotík preukázala dominantné postavenie penicilínov (ČR 70,5 %, SR 66,2 %), čo je v súlade s terapeutickými odporúčaniami, podľa ktorých predstavujú liečbu prvej voľby pri mnohých komunitných infekciách, najmä infekciách dýchacích ciest (WHO, 2023; Trojánec a kol., 2024). Dominancia penicilínov bola zachovaná počas celého sledovaného obdobia, čo poukazuje na stabilné preskripčné návyky lekárov. Z hľadiska konkrétnych liečiv bola v oboch krajinách najčastejšie predpisovaná kombinácia penicilínových antibiotík amoxicilín s kyselinou klavulanovou. V ČR tvorila 65,1 % preskripcie penicilínov, zatiaľ čo na Slovensku až 85,6 %. Dominancia tejto kombinácie môže súvisieť s jej rozšíreným spektrom účinku, ktoré zahŕňa aj mikroorganizmy produkujúce β -laktamázy. Kyselina klavulanová ako inhibítor β -laktamáz zvyšuje účinnosť amoxicilínu a umožňuje jeho použitie pri širšom spektre infekcií (Sučík a kol., 2024). Tento výsledok však zároveň poukazuje na časté používanie širokospektrálnych ATB, čo môže predstavovať rizikový faktor pre vznik ATB rezistencie (Laxminarayan et al., 2013).

Makrolidové ATB tvorili menší podiel celkovej antibiotickej preskripcie v porovnaní s penicilínmi, pričom ich zastúpenie bolo vyššie na Slovensku (33,8 %) v porovnaní s Českou republikou (29,5 %). Tento výsledok je očakávaný, keďže makrolidy sa používajú najmä ako alternatíva v prípade alergie na β -laktamové ATB alebo pri infekciách spôsobených atypickými patogénmi. Najčastejšie predpisovaným makrolidom bol azitromycín, čo možno vysvetliť jeho výhodnými

farmakokinetickými vlastnosťami. Má dlhý biologický polčas, vysokú tkanivovú penetráciu a umožňuje krátkodobé dávkovacie režimy, čo zlepšuje adhérenciu pacientov k liečbe (Kučerová 2010; Mandel a kol., 2007). Avšak v posledných rokoch sa zvýšila rezistencia patogénov aj voči tomuto ATB, hlavne kvôli jeho súčasnej narastajúcej preskripcii od skončenia pandémie Covid-19 (EMA, 2025).

Z hľadiska diagnóz, v ČR nie je povinnosť pri preskripcii uvádzať diagnózy, a tak boli výsledky analyzované len zo SR, kde boli ATB najčastejšie predpisované pri infekciách dýchacích ciest. Na Slovensku bola preskripcia penicilínov najčastejšie viazaná na sinusitídu (15,6 %), laryngotracheitídu (11,1 %) a tonzilitídu (8,9 %). Podobne aj makrolidy boli najčastejšie predpisované pri laryngotracheitíde (21,7 %) a faryngitíde (15,2 %). Tieto výsledky potvrdzujú, že infekcie dýchacích ciest predstavujú najčastejšiu indikáciu antibiotickej liečby v ambulantnej praxi (ECDC, 2022). Je však potrebné zdôrazniť, že mnohé infekcie dýchacích ciest majú vírusový pôvod, pri ktorých antibiotická liečba nie je indikovaná (Harris a kol., 2016). Tento fakt poukazuje na potrebu dôsledného diagnostického prístupu a racionálneho rozhodovania pri indikácii antibiotík s cieľom minimalizovať ich nadmerné používanie (WHO, 2023). Analýza odbornosti lekárov ukázala, že v ČR boli penicilíny najčastejšie predpisované stomatológmi, zatiaľ čo na Slovensku dominovali všeobecní praktickí lekári. Makrolidy boli v oboch krajinách najčastejšie predpisované všeobecnými lekármi, čo poukazuje na ich kľúčovú úlohu v liečbe ambulantných infekcií (ECDC, 2022).

Získané výsledky naznačujú prevažne racionálny prístup k antibiotickej liečbe v sledovaných lekárňach a zároveň poukazujú na význam ďalšieho monitorovania preskripcie s cieľom minimalizovať riziko vzniku antimikrobiálnej rezistencie. K zníženiu rezistencie na ATB môže prispieť aj farmaceut svojimi intervenciami. Jednou z nich je implementácia Štandardného postupu pre manažment pacientov s podozrením na akútne infekcie horných dýchacích ciest v podmienkach verejných lekární (Pôčik a kol.,

2023). Implementácia tohto štandardného postupu do praxe má prispieť k štandardizácii postupu pri manažmente pacienta s podozrením na infekcie horných dýchacích ciest, podpore pacientov k lepšiemu využívaniu asistovanej samoliečby, zvýšeniu bezpečnosti pacienta, redukcii nadbytočnej preskripcie antibiotík, zníženiu antibiotickej rezistencie a k zlepšeniu compliance pacientov s antibiotickou liečbou. Zároveň prispeje k odbremeneniu vysokej záťaže ambulantnej zdravotnej starostlivosti od pacientov, ktorým postačuje asistovaná samoliečba a tiež prispeje k prehĺbeniu spolupráce farmaceuta a lekára (Pôčik a kol., 2023). Ďalšou farmaceutickou intervenciou môžu byť konzultácie a motivačné rozhovory ohľadom očkovania proti chrípke (Mačeková a kol., 2025), ktorá ak je nedostatočne liečená ako vírusové ochorenie, môže neskôr prepuknúť do antibakteriálnej infekcie s následnou indikáciou ATB. Limitáciou tejto práce je skutočnosť, že údaje boli získané len z jednej lekárne v každej krajine, čo môže obmedzovať možnosť generalizácie výsledkov. Napriek tomu poskytujú získané údaje cenný prehľad o preskripčných zvyklostiach antibiotík v ambulantnej praxi v ČR a SR.

ZÁVER

Porovnanie výsledkov preskripcie antibiotík medzi ČR a SR ukázalo podobné trendy. V oboch krajinách dominovali penicilíny a medzi makrolidmi azitromycín. Tieto výsledky naznačujú podobné terapeutické postupy a preskripčné návyky v oboch zdravotníckych systémoch, čo môže byť spôsobené podobnými klinickými odporúčaniami, dostupnosťou liekov a organizáciou zdravotnej starostlivosti (WHO, 2023).

Získané výsledky naznačujú prevažne racionálny prístup k antibiotickej liečbe v sledovaných lekárňach a zároveň poukazujú na význam ďalšieho monitorovania preskripcie s cieľom minimalizovať riziko vzniku antimikrobiálnej rezistencie, ku ktorému môžu prispieť aj farmaceutické intervencie v podmienkach verejných lekární.

Konflikt záujmov

Autori pre túto štúdiu neudávajú konflikt záujmov.

Použitie nástrojov umelej inteligencie

Autori nepoužili nástroje generatívnej umelej inteligencie.

Etické aspekty

Štúdia bola vykonaná v súlade so všetkými etickými predpismi potrebnými pre jej vypracovanie.

Financovanie

Na túto štúdiu nebolo potrebné financovanie.

Príspevky autorov

Havrilová, Soňa – konceptualizácia, výskum, spracovanie údajov, zdroje, Kolesárová, Mária – konceptualizácia, metodika, formálna analýza

ZOZNAM LITERATÚRY

Andersson, D. I., Balaban N. Q., Baquero F., Courvalin P., Glaser P., Gophna U., Kishony R., Molin S., Tønjum T.: Antibiotic resistance: turning evolutionary principles into clinical reality. *FEMS Microbiology Reviews*, 2020, 44 (2), 171 – 188.

Davies, J., Davies, D.: Origins and evolution of antibiotic resistance. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 2010, 74 (3), 417 – 433.

Drugs.com. Aminopenicillins General Statement Monograph for Professionals [online]. <https://www.drugs.com/monograph/aminopenicillins-general-statement.html>>. [Accessed August 27, 2025].

European Centre For Disease Prevention and Control. ECDC calls for continued action to address antimicrobial resistance in healthcare settings [online]. <https://www.ecdc.europa.eu/en/news-events/ecdc-calls-continued-action-address-antimicrobial-resistance-healthcare-settings>>. [Accessed February 21, 2026].

European Centre For Disease Prevention and Control. Surveillance of antimicrobial consumption in Europe 2022 [online]. <https://www.ecdc.europa>

eu/en/publications-data/surveillance-antimicrobial-consumption-europe-2022>. [Accessed February 23, 2026].

European Centre for Disease Prevention and Control. Antimicrobial consumption in the EU/EEA (ESAC-Net) – Annual Epidemiological Report 2022. Stockholm: ECDC; 2023. <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/surveillance-antimicrobial-consumption-europe-2022>. [Accessed February 17, 2024].

European medicine agency (EMA) 2025 [online]. <https://www.ema.europa.eu/en/news/changes-use-antibiotic-azithromycin>. [Accessed May 21, 2026].

Hamad, A., Arif, M.: Streptococcal throat: Therapeutic options and macrolide resistance. *Saudi Medical Journal*, 2015, 36 (9), 1128 – 9.

Harris, A. M., Hicks, L., A., Qaseem, A., Appropriate Antibiotic Use for Acute Respiratory Tract Infection in Adults: Advice for High-Value Care From the American College of Physicians and the CDC. *Annals of Internal Medicine*, 2016, 164 (6), 425 – 434.

Kučerová, D. *Makrolidové ATB v liečbe respiračných infekcií*. *Via Pract*, 2010, 7 (2), 66 – 69.

Laxminarayan, R., Duse, A., Wattal, Ch., Zaidi, A., Wertheim, H., Sumpradit, N., Erika Vlieghe, E., Hara, G., L., Gould, I., Goossens, H., Greko, Ch., So, A., Bigdeli, M., Tomson, G., Woodhouse W., Ombaka, E., Peralta, A., Q., Farah Naz Qamar, F., N., Mir, F., Kariuki, S., Bhutta, Z., Coates, A., Bergstrom, R., Wright, G., Brown, E., Cars, O.: Antibiotic resistance – the need for global solutions. *The Lancet Infectious Diseases*, 2013, 13 (12), 1057 – 1098.

Macekova Z., Krivosova M., Viola R., Zufkova V., Klimas J., Snopkova M.: Advanced pharmaceutical services in community pharmacies. *Pharm Pract.*, 2025, 23 (1), 1 – 17.

Mandel, L., Wunderink, R. G., Anzueto, A., Bartlett, J. G., Campbell, G. D., Dean, N. C., Dowell, S. F., File, Jr. T. M., Musher, D. M., Niederman, M. S., Torres, A., Whitney, C. G.: Infectious Diseases Society of America/American Thoracic Society consensus guidelines on the management of community-acquired pneumonia in adults. *Clinical Infectious Diseases*, 2007, 44 (2), 27 – 72.

Mirossay, L., Mojžiš, J. a kol.: *Základná farmakológia a farmakoterapia*. I., 2. revidované a rozšírené vyd. EQUILIBRIA, 2021, 564 – 576. ISBN 978-80-8143-273-6.

Pôčik, L., Matejka P., Jeník P., Snopková, M., Sukeľ, O., Beslerová, M., Foltánová, T., Mináriková, D., Jeseňák, M., Klimas, J.: Štandardný postup pre manažment pacientov s podozrením na akútne infekcie horných dýchacích ciest v podmienkach verejných lekární. ŠP 300, 2023.

Sučík, M., Rosol'anka, R., Krkoška, D., Šimeková, K.: Antibiotická liečba pacientov s hypersenzitivitou na penicilín a β -laktámové antibiotiká. *Vnitřní lékařství*, 2024, 70 (2), E24 – E31.

Trojánek, M., Štefan, M., Bezdičková, L., Prokeš, M., Žemličková, H.: Antibiotická terapie najčastejších infekcií v ambulantní praxi. *Vnitřní lékařství*, 2024, 70 (5), 276 – 283.

Waterlow, N. R., Ashfield, T., Knight, G.: Observational study of antibiotic prescribing patterns by age and sex in primary care in England: why we need to take this variation into account to evaluate antibiotic stewardship and predict AMR variation. *JAC-Antimicrobial Resistance*, 2025, 7 (1), 210.

World Health Organization. Antimicrobial resistance [online]. 2023. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>>. [Accessed February, 21, 2026]



PÔVODNÁ ŠTÚDIA

FARMAKOMODULÁCIA OXIDAČNÉHO STRESU V PRIMÁRNYCH CHONDROCYTOCH

PHARMACOMODULATION OF OXIDATIVE STRESS IN PRIMARY CHONDROCYTES

Nosálová, Natália^{1*}; Marcinčáková, Dana²; Gergely, Dominik²; Čížková, Daša¹; Kalinaj, Blažej¹; Čobejová, Simona¹

¹Laboratórium experimentálnej a klinickej regeneračnej medicíny, Klinika malých zvierat, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach; ²Katedra farmakológie a toxikológie, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, ³Dr. Max, Tr. KVP 3112, Košice, Slovenská republika

 OPEN ACCESS

*Korešpondenčný autor: natalia.nosalova@uvlf.sk

Citovanie: Nosálová, N., Marcinčáková, D., Gergely, D., Čížková, D., Kalinaj, B., Čobejová, S.: Farmakomodulácia oxidačného stresu v primárnych chondrocytoch. Folia Pharmaceutica Cassoviensia, 2026, 8 (2), 37 – 45.

Prijaté: 28.04.2026

Akceptované: 12.05.2026

Publikované: 30.06.2026

Copyright: 2026 Nosálová, N., Marcinčáková, D., Gergely, D., Čížková, D., Kalinaj, B., Čobejová, S. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Etické aspekty: Táto štúdia bola schválená etickou komisiou UVLF v Košiciach (EKVP/2022-21).

ABSTRAKT

Osteoartritída je najrozšírenejším degeneratívnym ochorením kĺbov vedúcim k nezvratným štrukturálnym a funkčným zmenám. Kĺb je charakteristický synoviálnym zápalom, oxidačným stresom, apoptózou v chondrocytoch a degradáciou extracelulárnej matrix, čo následne spôsobuje stuhnutie celého kĺbu, bolesť až funkčné zlyhanie. Hlavnou príčinou chronického zápalu je oxidačný stres. Keďže presné mechanizmy oxidačného stresu sú málo popísané, v práci sme sa zamerali

na štúdium vplyvu oxidačného stresu sprostredkovaného peroxidom vodíka na primárne kultúry chondrocytov. V experimentoch sme sa venovali morfológii a kultivácii primárnych neonatálnych chondrocytov. Hodnotili sme metabolickú aktivitu vzoriek s prevládajúcim obsahom chondroprotektív (glukozamínu, kolagénu, chondroitín sulfátu) na bunky, ako aj vplyv samotného peroxidu vodíka na proliferáciu primárnych kultúr. Naším cieľom bolo posúdiť preventívny a terapeutický účinok jednotlivých testovaných zlúčenín, ako aj kondicionovaného média na primárne chondrocyty vystavené oxidačnému stresu. Výsledky preukázali, že všetky testované vzorky majú dobrý bezpečnostný profil a nie sú cytotoxické na bunky. Na základe výsledných dát predpokladáme, že chondroprotektíva majú väčší význam, keď sa aplikujú ako prevencia, pretože dokážu v signifikantnej miere zabrániť poškodeniu buniek oxidačným stresom. Naopak, kondicionované médium má skôr terapeutický efekt, je schopné regenerovať primárne chondrocyty vystavené oxidačnému stresu. Na záver môžeme konštatovať, že v súčasnosti rastie záujem o vývoj nových regeneračných prístupov

v terapii rôznych ochorení vrátane osteoartritídy. Kondiciované médium má vysoký potenciál, avšak stále sú potrebné ďalšie štúdie, na základe ktorých by sa mohli regeneračné prístupy postupne zaviesť do klinickej praxe.

Kľúčové slová: farmakoterapia; chondrocyty; osteoartritída; oxidačný stres

ABSTRACT

Osteoarthritis is the most prevalent degenerative joint disease, leading to irreversible structural and functional changes in the joint. It is characterized by synovial inflammation, oxidative stress, chondrocyte apoptosis, and extracellular matrix degradation, ultimately resulting in joint stiffness, pain, and functional failure. One of the primary drivers of chronic inflammation is oxidative stress. Due to the limited understanding of the precise mechanisms of oxidative stress, this work focused on investigating the effects of oxidative stress, induced by hydrogen peroxide, on primary chondrocyte cultures. In the experiments, we focused on the morphology and cultivation of primary neonatal chondrocytes. We assessed the metabolic activity of samples with a predominant content of chondroprotectants (glucosamine, collagen, chondroitin sulfate) on the cells, as well as the impact of hydrogen peroxide alone on the proliferation of primary cultures. Our goal was to evaluate both the preventive and therapeutic potential of the tested compounds, as well as that of conditioned medium, on primary chondrocytes exposed to oxidative stress. The results demonstrated that all tested chondroprotectives have a favorable safety profile and are non-cytotoxic. Based on the data, we found that chondroprotective agents are more effective when applied preventively, as they significantly protect cells from oxidative damage. In contrast, the conditioned medium exhibited primarily therapeutic effects and was capable of regenerating chondrocytes previously exposed to oxidative

stress. In conclusion, there is growing interest in the development of novel regenerative approaches for the treatment of various diseases, including osteoarthritis. Conditioned medium shows high therapeutic potential; however, further studies are necessary to support its integration into clinical practice.

Keywords: chondrocytes; osteoarthritis; oxidative stress; pharmacotherapy

ÚVOD

Osteoartritída je významným zdrojom chronickej bolesti, funkčného obmedzenia aj invalidity v staršej populácii. V súčasnosti už nejde len o „mechanické opotrebovanie“, ale o komplexné, multifaktoriálne ochorenie. Kľúčom k porozumeniu klinického obrazu je pohľad na chrupku ako na dynamické tkanivo, kde chondrocyty neustále pracujú na udržiavaní rovnováhy medzi anabolickými a katabolickými procesmi (Hunter, March a Chew, 2019).

Jednou z nosných patogenetických dráh je oxidačný stres. Nadbytok reaktívnych foriem kyslíka v chondrocytoch poškodzuje mitochondrie, DNA, proteíny aj lipidy a aktivuje signálne mechanizmy, ktoré zvyšujú expresiu katabolických enzýmov a prozápalových mediátorov. Súčasná farmakoterapia je prevažne symptomatická: nesteroidné antiflogistiká, intraartikulárne kortikosteroidy či kyselina hyalurónová, prinášajú úľavu od bolesti a krátkodobé zlepšenie funkcie, nezasahujú však podstatu ochorenia. Rastie preto záujem o doplnkové prístupy zamerané na moduláciu patologických mechanizmov – najmä oxidačného stresu a apoptózy (Henrotin a kol., 2005). Dynamicky sa rozvíja aj regeneračná medicína. Mezenchýmové kmeňové bunky (MSC) dokážu diferencovať smerom ku chrupke, uvoľňujú protizápalové cytokíny a rastové faktory, modulujú imunitnú odpoveď a znižujú oxidačný stres v kĺbovom mikroprostredí. Predklinické a prvé klinické skúsenosti naznačujú redukciiu bolesti, zlepšenie funkcie a miestami aj známky reparácie chrupky. Perspektívnou alterna-

tívou je využitie bunkových produktov – kondicionovaného média a exozómov – ktoré sprostredkujú veľkú časť účinkov MSC bez potreby transplantácie samotných buniek a ponúkajú potenciál lepšej reprodukovateľnosti a logistiky (Tan a kol., 2017).

Táto práca nadväzuje na uvedený koncept a zameriava sa na farmakomoduláciu oxidačného stresu v primárnych chondrocytoch ako na možný kľúč k spomaleniu, prípadne čiastočnému zvráteniu progresie osteoartritídy.

MATERIÁL A METÓDY

Primárne kultúry neonatálnych chondrocytov

Experimenty prebiehali na primárnom modeli psích neonatálnych chondrocytov, ktoré boli izolované v Laboratóriu experimentálnej a klinickej regeneračnej medicíny UVLF v KE. Tkanivo chrupky bolo získané z lakťového, ramenného, bedrového a kolenného kĺbu šteniat, ktoré uhynuli počas pôrodu na Klinike malých zvierat UVLF. Postup sa uskutočnil so súhlasom majiteľa psov a Etickej komisie UVLF v KE (EKVP/2022-21). Izolácia primárnych kultúr prebiehala enzymatickým postupom v sterilnom prostredí laboratória.

Neonatálne chondrocyty boli kultivované v štandardnom kultivačnom médiu DMEM s obsahom 10 % FBS (Sigma, United States), 1 % roztoku antibiotík a antimykotík (ATB/ATM, penicilín (100 U/ml), streptomycín (100 µg/ml), amfotericín B (2,5 µg/ml) a gentamycín (5 µg/ml), Lonza, Switzerland) za štandardných podmienok 37 °C a 5 % CO₂. Ak konfluenca buniek dosiahla 80 – 90 %, bunky boli pasážované pomocou 0,05 % trypsínu (Sigma, United States) a inkubované približne 3 – 5 min v inkubátore pri 37 °C.

Trypsín bol neutralizovaný s rovnakým množstvom FBS a suspenzia buniek bola centrifugovaná pri 1200 otáčkach 7 minút. Bunkový pelet bol rozsuspendovaný v DMEM a bunky boli spočítané pomocou hemocytometra a 4 % roztoku trypanovej modrej. Časť buniek sa následne mohla použiť na ďalšie experimenty a časť buniek bola zamrznutá v mraziacom médiu

s obsahom 50 % DMEM, 40 % FBS a 10 % dimetyl sulfoxidu (DMSO, Sigma, United States) pomalým zmrazením v nádobe MrFrosty (Sigma, United States) v mrazničke pri – 80 °C a následne v tekutom dusíku.

Testované látky

V práci sa skúmalo, či glukozamínové, kolagénové a komplexné výživové doplnky, lieky, ako aj kondicionované médium (CM) dokážu chrániť alebo regenerovať chondrocyty vystavené oxidačnému stresu indukovanému H₂O₂. Testované farmaceutické produkty boli: Complex 6 Aktiv (vzorka 1; Glukozamín sulfát 500 mg, metylsulfonylmetán MSM 300 mg, chondroitín sulfát 200 mg, hyaluronát sodný 20 mg, kolagén typu II 3,4 mg, vitamín C 12 mg), Collagen Drink (vzorka 2; Hydrolyzovaný bravčový kolagén 10 000 mg (Peptan P 2000 LD), hyaluronátom sodným 50 mg, vitamínom C 40 mg, zinok 5 mg, mangán 1,8 mg, biotín 25 µg) a liek Condrosulf 800 (vzorka 3; Chondroitín sulfát sodný 800 mg).

Látky sme spracovali v mažiari a vzniknutý prášok sme rozpustili v štandardnom médiu DMEM, pričom všetky látky vykazovali dobrú rozpustnosť. Pripravili sme si roztok s finálnou koncentráciou 50 mmol/ml, ktorý sme riedili na požadované koncentrácie pre jednotlivé analýzy.

CM bolo získané štandardným postupom z mezenchýmových kmeňových buniek izolovaných z kanínneho amniónu (AM-MSC). AM-MSC sa kultivovali v DMEM bez FBS počas 24 h v inkubátore za štandardných podmienok. Následne bolo CM zozbierané z kultivačnej fľaše, centrifugované pri otáčkach 1200 rpm 7 minút a prefiltrované 0,2 µm sterilným filtrom (Millipore, USA). CM bolo pre ďalšie analýzy uchovávané v mrazničke pri – 80 °C.

XTT test: metabolická aktivita chondrocytov po pôsobení chondroprotektív a H₂O₂

Test XTT sa používa na detekciu životaschopných, metabolicky aktívnych buniek, ktoré môžu redukovať žlté XTT farbivo na oranžový formazan. Primárne chondrocyty druhej pasáže (P2) boli nasadené na

96-jamkové kultivačné platne v hustote 1×10^4 buniek / jamku v 100 μl DMEM. Počas 24 h kultivácie bunky adherovali na kultivačnú platňu a proliferovali. Potom sme k bunkám pridali testované látky v piatich koncentráciách ($c = 1, 5, 10, 50, 100 \mu\text{mol/l}$) na 24 h, 48 h a 72 h. Súbežne s látkami sme k bunkám pridali aj H_2O_2 v troch koncentráciách ($c = 100, 200$ a $300 \mu\text{mol/l}$) na 60 min, ktorý sme potom nahradili štandardným DMEM médiom a bunky kultivovali 24 h, 48 h a 72 h. Po troch časoch inkubácie sa do jamiek pridalo 50 μl čerstvo pripraveného roztoku XTT, zloženého z činidla na značenie XTT a činidla elektrónov v pomere 50:1. Platničky boli inkubované pri 37°C a 5 % CO_2 počas 4 hodín v tme. Absorbancia bola meraná pri vlnovej dĺžke 450 nm pomocou prístroja Apollo Absorbance (Berthold Systems, USA) na analýzu životaschopnosti buniek.

XTT test: cytoprotektívny účinok testovaných zlúčenín na chondrocyty vystavené oxidačnému stresu

Na psom neonatálnom modeli sme si overili preventívny (pred-ošetrovanie) aj terapeutický (post-ošetrovanie) účinok testovaných liečivých prípravkov a CM pri poškodení H_2O_2 .

Pre-treatment (pred-ošetrovanie)

Primárne chondrocyty (P3) boli nasadené na 96-jamkové kultivačné platne v rovnakej denzite ako pri metabolickom XTT teste. Po 24 h boli k bunkám pridané jednotlivé látky v koncentráciách 50 a $100 \mu\text{mol/l}$, súčasne bolo vo vybraných jamkách nahradené štandardné médium DMEM za CM (100 μl) na 48 h. Následne sme k bunkám pridali H_2O_2 ($c = 200 \mu\text{mol/l}$, H200) na 60 min, ktorý sme potom odstránili premytím s PBS a nahradili štandardným DMEM médiom a pridali sme 50 μl XTT pripraveného roztoku. Po 4 h inkubácii v tme sme merali XTT rovnako ako pri predchádzajúcom experimente pri vlnovej dĺžke 450 nm.

Post-treatment (post-ošetrovanie)

Súbežne s experimentom opísaným vyššie (pre-tre-

atment) sme nasadili aj ďalšie 96-jamkové platničky primárnych chondrocytov (P3). Po 24 h kultivácii buniek boli bunky exponované H_2O_2 ($c = 200 \mu\text{mol/l}$, H200) na 60 minút na indukciu oxidačného stresu. Po premytí buniek s PBS boli bunky liečené testovanými výživovými doplnkami, liekmi ($c = 50$ a $100 \mu\text{mol/l}$) a CM. Po 24 h, 48 h a 72 h bol rovnakým postupom aplikovaný a vyhodnotený XTT test.

Štatistická analýza

Prezentované dáta z troch nezávislých experimentov vyjadrujú priemer $\pm$ štandardné odchýlky. Na štatistické vyhodnotenie sme využívali jednosmernú analýzu ANOVA s následným Dunnetovým viacnásobným porovnávacím testom. Štatistické analýzy boli vykonávané v programe GraphPad Prism. Pre štatistickú analýzu * označuje $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$, , **** $p < 0,0001$ vs. neovplyvnená kontrola resp. neliečené bunky vystavené oxidačnému stresu.

VÝSLEDKY

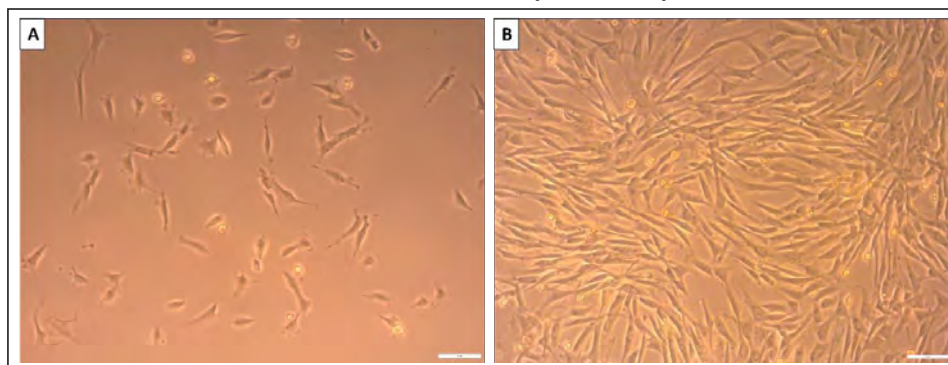
Morfológia primárnych chondrocytov

Primárne kultúry chondrocytov izolované z neonatálnej kanínnej kĺbovej chrupky vykazovali morfológické zmeny typické pre bunky prispôsobujúce sa kultivačným podmienkam. Nasledujúci deň po rozmrazení buniek, bola väčšina chondrocytov adherovaná, pričom ich tvar bol primárne polygonálny a bipolárny (Obr. 1A). Po 72 hodinách sa zvýšil počet buniek, chondrocyty výrazne proliferovali, pričom ich morfológia sa zmenila postupne z polygonálnej na bipolárny tvar podobný fibroblastom (Obr. 1B).

Metabolická aktivita chondrocytov po pôsobení chondroprotektív a H_2O_2

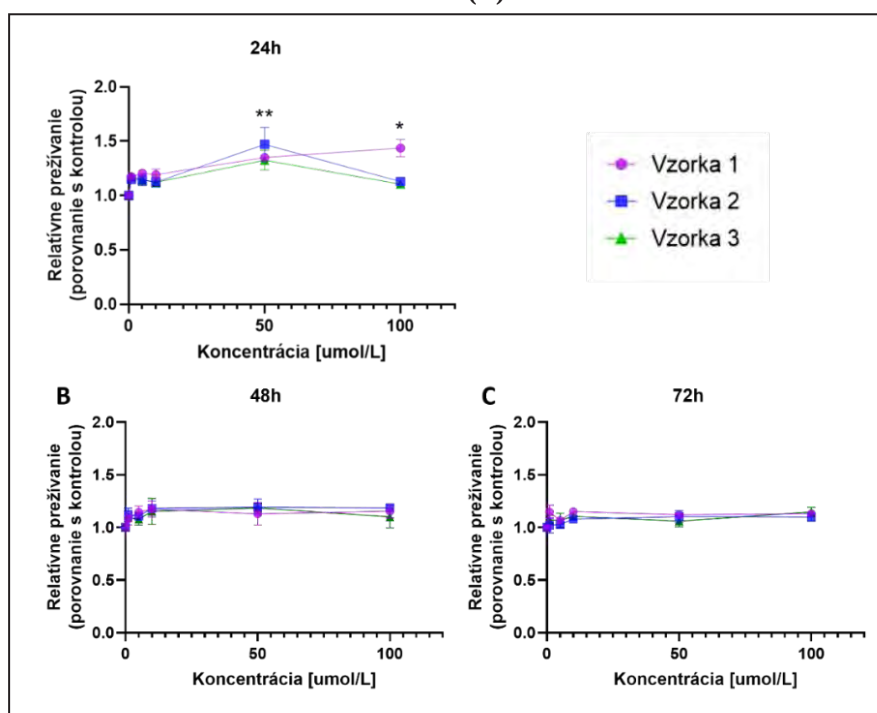
Metabolická aktivita bola vyhodnotená po 24, 48 a 72 h pomocou kolorimetrického XTT testu. Po 24 h sme pozorovali mierne zvýšenie ($p < 0,05$; $p < 0,01$) proliferácie buniek po pôsobení vzoriek 1 a 2 (Obr. 2A). Po 48 a 72 hodinách sme nepozorovali výrazné zmeny v metabolickej aktivite buniek v žiadnej expe-

Obr. 1: Primárne kultúry chondrocytov

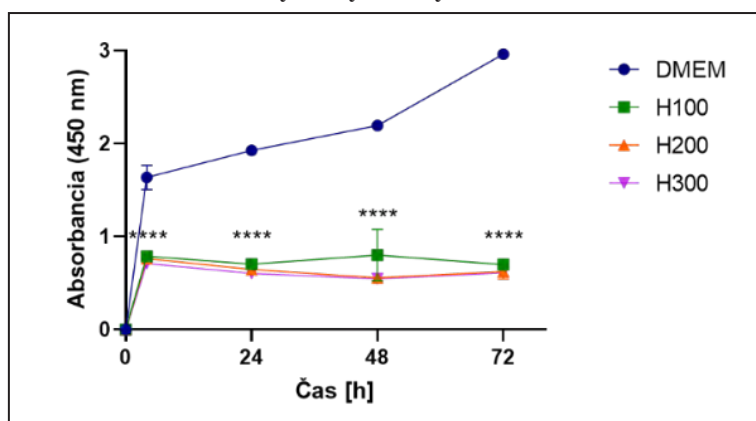


(A) 24 h po rozmrazení buniek. (B) 72 h po rozmrazení buniek. Mierka: 50 µm.

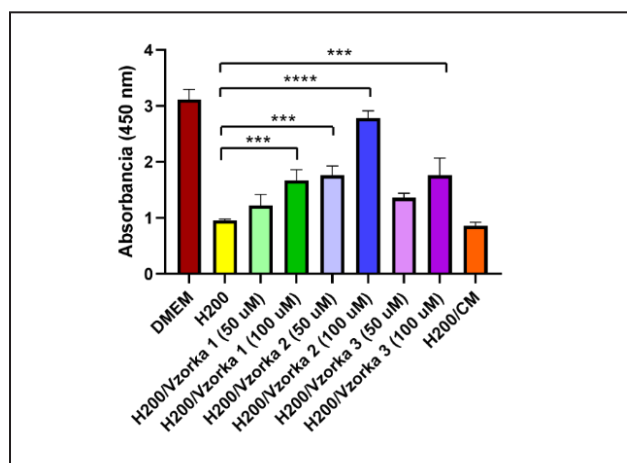
Obr. 2: Metabolická aktivita chondrocytov po pôsobení testovaných produktov XTT testom po 24 h (A), 48 h (B) a 72 h (C)



Obr. 3: Metabolická aktivita chondrocytov vystavených oxidačnému stresu indukovanému H_2O_2



Obr. 4: XTT analýza primárnych chondrocytov pred-ošetrených jednotlivými vzorkami a CM



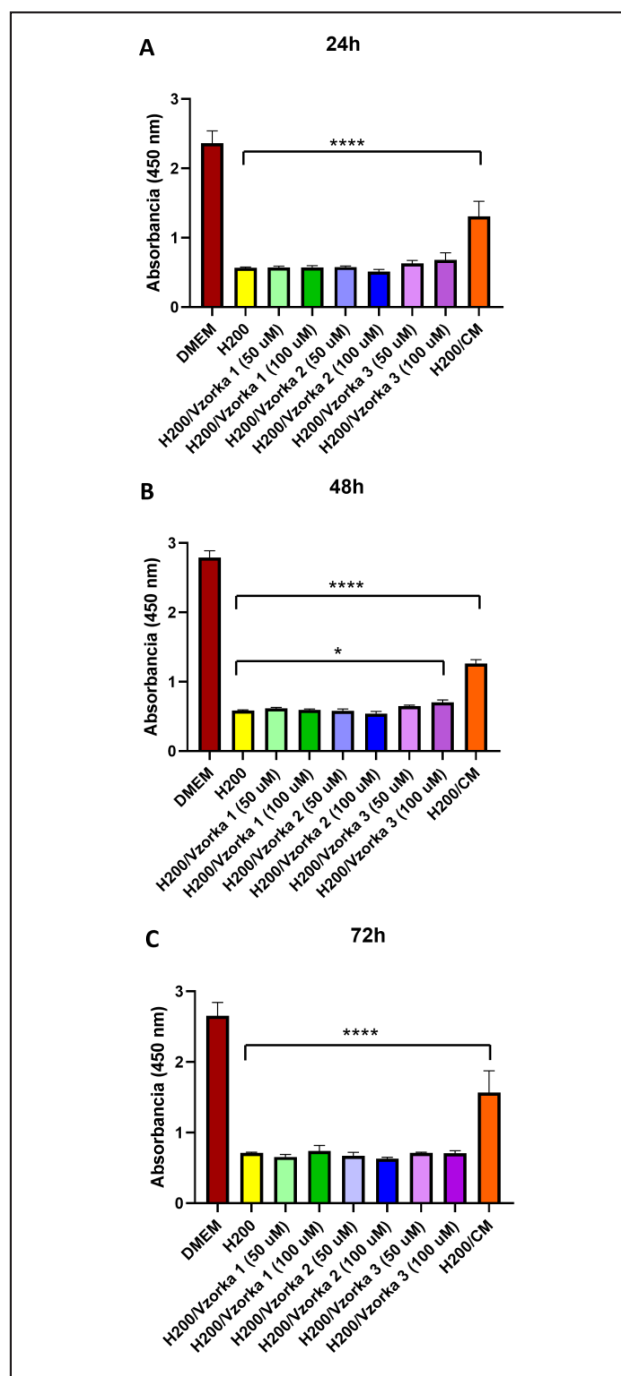
rimentálnej skupine, čím sme dokázali, že testované látky nemajú negatívny vplyv na primárne chondrocyty (Obr. 2B, C).

Následne sme rovnako pomocou XTT testu analyzovali vplyv troch koncentrácií H₂O₂ na primárne chondrocyty (100, 200 a 300 µmol/l). Signifikantné zníženie metabolickej aktivity buniek bolo pozorované vo všetkých inkubačných časoch pri všetkých troch koncentráciách H₂O₂ (Obr. 3).

Pre-treatment model – preventívny účinok testovaných látok

V pre-treatment modeli sa ukázalo, že aplikácia chondroprotektív pred pôsobením H₂O₂ výrazne znížila poškodenie buniek. Bunky, ktoré boli pred-ošetrené vzorkami 1, 2 a 3 najmä v koncentráciách 100 µmol/l, mali miernejší pokles metabolickej aktivity v porovnaní s bunkami, ktoré boli kultivované len v štandardnom DMEM médiu a následne ovplyvnené H₂O₂ ($p < 0,001$; $p < 0,0001$). Miernejší pokles aktivity ($p < 0,001$) v porovnaní s kontrolou bol aj v chondrocytoch, ktoré boli predovplyvnené vzorkou 2 v koncentrácii 50 µmol/l. Bunky, ktoré boli pred-ošetrené samotným CM nevykazovali žiadne signifikantné rozdiely v porovnaní s bunkami kultivovanými v štandardnom DMEM médiu ovplyvnenými H₂O₂ (Obr. 4).

Obr. 5: XTT analýza primárnych chondrocytov post-ošetrených jednotlivými vzorkami a CM



Post-treatment model – terapeutický účinok po poškodení chondrocytov

V post-treatment modeli naše výsledky (Obr. 5) preukázali signifikantné zvýšenie ($p < 0,0001$) metabolickej aktivity chondrocytov po podaní CM vo všetkých inkubačných časoch v porovnaní s chondrocytmi, ktoré boli vystavené pôsobeniu H₂O₂ a ná-

sledne kultivované len v DMEM, ako aj v porovnaní s chondrocytmi ošetrovanými vzorkami 1, 2 a 3. Aplikácia vzoriek s obsahom chondroprotektív nemala žiaden ochranný vplyv na bunky vystavené oxidačnému stresu, teda nedokázala pozitívne ovplyvniť či regenerovať aktivitu chondrocytov. Miernejšiu signifikanciu ($p < 0,05$) sme pozorovali iba v experimentálnej skupine buniek, v ktorej bola na nasledujúce ošetrovanie aplikovaná vzorka 3 (100 $\mu\text{mol/l}$) v inkubačnom čase 48 h.

DISKUSIA

Téma osteoartritídy a jej vplyvu na degeneráciu kĺbov je v súčasnosti jednou z kľúčových oblastí výskumu, keďže ide o komplexné prepojenie biochemických a biomechanických procesov vedúcich k progresívnemu poškodeniu kĺbov. Hlbšie porozumenie týmto mechanizmom zároveň otvára priestor pre rozvoj regeneračných a inovatívnych terapeutických prístupov, ktoré majú potenciál zlepšiť liečbu a ovplyvniť priebeh ochorenia.

V štúdií sme pracovali s primárnymi psími chondrocytmi, teda bunkami chrupky izolovanými zo šteniat, ktoré uhynuli počas pôrodu (so súhlasom majiteľa a etickým schválením). Do štúdie sme zaradili len neonatálne chondrocyty kvôli ich vyššej proliferácii, stabilnému fenotypu a nižšiemu stupňu senescencie (Kondo a kol., 2021; Bolduc a kol., 2019b; Wang a kol., 2020). Pod mikroskopom mali bunky typický zaoblený až polygonálny vzhľad s jasnými bunkovými okrajmi. V závislosti od času sa menil aj tvar buniek, chondrocyty vykazovali viac bipolárny „chondrocyt-like“ tvar. Po niekoľkých pasážach dochádza ku dediferenciacii chondrocytov v 2D kultúre, kedy primárne chondrocyty strácajú časť fenotypu a podobajú sa fibroblastom (Aigner a Kim, 2002; Goldring a Otero, 2011). Goldring a Otero (2011) vo svojej štúdií sumarizujú, že v 2D kultúrach je bežná dediferenciácia: po pár pasážach sa zvyšuje podiel fibroblastoidných buniek a klesá expresia kľúčových zložiek extracelulárnej matrix (kolagén II, agrekán). Na základe uvedenej literatúry a našich poznatkov

vieme, že časovanie pasáží je veľmi dôležité a bunky v nižšej pasáži poskytujú kvalitnejšie dáta, preto sme v experimentoch využili pasáž 2 a 3 (P2, 3).

V našej práci sme si na štúdium preventívneho a terapeutického účinku vybrali 3 vzorky najčastejšie užívaných a cenovo dostupných farmaceutických prípravkov s obsahom glukozamínu, hydrolyzovaného kolagénu a chondroitín sulfátu. Metabolickým testom XTT sme si potvrdili, že testované zlúčeniny nevykazujú žiadnu cytotoxicitu na chondrocyty, ako sme aj predpokladali, dokonca niektoré koncentrácie mali pozitívny vplyv na proliferáciu primárnych chondrocytov s miernou signifikanciou ($p < 0,05$; $p < 0,01$). Oxidačný stres bol indukovaný H_2O_2 , ktorý simuluje endogénne ROS dráhy a znižuje životaschopnosť buniek (Henrotin a kol., 2005; Lepetsos a Papavassiliou, 2016).

V našich ďalších experimentoch sme analyzovali preventívnu či reparačnú úlohu vybraných vzoriek 1, 2 a 3 a CM na modeli oxidačného stresu v primárnych chondrocytoch. Výsledky XTT testu naznačujú, že vzorky s prevládajúcou zložkou glukozamínu, hydrolyzovaného kolagénu a chondroitín sulfátu (najmä v koncentráciách 100 $\mu\text{mol/l}$) dokázali udržať vyššiu metabolickú aktivitu buniek v porovnaní s bunkami, ktoré boli kultivované len v štandardnom DMEM médiu a následne ovplyvnené H_2O_2 . Tieto dáta zodpovedajú protektívnemu, „profilaktickému“ pôsobeniu chondroprotektív a kolagénových peptidov, čo je potvrdené aj v odbornej literatúre (Bello a Oesser, 2006; Graeser a kol., 2009). Bunky, ktoré boli pred poškodením H_2O_2 kultivované v CM nevykazovali žiadne signifikantné zvýšenie metabolickej aktivity; tento nález je konzistentný s tým, že sekretóm MSC býva účinnejší v reparačnej (post-ošetrovanie) aktivite ako v striktno preventívnom scenári (Tan a kol., 2017).

Regeneračnú úlohu vzoriek 1, 2, 3 a CM sme podobne analyzovali pomocou XTT kolorimetrického testu. Naše výsledné dáta preukázali, že kultivácia chondrocytov (ovplyvnených H_2O_2) s CM signifikantne zvýšila metabolickú aktivitu buniek vo všetkých inkubačných časoch, čo je plne v súlade s údaj-

mi, že CM akútne tlmí zápalové a oxidačné kaskády, stabilizuje mitochondrie a podporuje prežitie buniek po poškodení (Tan a kol., 2017). Naopak, aplikácia vzoriek s obsahom chondroprotektív po strese metabolickú aktivitu neobnovila (s výnimkou mierneho efektu vzorky 3 s prevládajúcim obsahom chondroitín sulfátu v koncentrácii 100 $\mu\text{mol/l}$ po 48 h), čo zodpovedá ich známej charakteristike – ide o látky s pomalším účinkom, vhodnejšie skôr na prevenciu a dlhodobú stabilizáciu než na okamžitú „záchranú“ intervenciu. Táto štúdia je len modelová a v budúcnosti by bolo vhodné vykonať štúdie, kde by sa porovnával len priamy vplyv glukozamínu, kolagénu a chondroitín sulfátu (čo boli hlavné zložky testovaných prípravkov). V našom experimente mohlo dôjsť k skresleniu výsledkov aj prítomnosťou rôznych látok, vrátane pomocných farmaceutických zložiek.

Naše dáta preukázali dôležitosť užívania daných farmaceutických prípravkov hlavne na podporu a predchádzanie poškodenia chrupky. Z výsledkov práce teda vyplýva, že testované vzorky majú najmä preventívny účinok a dokážu znížiť následné poškodenie chrupky oxidačným stresom. Naopak kondicionované médium má veľmi významné účinky práve z hľadiska terapeutického a regeneračného efektu. V humánnej medicíne na Slovensku nie je kondicionované médium pri osteoartritíde zavedené ako štandardná liečba. Naopak, vo veterinárnej oblasti boli publikované pozitívne výsledky – napríklad CM z tukových MSC u psov s OA lakťa prinieslo zlepšenie funkcie a zmiernenie bolesti pri dobrom bezpečnostnom profile (Huňáková a kol., 2020). Mnohé štúdie sa v súčasnosti čoraz viac zameriavajú na regeneračnú liečbu, nielen v oblasti pohybového aparátu, ale aj v iných odvetviach medicíny.

ZÁVER

Farmakoterapia OA je dnes prevažne symptomatická. Doplnková farmakoterapia zahŕňa chondroprotektíva (glukozamín, chondroitín), kolagénové peptidy, antioxidanty, polyfenoly a omega-3 mastné kyseliny, ktoré modulujú oxidačný stres, znižujú

apoptózu a podporujú anabolické procesy v chrupke. V regeneračnej medicíne sa dostávajú do popredia MSC a ich produkty, kondicionované médium a exozómy, ktoré sprostredkujú väčšinu účinkov MSC bez transplantácie buniek.

Zameranie našej práce sa sústredilo na hodnotenie preventívneho, či reparačného a terapeutického efektu dostupných farmaceutických prípravkov a CM. Naším najdôležitejším výsledkom bolo, že testované farmaceutické prípravky sú vhodné na prevenciu a dokážu udržať metabolickú aktivitu buniek aj po následnom poškodení oxidačným stresom. CM, ktoré je najčastejšie využívané v regeneračnej medicíne taktiež potvrdilo svoju účinnosť najmä z hľadiska terapeutického resp. reparačného. Tieto poznatky by bolo potrebné ďalej rozvíjať a bližšie analyzovať mechanizmus pôsobenia jednotlivých zlúčenín a ich efekt na apoptotické dráhy.

Doplnková liečba, regeneračné prístupy a najmä využitie MSC či ich sekretómu predstavujú cestu, ktorá by mohla v budúcnosti priniesť skutočnú možnosť spomaliť alebo dokonca zvrátiť progresiu OA. Pre úspešné zavedenie týchto stratégií do klinickej praxe bude potrebné prekonať bariéry spojené so štandardizáciou, bezpečnosťou a dostupnosťou, avšak smerovanie výskumu jednoznačne ukazuje, že modulácia oxidačného stresu v chondrocytoch môže byť kľúčom k účinnej terapii.

POĎAKOVANIE

Táto práca vznikla s podporou projektu VEGA 1/0122/24.

Konflikt záujmov

Autori v štúdiu neudávajú konflikt záujmov.

Použitie nástrojov umelej inteligencie

V štúdiu neboli použité nástroje generatívnej umelej inteligencie.

Etické aspekty

Štúdia bola schválená Etickou komisiou UVLF v KE (EKVP/2022-21).

Financovanie

Táto práca bola financovaná grantom VEGA 1/0122/24 Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže SR.

Príspevky autorov

Konceptualizácia: N.N., D.M., D.Č., D.G.; metódika, výskum: N.N., D.M., D.Č., B.K.; S.Č., D.G.; spracovanie údajov: N.N., D.M., D.G.; písanie – pôvodná príprava návrhu: N.N., D.M., D.G.; písanie – recenzia a úprava: N.N., D.M., D.Č., D.G.; vizualizácia: N.N., B.K.; S.Č.; dohľad: N.N., D.M.; získavanie finančných prostriedkov: D.Č. Všetci autori si rukopis prečítali a súhlasili s jeho publikovanou verzou.

ZOZNAM LITERTÚRY

Aigner, T., Kim, H. A.: Apoptosis and cellular vitality: issues in osteoarthritic cartilage degeneration. *Arthritis & Rheumatism*, 2002, 46 (8), 1986 – 1996.

Bello, A. E., Oesser, S.: Collagen hydrolysate for the treatment of osteoarthritis and other joint disorders: a review of the literature. *Current medical research and opinion*, 2006, 22 (11), 2221 – 2232.

Bolduc, J. A., Collins, J. A., Loeser, R. F.: Reactive oxygen species, aging and articular cartilage homeostasis. *Free Radical Biology and Medicine*, 2019a, 132, 73 – 82.

Goldring, M. B., Otero, M.: Inflammation in osteoarthritis. *Current Opinion in Rheumatology*, 2011, 23 (5), 471 – 478.

Graeser, A. C., Giller, K., Wiegand, H., Barrella, L., Saadatmandi, C. B., Rimbach, G.: Synergistic chondroprotective effect of α -tocopherol, ascorbic acid, and selenium as well as glucosamine and chondroitin on oxidant induced cell death and inhibition of matrix metalloproteinase – 3 – studies in cultured chondrocytes. *Molecules*, 2009, 15 (1), 27 – 39.

Henrotin, Y., Kurz, B., Aigner, T.: Oxygen and reactive oxygen species in cartilage degradation: friends or foes. *Osteoarthritis and Cartilage*, 2005, 13 (8), 643 – 654.

Hunter, D. J., March, L., Chew, M.: Osteoarthritis in 2020 and beyond: a Lancet Commission. *The Lancet*, 2020, 396 (10264), 1711 – 1712.

Huňáková, K., Hluchý, M., Špaková, T., Matejová, J., Mudroňová, D., Kuricová, M., Rosocha, J., Ledecký, V.: Study of bilateral elbow joint osteoarthritis treatment using conditioned medium from allogeneic adipose tissue-derived MSCs in Labrador retrievers. *Research in veterinary science*, 2020, 132, 513 – 520.

Kondo, M., Kameishi, S., Kyungsook, K., Metzler, N. F., Maak, T. G., Hutchinson, D. T., Wang, A. A., Machara, M., Sato, M., Grainger, D. T., Okano, T.: Safety and efficacy of human juvenile chondrocyte-derived cell sheets for osteochondral defect treatment. *NPJ Regenerative Medicine*, 2021, 6 (1), 65.

Lepetsos, P., Papavassiliou, A. G.: ROS/oxidative stress signaling in osteoarthritis. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Molecular Basis of Disease*, 2016, 1862 (4), 576 – 591.

Tan, S. H., Tjio, C., Wong, J. R. Y., Wong, K. L. F., Chew, J. R. J., Hui, J. H. P., Toh, W. S.: Mesenchymal stem cell exosomes for cartilage regeneration: a systematic review of preclinical in vivo studies. *Tissue Engineering Part B: Reviews*, 2021, 27 (1), 1 – 13.

Wang, X., Lu, Y., Wang, W., Wang, Q., Liang, J., Fan, Y., Zhang, X.: Effect of different aged cartilage ECM on chondrogenesis of BMSCs *in vitro* and *in vivo*. *Regenerative Biomaterials*, 2020, 7 (6), 583 – 595.

PÔVODNÁ ŠTÚDIA

STRATÉGIA FARMAKOLOGICKEJ TERAPIE HYPERANDROGENNÉHO SYNDRÓMU U ŽIEN V REPRODUKČNOM VEKU

STRATEGY FOR PHARMACOLOGICAL THERAPY OF HYPERANDROGENIC SYNDROME IN WOMEN OF REPRODUCTIVE AGE

Kramarčíková, Laura¹; Szabóová, Renáta^{1*}; Turňová, Petra²¹Katedra biológie a fyziológie, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach; ²Gynekologická ambulancia FemRay, Námestovo, Slovenská republika

OPEN ACCESS

*Korešpondenčný autor: renata.szaboova@uvlf.sk**Citovanie:** Kramarčíková, L., Szabóová, R., Turňová, P.: Stratégia farmakologickej terapie hyperandrogenného syndrómu u žien v reprodukčnom veku. Folia Pharmaceutica Cassoviensia, 2026, 8 (2), 46 – 58.**Prijaté:** 08.05.2026**Akceptované:** 19.05.2026**Publikované:** 30.06.2026**Copyright:** 2026 Kramarčíková, L., Szabóová, R., Turňová, P. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.**Etické aspekty:** V rámci danej práce sa jedná o retrospektívnu štúdiu/analýzu jednotlivých parametrov ochorenia pacientiek, ktoré so zverejnením údajov súhlasili.

ABSTRAKT

Práca sa zameriava na problematiku hyperandrogenného syndrómu, ktorý patrí medzi najčastejšie endokrinologické poruchy u žien v reprodukčnom veku. Jeho klinickým prejavom je najmä syndróm polycystických ovárií, ktorý významne ovplyvňuje menštruačný cyklus, fertilitu a celkový metabolický profil pacientiek. Práca je založená na retrospektívnej analýze 22 pacientiek s hyperandrogenným syndrómom, u ktorých boli spracované anamnestické údaje, gynekologické a ultrazvukové nálezy, prítomnosť komorbidít

a prehľad farmakologickej a doplnkovej liečby. Priemerný vek pacientiek v sledovanom súbore dosiahol 30,4 roka, pričom dominantná diagnóza v rámci hyperandrogenného syndrómu bola syndróm polycystických ovárií s najčastejšie vyskytujúci sa symptómami ako oligomenorea (31,8 %) a amenorea (10,2 %). Pacientky najčastejšie trpeli nadváhou (22,7 %) alebo obezitou vo všetkých troch stupňoch (68,2 %). V rámci farmakologickej terapie sa užívali predovšetkým obsahové látky na úpravu obezity a inzulínovej rezistencie (metformínium chlorid; 54,5 %) a menštruačného cyklu (54,5 %). Práca prináša ucelený pohľad na problematiku hyperandrogenného syndrómu a poukazuje na jeho komplexný vplyv na reprodukčné ako aj celkové zdravie žien.

Kľúčové slová: farmakoterapia; hyperandrogénny syndróm; inzulínová rezistencia; obezita; polycystické ováriá

ABSTRACT

The study focuses on hyperandrogenic syndrome, which is one of the most common endo-

crine disorders in women of reproductive age. Its clinical manifestation is mainly polycystic ovary syndrome, which significantly affects the menstrual cycle, fertility, and overall metabolic profile of patients. The study is based on a retrospective analysis of 22 patients with hyperandrogenic syndrome, for whom anamnestic data, gynaecological and ultrasound findings, the presence of comorbidities, and an overview of pharmacological treatment were processed. The average age of the patients study group was 30.4 years, while the dominant diagnosis within the hyperandrogenic syndrome was polycystic ovary syndrome with the most frequently occurring symptoms such as oligomenorrhea (31.8%) and amenorrhea (10.2%). The patients most often suffered from overweight (22.7%) or obesity in all three degrees (68.2%). As part of pharmacological therapy, mainly substances for the treatment of obesity and insulin resistance (metforminum chloride; 54.5%) and menstrual cycle (54.5%) were used. The study provides a comprehensive overview of hyperandrogenic syndrome and highlights its complex impact on women's reproductive and overall health.

Keywords: hyperandrogenic syndrome; insulin resistance; obesity; pharmacotherapy; polycystic ovaries

ÚVOD

Diagnóza hyperandrogenizmu môže byť založená na klinických príznakoch alebo meraní a kontinuálnom sledovaní hladín androgénov v krvnom sére. U žien androgény pochádzajú z troch primárnych zdrojov: (1) z vaječníkov, (2) z kôry nadobličiek a (3) z koncových orgánov, ktoré sa podieľajú na metabolizme androgénov u žien, napríklad koža, hlavne v mazových žľazách a vlasových folikuloch, kde sa androgény podieľajú na vzniku mastnej pleti, akné a hirsutizmu. Taktiež svalové tkanivo môže metabolizovať androgény a ovplyvniť anabolické procesy, čo môže mať vplyv na svalovú hmotu a silu a tak-

tiež tukové tkanivo. Tieto koncové orgány zohrávajú kľúčovú úlohu v účinkoch androgénov na ženský organizmus. Ich dysregulácia môže viesť k rôznym zdravotným komplikáciám, vrátane syndrómu polycystických vaječníkov (PCOS) a ďalších hormonálnych porúch. Medzi hlavné androgény patria dehydroepiandrosterón, dehydroepiandrosterón sulfát (DHEAS), androstendión, testosterón a dihydrotestosterón (DHT), pričom posledné dva menované majú najvyššiu afinitu k androgénnemu receptoru a najväčšiu účinnosť. U zdravých žien je testosterón z veľkej časti viazaný globulínom viažucim pohlavné hormóny a albumínom, takže v množstve 1 % voľne cirkuluje v krvi ako bioaktívny „voľný testosterón“ (Lizneva a kol., 2016; Dubey a kol., 2021).

Androgény ako napríklad testosterón, ktorý je prevládajúcim androgénom u všetkých pohlaví, zaraďujeme medzi pohlavné hormóny, ktoré zohrávajú kľúčovú úlohu pri pubertálnom vývoji a fyzickej maturácii. Dysregulácia androgénov môže byť spôsobená rôznymi patologickými stavmi, vrátane nádorov nadobličiek, hypogonadizmu, genetických porúch alebo vrodených abnormalít (Bianchi a kol., 2021).

Hyperandrogenizmus, stav charakterizovaný nadmernou produkciou androgénov, môže viesť k rôznym klinickým prejavom a zdravotným komplikáciám. V rámci klasifikácie hyperandrogenizmu rozoznávame premenopauzálnu, postmenopauzálnu a gestačnú formu tohto ochorenia (Meczekalsi a Szelega, 2021; Sharma a Welt, 2021; Hafsi a Kaur, 2025). Najčastejšími poruchami premenopauzálného hyperandrogenizmu sú PCOS, neklasická vrodená adrenálna hyperplázia (NCAH) a idiopatický hirsutizmus. Idiopatický hirsutizmus je definovaný ako nadmerný rast ochlpenia s normálnou ovulačnou funkciou, normálnou morfológiou vaječníkov a fyziologickými hladinami plazmatických androgénov. Tento stav predstavuje 10 % všetkých prípadov hirsutizmu (Hafsi a Kaur, 2025).

Syndróm polycystických vaječníkov postihuje 5 – 10 % žien v reprodukčnom veku, pričom až 73,7 % žien s PCOS vykazuje znaky hyperandrogenizmu. U žien s metabolickým ochorením *diabetes mellitus*

1. typu sa prevalencia PCOS a súvisiacich hyperandrogénnych znakov odhaduje na 26 %. Prevalencia NCAH sa pohybuje medzi 0,6 % a 9 % u žien so známami androgenného nadbytku, pričom vyšší výskyt bol zaznamenaný u populácií žien v Stredomorí a Indii. Celkové štúdie ukazujú prevalenciu NCAH na 4,2 % u žien so symptómami androgenného nadbytku, pričom častou príčinou bývajú často mutácie v géne CYP21A2 (Bayona a Zamora, 2022).

Hyperandrogenizmus významne ovplyvňuje zdravie žien a prejavuje sa rôznymi príznakmi, vrátane hirsutizmu, hypertrichózy, akné a alopecie; reprodukčnými prejavmi/poruchami akými sú oligomenorea, amenorea, anovulácia, neplodnosť; metabolickými prejavmi akými sú nadváha a obezita, inzulínová rezistencia; zvýšeným rizikom vzniku kardiovaskulárnych ochorení ako aj psychologickými a emocionálnymi dôsledkami u pacientiek. Hypertrichóza sa týka mimoriadneho rastu ochlpenia alebo terminálnych vlasov v ohraničených oblastiach, alebo na väčších plochách tela, pričom zvyčajne nie je spojená s hormonálnymi poruchami. Hirsutizmus označuje ochlpenie mužského typu u žien, čo znamená nadmerný rast terminálnych vlasov v oblastiach charakteristických pre mužov, ako sú tvár, hrudník či chrbát. Táto porucha môže vzniknúť následkom zvýšenej tvorby androgénov v adenohipofýze, nadobličkách a ováriách, pričom až 85 % prípadov je spôsobených PCOS alebo idiopatickým hyperandrogenizmom (Baloghová, 2017). Zvýšené hladiny testosterónu prispievajú k tvorbe DHT, ktorý zvyšuje produkciu mazu a spôsobuje abnormality v keratinizácii folikulových epitelových buniek, čím sa podieľajú na rozvoji akné (Kozárová, 2020). Androgenická alopecia (AGA) patrí medzi najčastejšie typy chronických nejazviacich sa alopecií. V patogenéze AGA zohrávajú kľúčovú úlohu dva dominantné faktory: zvýšená hladina androgénov a zvýšená citlivosť receptorov na androgény. Dihydrotestosterón sa viaže na androgénne receptory vlasových folikulov, ktoré aktivujú gény zodpovedné za redukciu matrix a dermálnej papily, čo vedie k postupnému zmenšovaniu sa folikulov a tvorbe tenších a slabo pigmentovaných velusových vlasov.

V prípade, že u žien dochádza k AGA mužského typu, prejavujúcou sa tvorbou kútov vo vlasovej línii hlavy, zhrubnutie hlasu a obezita (Part, 2020). Oligomenorea a amenorea sú časté menštruačné poruchy spojené s hyperandrogénnym syndrómom, najmä u žien s PCOS. Obe tieto menštruačné nepravidelnosti súvisia so zvýšenou produkciou androgénov, ktoré ovplyvňujú reguláciu reprodukčného systému. Často vedú k problémom s plodnosťou a predstavujú jedno z hlavných kritérií pre diagnostiku hyperandrogenného syndrómu (Riaz a Parekh, 2025).

MATERIÁL A METÓDY

Práca bola vypracovaná formou retrospektívnej analýzy zdravotnej dokumentácie súboru 22 pacientiek vo veku 16 – 46 rokov sledovaných v gynekologickej ambulancii, u ktorých bol diagnostikovaný hyperandrogénny syndróm najčastejšie sa prezentujúci ako PCOS označeným číslom diagnózy E28.2. Súbor pacientiek predstavuje rôznorodú skupinu žien vo fertilnom veku, ktoré sa v dôsledku svojho zdravotného stavu nachádzali v rôznych štádiách diagnostiky alebo liečby hyperandrogenného syndrómu. Zber údajov bol zameraný na relevantné demografické a gynekologické charakteristiky, komorbidity, farmakologickú a doplnkovú liečbu ako aj na vybrané hormonálne a metabolické parametre.

Identifikovali sme najčastejšie klinické prejavy, pridružené ochorenia a používané terapeutické prístupy u žien s týmto syndrómom. Osobitná pozornosť bola venovaná výskytu polycystických ovárií na ultrazvuku, výskytu inzulínovej rezistencie, ako aj hodnoteniu prítomnosti nadváhy a obezity ako ochorenia. Výsledky sú interpretované s ohľadom na súvislosti medzi jednotlivými parametrami a podporené vizualizáciou pomocou grafov a tabuliek. Údaje boli štruktúrované do niekoľkých hlavných tematických oblastí: základné charakteristiky pacientiek (vek, klasifikácia BMI, nadváhy a obezity podľa Yao a kol., 2025, reprodukčné zdravie), ultrazvukové a gynekologické nálezy, výskyt komorbidít a farmakologická liečba.

Tab. 1: Základné údaje o anamnéze pacientok, časť 1

ID	Vek	BMI	Hlavná diagnóza
1.	16	26	PCOS, nadváha
2.	22	27	PCOS, nadváha
3.	24	31	PCOS, obezita 1. stupňa
4.	25	29	PCOS, nadváha
5.	25	34	PCOS, <i>Sterilitas primaria</i> , obezita 1. stupňa
6.	25	35	PCOS, <i>Sterilitas primaria</i> , obezita 2. stupňa
7.	25	22	PCOS
8.	25	32	PCOS, obezita 1. stupňa
9.	27	27	PCOS, <i>Sterilitas primaria</i> , nadváha
10.	29	45	PCOS, obezita 3. stupňa
11.	31	39	PCOS, obezita 2. stupňa
12.	31	35	PCOS, obezita 2. stupňa
13.	32	22	PCOS
14.	33	29	PCOS, <i>Sterilitas primaria</i> , nadváha
15.	33	39	PCOS, <i>Sterilitas primaria</i> , obezita 2. stupňa
16.	35	45	PCOS, <i>Sterilitas primaria</i> , obezita 3. stupňa
17.	36	35	PCOS, <i>Sterilitas primaria</i> , obezita 2. stupňa
18.	36	35	PCOS, obezita 2. stupňa
19.	37	31	PCOS, <i>Sterilitas primaria</i> , obezita 1. stupňa
20.	38	36	PCOS, obezita 2. stupňa
21.	38	33	PCOS, obezita 1. stupňa
22.	46	48	PCOS, hypertenzia, obezita 3. stupňa

PCOS – syndróm polycystických vaječníkov

Popri farmakologickej terapii boli samostatne spracované aj údaje o využívaní podpornej a doplnkovej liečby, medzi ktoré patrili najmä inozitol, vitamín D, omega – 3 mastné kyseliny, berberín, vitex agnus, psyllium, materská kašička a probiotiká. Všetky údaje boli spracované deskriptívnou štatistikou, pričom výsledky boli prezentované ako absolútne počty pacientiek a relatívne zastúpenie v percentách vzhľadom na celkový súbor ($n = 22$). Metodika rešpektovala etické zásady výskumu. Keďže išlo o retrospektívnu analýzu anonymizovaných údajov, nebolo potrebné získať informovaný súhlas pacientiek.

VÝSLEDKY

Tab. 1 a 2 sumarizujú základné demografické a anamnestické údaje 22 žien s diagnostikovaným

hyperandrogénnym syndrómom. U každej pacientky boli zaznamenané nasledovné parametre: vek, hodnota BMI, hlavná gynekologická diagnóza, prítomné symptómy (vrátane charakteru menštruačného cyklu), typ cyklu (pravidelný/nepřavidelný) a údaj o snahu o graviditu alebo reprodukčnom stave.

V analyzovanom súbore bolo celkovo 22 pacientiek vo vekovom rozpätí 16 až 46 rokov, pričom priemerný vek bol 30,4 roka. Najvyšší počet pacientiek ($n = 8$) sa nachádzal vo vekovej kategórii do 25 rokov. Ďalšie skupiny boli rovnomerne zastúpené – po 6 pacientiek v kategóriách 31 – 35 a 36 a viac rokov, a len 2 pacientky patrili do vekového rozmedzia veku 26 – 30 rokov.

Hodnoty BMI v analyzovanom súbore vykazovali široké rozpätie (od 26 do 48), pričom normálna hmotnosť (BMI 18,5 – 24,9 kg/m²) bola stanovená dvom

Tab. 2: Základné údaje o anamnéze pacientok, časť 2

ID	Symptómy	Typ cyklu	Snaha o graviditu/reprodukčný stav
1.	Dysmenorea	P	G-
2.	Oligomenorea	N	G-
3.	–	P	G+
4.	Oligomenorea, Amenorea	N	G+
5.	–	P	G+ (snaha o graviditu 2 roky)
6.	–	N	G+ (snaha o graviditu rok)
7.	Oligomenorea	N	G-
8.	Hypermenorea	P	G+ (snaha o graviditu rok)
9.	Amenorea, Hypermenorea	N	G+
10.	Oligomenorea	P	G1
11.	–	P	G+
12.	–	P	G-
13.	Amenorea	P	G+
14.	–	P	G1
15.	–	N	G+
16.	Oligomenorea, Hirsutizmus	N	G+
17.	Oligomenorea	N	G+
18.	Amenorrhoea, Perimenopausa	N	G+
19.	–	P	G1 (spontánne otehotnenie po 3 rokoch snahy)
20.	–	P	G+ (snaha o graviditu 3 roky)
21.	Oligomenorea, Dyspareunia	N	G-
22.	Perimenopausa	P	G-

N – nepravidelný menštruačný cyklus, P – nepravidelný menštruačný cyklus, G- – negatívna reprodukčná anamnéza, G+ – pozitívna reprodukčná anamnéza, G1 – prvá gravidita

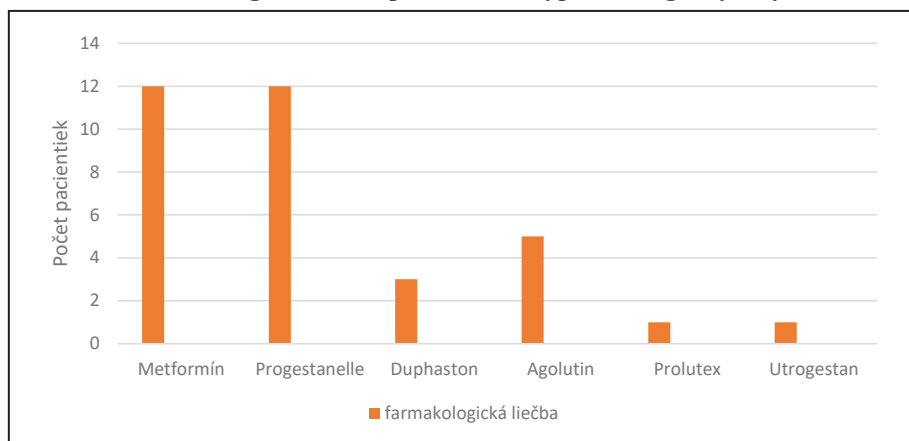
pacientkam (9,1 %), nadváha (BMI 25,0 – 29,9 kg/m²) piatim pacientkam (22,7 %) a obezita (BMI $\geq$ 30 kg/m²) bola zaznamenaná u 15 pacientiek (68,2 %). Z hľadiska závažnosti bola na základe BMI obezita klasifikovaná do troch stupňov. Obezita 1. stupňa (BMI 30,0 – 34,9) bola stanovená u 5 pacientiek (22,7 %), obezita 2. stupňa (BMI 35,0 – 39,9 kg/m²) u 7 pacientiek (31,8 %) a obezita 3. stupňa ($\geq$ 40) u 3 pacientiek (13,6 %) (Tab. 1). V súbore 22 pacientiek dominovala ako hlavná diagnóza syndróm polycystických ovárií (PCOS), ktorý bol prítomný u všetkých žien. V niektorých prípadoch sa vyskytoval s kombináciou s inými gynekologickými alebo endokrinologickými diagnózami, ako *sterilitas primaria* (primárna neplodnosť), obezita. Diagnóza *sterilitas primaria* bola diagnostikovaná u 7 pacientiek, čo predstavuje

32 % (Tab. 1).

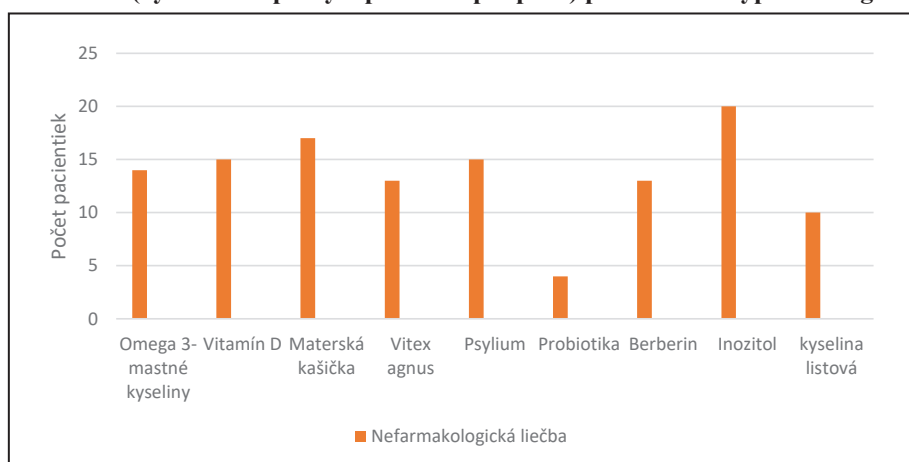
Medzi najčastejšie symptómy pacientiek patrili poruchy menštruačného cyklu, pričom najčastejšie dokumentované boli: oligomenorea u 7 pacientiek (31,8 %), amenorea u 4 pacientiek (18,2 %), dysmenorea u 1 pacientky (4,5 %), hypermenorea alebo špinenie mimo cyklus u 2 pacientiek (9,1 %) (Tab. 2). V rámci reprodukčných údajov bola u viacerých pacientiek zaznamenaná dlhodobá snaha o graviditu (59,1 %). U žien bola reprodukčná anamnéza negatívna (G-) (27,3 %), čo znamená, že ešte neotehotneli, alebo sa aktívne nesnažia o graviditu v súčasnosti (Tab. 2)

Hodnotením gynekologických nálezov získaných prostredníctvom transvaginálneho ultrazvukového vyšetrenia u 22 pacientok so syndrómom hyperandrogenizmu bolo posúdenie morfológického stavu

Graf 1: Farmakologická liečba pacientiek s hyperandrogénnym syndrómom



Graf 2: Doplnková liečba (výživové doplnky a prírodná podpora) pacientiek s hyperandrogénnym syndrómom



maternice, endometria a vaječníkov, ako aj prítomnosti ultrazvukových znakov typických pre PCOS. Poloha maternice bola vo všetkých prípadoch opísaná ako *antevertia flexia* (AVF), čo je fyziologické postavenie. Polycystické ovárie boli prítomné u 16 pacientiek, čo predstavuje 73 % sledovaného súboru. Hrúbka endometria sa u pacientok pohybovala od 6 do 15 mm, pričom u 11 žien (50 %) bola hrúbka endometria 10 mm a u 1 pacientky bola hrúbka endometria 15 mm. Endometrium s tzv. „triple line“ obrazom, ktorý je typický pre proliferáciu fázy cyklu a signalizuje normálnu endometriálnu odpoveď a vyššiu receptivitu na implanáciu embrya, bol pozorovaný u 2 pacientiek (9,1 %). Adnexálne štruktúry ako aj cervikálny kanál a myometrium boli opísané bez patologických nálezov a prítomnosti abnormalít. Tieto nálezy slúžili ako jeden z hlavných kritérií pre diagnostiku hyper-

androgénnych porúch a následné nastavenie terapie. Najčastejšie sa vyskytujúcimi komorbiditami boli u sledovaných pacientiek obezita (1., 2. a 3. stupňa) prítomná u 15 pacientiek (68,2 %), nasledovaná inzulínovou rezistenciou u 16 pacientiek (72,7 %) a nadváhou u 5 pacientiek (22,7 %).

Farmakologická liečba hyperandrogénneho syndrómu predovšetkým v rámci výskytu a terapie PCOS si vyžaduje individualizovaný prístup podľa klinického obrazu a cieľov pacientky. Použitie jednotlivých látok a ich sily závisí od prejavov, typu PCOS a cieľa liečby – obnovenie menštruačného cyklu, podpora ovulácie, gravidita alebo zníženie inzulínovej rezistencie a telesnej hmotnosti. Graf 1 pojednáva o farmakologickej terapii pacientiek tejto štúdie z hľadiska užívania liekov a ich účinných látok. Z celkového počtu 22 pacientiek bola zaznamenaná nasledovná

farmakologické liečba: Metformín (metformínium chlorid 500 – 1000 mg) užívalo 12 pacientiek (54,5 %). Tento inzulínový senzitizer predstavoval najčastejšie podávaný liek, využívaný predovšetkým pri súčasne prítomnej inzulínovej rezistencii alebo obezite; Progestanelle (progesterón 200 mg) bol predpísaný 12 pacientkam (54,5 %), a to najmä na úpravu menštruačného cyklu alebo podporu luteálnej fázy cyklu; Duphaston (dydrogesterón 10 mg) užívali 3 pacientky (13,6 %) ako alternatívu pri hormonálnej substitučnej liečbe; Agolutin (progesterón 60 mg) bol indikovaný u 5 pacientiek (22,7 %), prevažne ako depotná forma na podporu luteálnej fázy; Prolutex (hydroxyprogesterón 25 mg) a Utrogestan (progesterón 100 – 200 mg) boli použité zriedkavo – každý z týchto liekov bol predpísaný jednej pacientke (4,5 %).

Doplnková liečba pri hyperandrogénnom syndróme zohráva dôležitú úlohu v podpore hormonálnej rovnováhy, znižovaní zápalových procesov, zlepšení metabolizmu a citlivosti na inzulín. V rámci sledovaného súboru boli pacientkam podávané rôzne výživové doplnky a prírodné látky (Graf 2). Najčastejšie podávané prípravky obsahovali inozitol, ktorý užívalo 20 z 22 žien (90,9 %). Materská kašička bola súčasťou liečby u 17 pacientiek (77,3 %), čo poukazuje na vysoký záujem o prírodné produkty podporujúce fertilitu. Vitamín D a *psyllium* boli podávané zhodne u 15 pacientiek (68,2 %). Omega 3-mastné kyseliny boli prítomné v liečbe u 14 žien (63,6 %) pre ich protizápalové a metabolicky prospešné účinky. *Vitex agnus-castus* bol indikovaný u 13 pacientiek (59,1 %) považovaný za prirodzenú alternatívu k metformínu pri inzulínovej rezistencii. Kyselina listová, esenciálna substancia najmä v období plánovania gravidity, bola indikovaná u 10 pacientiek (45,5 %). Probiotiká boli zastúpené najmenej, a to len u 4 pacientiek (18,2 %).

DISKUSIA

Diagnostika hyperandrogénneho syndrómu je náročná, pretože ide o heterogénne ochorenie s vý-

znamnými variáciami v súvisiacich znakoch (Kambour a Dobs, 2022).

V analyzovanom súbore 22 pacientiek bol vekový rozsah od 16 do 46 roka, pričom priemerný vek bol 30,4 roka. Tento vekový profil zodpovedá obdobiu reprodukčnej aktivity ženy a korešponduje s výsledkami viacerých medzinárodných štúdií, ktoré uvádzajú, že diagnostika PCOS sa najčastejšie stanovuje v tretej dekáde života. Podľa autorov Mohapatra a Samantaray (2024) sa uvádza priemerný vek žien s hyperandrogénnym syndrómom 29 – 30 rokov, čo potvrdzuje, že náš súbor pacientiek zodpovedá typickému demografickému rozloženiu, čo zvyšuje jeho porovnateľnosť s inými publikovanými výsledkami.

V sledovanom súbore 22 pacientiek bol zaznamenaný široký rozptyl hodnôt BMI. Do kategórie normálnej hmotnosti (BMI 18,5 – 24,9 kg/m²) spadali 2 pacientky (9,1 %), nadváhu (BMI 25,0 – 29,9 kg/m²) malo 5 pacientiek (22,7 %) a obezitu (BMI ≥ 30,0 kg/m²) malo až 15 pacientiek (68,2 %). Z obéznych žien bola u 5 zistená obezita I. stupňa (BMI 30,0 – 34,9 kg/m², čo predstavovalo 22,7 %), u 7 pacientiek obezita II. stupňa (35,0 – 39,9 kg/m², čo predstavovalo 31,8 %) a u 3 pacientiek obezita III. stupňa (≥ 40 kg/m²), čo predstavovalo 13,6 %. Tieto výsledky poukazujú na fakt, že nadváha a obezita sa vyskytujú veľmi často medzi pacientkami s PCOS. Uvádza sa, že obezita postihuje 40 – 60 % žien s PCOS, pričom v niektorých populáciách, ako napr. v USA môže prevalencia presahovať až 69 %. Obezita je pritom spojená s významným zhoršením klinických prejavov ochorenia, vrátane porúch menštruačného cyklu, inzulínovej rezistencie a zníženej fertility (Mohapatra a Samantaray, 2024). V porovnaní s týmito údajmi bola v našom súbore prevalencia obezity nižšia, čo môže byť ovplyvnené regionálnymi faktormi, životným štýlom alebo genetickou predispozíciou. Mohapatra a Samantaray (2024) potvrdili, že PCOS sa môže vyskytovať v každej kategórii BMI, no najväčšie percento pacientiek sa nachádza v kategóriách s obezitou, čo koreluje aj s našimi výsledkami. Dôležitý význam má aj prevencia obezity v mladom veku.

Dobbie a kol. (2023) poukázali na to, že nadbytok telesnej hmotnosti počas detstva alebo dospievania môže predstavovať závažný etiologický faktor pre rozvoj PCOS v dospelosti.

Poruchy menštruačného cyklu predstavujú jeden z kľúčových klinických prejavov PCOS. Počtom najväčšia skupina pacientiek udávala oligomenoreu – 7 pacientiek (31,8 %) alebo amenoreu – 4 pacientky (18,2 %). Menej často sa pozorovala hypermenorea, a to u 2 pacientiek (9,1 %) a dysmenoreu uviedla len 1 pacientka (4,5 %), zároveň bolo u 2 pacientiek (9,1 %) zaznamenané intermenštruačné špinenie. Tieto nálezy poukazujú na hormonálnu dysbalan- ciu, prítomnosť anovulačných cyklov a nedostatoč- nú luteálnu fázu, ktoré sú typickými znakmi PCOS. Údaje dokazujú vysokú mieru fertilných ťažkostí v sledovanom súbore pacientiek, a to nízkym podielom úspešne tehotných žien. Naše výsledky sú v súlade s údajmi z literatúry, ktorá potvrdzuje, že veľká väčšina žien s PCOS má určitú formu menštruačnej dysfunk- cie. Napríklad Ezech a kol. (2021) uvádzajú, že až 85 % pacientiek s PCOS vykazuje poruchy cyklu (oligo- menorea či amenorea). V našom súbore bol tento po- diel nižší, čo môže súvisieť s veľkosťou súboru sle- dovaných pacientiek alebo regionálnymi špecifikami sledovanej populácie. Celkovo možno konštatovať, že zistenia v našom súbore podporujú údaje publiko- vané v odbornej literatúre, ktoré poukazujú na to, že menštruačné poruchy predstavujú zásadný klinický prejav PCOS. Ich vysoká prevalencia v kombinácii s reprodukčnými problémami zvyrazňuje potrebu včasnej diagnostiky a cielenej liečby týchto pacien- tiek. V oblasti reprodukčného zdravia bolo zistené, že 13 pacientiek (59,1 %) aktívne plánovalo graviditu alebo sa o ňu dlhodobo pokúšalo, čo poukazuje na vý- raznú prevalenciu fertilitných ťažkostí v sledovanom súbore. Zároveň bolo potvrdené, že 3 pacientky (13,6 %) dosiahli graviditu, zatiaľ čo u 6 žien (27,3 %) bola reprodukčná anamnéza negatívna, čo znamená, že sa o graviditu nesnažili alebo ju v čase sledovania ešte nedosiahli. Tieto údaje poukazujú na skutočnosť, že hyperandrogénny syndróm, predovšetkým v kontexte s PCOS, predstavuje významný rizikový faktor re-

produkčných porúch a často vedie k primárnej či se- kundárnej sterilite. Naše výsledky potvrdzujú, že in- fertilita patrí medzi najčastejšie komplikácie PCOS, pričom podľa Balena a kol. (2016) predstavuje 80 % všetkých prípadov anovulačnej neplodnosti, čím je jednoznačne najčastejšou príčinou tohto typu sterili- ty. Pri hodnotení gynekologických a ultrazvukových parametrov sa potvrdilo, že morfologické zmeny ovárií patria medzi výrazné znaky hyperandrogén- neho syndrómu. Polycystický ovariálny morfortyp (PCOM) bol v našom súbore prítomný u 16 pacien- tiek (72,7 %), čo predstavuje vysoký podiel a zdôraz- ňuje význam ultrazvukového nálezu pri diagnostike PCOS. V našom súbore sa najčastejšie vyskytovali subkortikálne (periférne) uložené folikuly – typický „string-of-pearls“ obraz, ktorý je pre PCOS charak- teristický. Odporúčania zároveň zdôrazňujú, že ova- riálna morfológia nemá byť hodnotená izolovane, ale vždy v kontexte symptómov, metabolických zmien a zmien hladín biochemických parametrov pri hyper- androgenizme (Balena a kol., 2016). Okrem ovariál- nej morfológie sme sledovali aj hrúbku endometria. Hrúbka endometria sa pohybovala v rozmedzí 8 – 15 mm, pričom 2 pacientky (9,1 %) mali tzv. triple-line obraz. Kombinácia adekvátnej hrúbky a „triple-line“ vzoru sa v literatúre spája s lepšou endometriálnou receptivitou a vyššou pravdepodobnosťou vzniku gravidity – napríklad v štúdiu Zhao, Zhang, Li (2012) bola nameraná prahová hodnota hrúbky endometria ≥ 9 mm a „triple-line“ obraz súvisel s vyššími mierami implantácie embrya a následnej klinickej gravidity.

Farmakologická liečba hyperandrogénneho syn- drómu v súbore pacientiek ($n = 22$) bola zameraná najmä na manažment inzulinovej rezistencie a cyklic- kú ochranu endometria. Najčastejšie bol indikovaný metformín, a to u 12 pacientiek (54,5 %). Metformín, najčastejšie používaný inzulinový senzibilizátor pri PCOS, znižuje produkciu glukózy v pečeni, inhibuje glukoneogézu a adipogézu, a zároveň zlepšuje inzulinovú senzitivitu periférnych tkanív. Súčasne redukuje nadmernú aktivitu inzulínu vo vaječníkoch, čím môže prispievať aj k zníženiu hyperandrogeniz- mu. Viaceré štúdie potvrdili, že účinky metformínu

presahujú rámec metabolickej kontroly, t. j. vedú k redukcii telesnej hmotnosti, zmierneniu metabolických porúch, úprave menštruačného cyklu, obnoveniu ovulácie a zvýšeniu šance na dosiahnutie gravidity (Zhao a kol., 2023). Avšak fixná kombinácia metformínu a myoinozitolu preukázala signifikantné výsledky v zlepšení inzulínovej rezistencie a pravidelnosti menštruačných cyklov v porovnaní s monoterapiou metformínom (Kriplani a kol., 2024), čo je v zhode aj s naším súborom, kde väčšina pacientiek užívala práve túto kombináciu účinných látok. Experimentálne sa skúma aj kombinácia agonistov GLP-1 receptorov (napr. semaglutid, liraglutid) s metformínom, ktorá u obéznych žien s PCOS preukazuje významný efekt na redukciiu telesnej hmotnosti a zlepšenie metabolického profilu (Jensterle, Ferjan, Janez, 2024).

Gestagénová terapia bola zastúpená najmä v podobe dydrogesterónu: Progestanelle u 12 pacientiek (54,5 %) a Duphaston u 3 pacientiek (13,6 %). Menej často bol použitý medroxyprogesterón Agolutin u 5 pacientiek (22,7 %) a ojedinele mikronizovaný progesterón Utrogestan u 1 pacientky (4,5 %) alebo subkutánny progesterón Prolutex u 1 pacientky (4,5 %). Doplnková liečba mala v analyzovanom súbore výrazné zastúpenie – najčastejšie bol podávaný inozitol (90,9 %), nasledovaný vitamínom D (68,2 %), omega-3 masnými kyselinami, berberínom a materskou kašičkou (77,3 %). Tento trend odráža narastajúci význam integratívneho prístupu, ktorý kombinuje farmakoterapiu s nutričnými doplnkami a režimovými opatreniami. Medzi doplnkovými prípravkami dominoval inozitol, ktorý užívalo 20 pacientiek (90,9 %). V literatúre sa uvádza, že myo-inozitol a D-chiro-inozitol pôsobia ako inzulínové senzibilizátory, zlepšujú inzulínovú signalizáciu, prispievajú k redukcii inzulínovej rezistencie, hladín glukózy a androgénov. Podieľajú sa aj na regulácii folikulogenézy a dozrievaní oocytov, čím pozitívne ovplyvňujú fertilitu (Maan a kol., 2025). Naše výsledky sú v zhode s týmto poznatkom, keďže väčšina pacientiek kombinovala inozitol s metformínom.

Deficit vitamínu D je u žien s PCOS veľmi častý

a súvisí s inzulínovou rezistenciou, obezitou, hyperandrogenémiou a nepravidelným cyklom. Vitamín D užívalo v našej práci 15 pacientiek (68,2 %). Klinické štúdie potvrdzujú, že suplementácia vitamínom D vedie k zlepšeniu inzulínovej senzitivity, zníženiu hladín inzulínu a testosterónu, zvýšeniu SHBG a niekedy aj k pravidelnejšiemu cyklu a lepšej folikulogenéze. Účinok na lipidový profil je však menej konzistentný (Mohan a kol., 2023). V našom súbore bol vitamín D indikovaný prevažne ako súčasť kombinovanej doplnkovej liečby spolu s inozitolom, omega-3 masnými kyselinami a ďalšími prípravkami. V klinickej praxi je vitamín D využívaný predovšetkým ako doplnok k farmakoterapii s cieľom zlepšiť metabolické a reprodukčné parametre, a nie ako samostatná liečba (Maan a kol., 2025).

V našom súbore pacientiek s PCOS užívalo omega-3 masné kyseliny 14 z 22 žien (63,6 %). Omega-3 masné kyseliny sú významným diétnym doplnkom, ktorý sa podieľa na regulácii imunity, zlepšení inzulínovej senzitivity, podpore bunkovej diferenciácie a ovulácie. Omega-3 masné kyseliny sa môžu podieľať na znižovaní hyperinzulinémie a porúch folikulogenézy spôsobených nadmerným oxidačným stresom, čím prispievajú k zlepšeniu metabolických aj reprodukčných parametrov u žien s PCOS (Yang a kol., 2018). Naše výsledky tak odrážajú klinickú prax, kde omega-3 predstavujú súčasť multimodálneho manažmentu PCOS, zameraného nielen na metabolickú kontrolu, ale aj na zlepšenie reprodukčného zdravia.

Berberín užívalo 13 pacientiek (59,1 %). Jeho účinky sú porovnateľné s metformínom – zlepšuje inzulínovú senzitivitu, redukuje glykémiu a má priaznivý vplyv na lipidový profil. An a kol. (2014) uvádzajú, že berberín môže ovplyvňovať os hypotalamus – hypofýza – vaječníky, čím prispieva k indukcii ovulácie, regulácii menštruačného cyklu a potenciálne k zlepšeniu miery tehotenstva aj živonarodení. Podávanie berberínu môže viesť k zníženiu sérových hladín estradiolu a zároveň k zníženiu výskytu ovariálneho hyperstimulačného syndrómu (Zhang a kol., 2021).

Materská kašička je účinná pri liečbe skorej meno-

pauzy a poškodenia vaječníkov spôsobeného adriamycínom. Obsahuje látky podobné hormónom, ako je royalaktín, ktorý môže pomôcť regulovať hormonálnu rovnováhu, najmä v oblasti reprodukčného zdravia, podpory plodnosti a pravidelnosti menštruácie a zmiernením príznakov hormonálnej nerovnováhy, ako je predmenštruačný syndróm a menopauza (Kumar a kol., 2024). Suplementácia materskej kašičky v dávke 1 000 mg/deň počas 8 týždňov u žien s PCOS viedla k zlepšeniu hormonálnych parametrov a k zníženiu zápalových markerov v porovnaní s placebom (Taheri a kol., 2025). Tieto zistenia korešpondujú aj s našimi poznatkami, kde bola materská kašička pravidelne a najčastejšie využívaná ako súčasť multimodálnej doplnkovej liečby v kombinácii s inozitolom, vitamínom D a omega-3 masnými kyselinami. Materská kašička taktiež podporuje rast ovariálnych folikulov, napr. experimentálne podávanie materskej kašičky potkanom v dávkach 100, 200 a 400 mg/kg/deň viedlo k významnému nárastu hmotnosti vaječníkov a maternice, ako aj k zvýšeniu sérových hladín estradiolu a progesterónu. Súčasne sa zaznamenalo výrazné zvýšenie počtu žltých teliesok a zrelých folikulov, čo poukazuje na stimuláciu folikulogenézy a zlepšenie ovariálnej hormonálnej aktivity (Ali a kol., 2023).

V našom súbore sa pacientkam *Vitex agnus-castus* predpisoval 13 pacientkam (59,1 %). Tento rastlinný prípravok sa užíva na zmiernenie rôznych gynekologických ťažkostí, ako je predmenštruačný syndróm, abnormálne uterinné krvácanie, hyperprolaktinémia, porucha luteálnej fázy či predmenštruačná mastodynia. Randomizovaná, trojito zaslepená, placebom kontrolovaná klinická štúdia porovnávajúca nízko-dávkovú kombinovanú orálnu antikoncepciu a *Vitex agnus-castus* počas troch mesiacov u žien s PCOS preukázala, že podávanie *Vitex agnus-castus* malo významnejší priaznivý účinok na reguláciu menštruačnej frekvencie ako kombinovaná perorálna antikoncepcia. Tieto zistenia naznačujú potenciálny prínos *Vitex agnus-castus* pri terapeutickom manažmente symptómov PCOS (Reiser a kol., 2022).

Prípravky na báze probiotík boli v našom súbore

predpísané 4 pacientkam (18,2 %), a to prevažne ako podporná terapia. Terapeutický záujem o probiotiká a/alebo prebiotiká v kontexte PCOS vychádza zo zistenia, že črevný mikrobióm zohráva významnú úlohu v metabolickej a hormonálnej regulácii. Zdôrazňuje sa, že u žien s PCOS je často prítomná dysbióza črevného mikrobiómu, ktorá môže prispievať k inzulinovej rezistencii, chronickému zápalu a hormonálnej nerovnováhe (Senthilkumar a Arumugam, 2025). Tieto zistenia dopĺňa randomizovaná klinická štúdia, ktorá počas 12-týždňovej suplementácie probiotík u žien s PCOS zaznamenala významné zvýšenie hladiny proteínu S-SHBG a zlepšenie inzulinovej senzitivity, pričom niektoré ďalšie hormonálne a metabolické parametre (napr. voľný testosterón) zostali nezmenené (Arab a kol., 2022). Podobne aj štúdia so 180 pacientkami s PCOS preukázala priaznivý vplyv probiotík na hladiny voľného testosterónu a vybrané metabolické ukazovatele. Tieto výsledky naznačujú, že probiotiká môžu predstavovať sľubný doplnok multimodálnej liečby PCOS, zameraný na ovplyvnenie črevného mikrobiómu a tým aj hormonálneho a metabolického profilu (Borzan, Riedl, Obermayer-Pietsch, 2023).

ZÁVER

Hyperandrogénny syndróm, predovšetkým v súvislosti s PCOS, predstavuje jednu z najčastejších endokrinnno-metabolických porúch žien v reprodukčnom veku. Ide o komplexný klinický stav charakterizovaný hormonálnou dysbalanciou, reprodukčnými poruchami a zvýšeným metabolickým rizikom, ktorý významne ovplyvňuje fertilitu, dlhodobé zdravie aj kvalitu života pacientiek. Výsledky tejto práce sú v zhode s údajmi z literatúry a potvrdzujú, že syndróm polycystických ovárií predstavuje komplexné multisystémové ochorenie s významným dopadom na reprodukčné, metabolické aj psychologické zdravie pacientiek. Pre efektívny manažment je nevyhnutný multidisciplinárny a individualizovaný prístup, ktorý kombinuje farmakologickú liečbu, doplnkovú terapiu a režimové opatrenia. Limitáciou práce je relatív-

ne malý počet pacientiek a retrospektívny charakter údajov, čo môže ovplyvniť generalizovateľnosť zistení. Napriek tomu výsledky poskytujú cenný pohľad na klinickú prax a zodpovedajú aktuálnym trendom v liečbe PCOS. Zároveň je potrebné posilniť prevenciu obezity a inzulínovej rezistencie u žien s PCOS už v mladom veku, aby sa minimalizovali neskoršie reprodukčné a metabolické komplikácie. Celkovo možno konštatovať, že hyperandrogénny syndróm predstavuje komplexnú výzvu súčasnej gynekológie a endokrinológie. Integrovaný prístup spájajúci farmakoterapiu, doplnkovú liečbu a úpravu životného štýlu má potenciál zlepšiť nielen reprodukčné a metabolické parametre, ale aj celkovú kvalitu života žien s PCOS v spojitosti s hyperandrogénnym syndrómom.

Konflikt záujmov

Autori tejto práce čestne vyhlasujú a deklarujú, že nie sú v konflikte záujmov v súvislosti s touto prácou.

Použitie nástrojov umelej inteligencie

Autori prehlasujú, že pri práci na tejto štúdii neboli použité nástroje generatívnej umelej inteligencie.

Etické aspekty

Práca bola vykonaná v súlade so všetkými etickými predpismi potrebnými pre jej vypracovanie.

Financovanie

Táto práca vznikla za podpory Kultúrnej a edukačnej grantovej agentúry Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky KEGA, a to projektu KEGA 010UVLF-4/2025.

Príspevky autorov

Szabóová Renáta a Kramarčíková Laura ako aj Turňová Petra navrhli koncepciu štúdie, zozbierali a analyzovali údaje. Zároveň sa Szabóová Renáta a Kramarčíková Laura podieľali na príprave ako aj tvorbe textu a formálnej ako aj rozsahovej úprave práce. Szabóová Renáta sa podieľala na revízii rukopisu práce.

ZOZNAM LITERATÚRY

Ali, A., Paramanya, A., Poojari, P., Arslan-Acaroz, D., Acaroz, U., Kostić, A. Ž.: The Utilization of Bee Products as a Holistic Approach to Managing Polycystic Ovarian Syndrome-Related Infertility. *Nutrients*, 2023, 15 (5), 1165. DOI: 10.3390/nu15051165.

An, Y., Sun, Z., Zhang, Y., Liu, B., Guan, Y., Lu, M.: The use of berberine for women with polycystic ovary syndrome undergoing IVF treatment. *Clinical Endocrinology (Oxf)*, 2014, 80 (3), 425 – 31. DOI: 10.1111/cen.12294.

Arab, A., Hossein-Boroujerdi, M., Moini, A., Sepidarkish, M., Shirzad, N., Karimi, E.: Effects of probiotic supplementation on hormonal and clinical outcomes of women diagnosed with polycystic ovary syndrome: A double-blind, randomized, placebo-controlled clinical trial. *Journal of Functional Foods*, 2022, 96, 105203. DOI: 10.1016/j.jff.2022.105203.

Balen, A. H., Morley, L. C., Misso, M., Franks, S., Legro, R. S., Wijayarathne, C. N., Stener-Victorin, E., Fauser, B. C., Norman, R. J., Teede, H.: The management of anovulatory infertility in women with polycystic ovary syndrome: an analysis of the evidence to support the development of global WHO guidance. *Human Reproduction Update*, 2016, 22 (6), 687 – 708. DOI: 10.1093/humupd/dmw025.

Baloghová, J.: Súčasná možnosť liečby Hirsutizmu. *Dermatologická prax*, 11 (4), 136 – 138.

Bayona, A., Martínez-Vaello, V., Zamora, J., Nattero-Chávez, L., Luque-Ramírez, M., Escobar-Morreale, H. F.: Prevalence of PCOS and related hyperandrogenic traits in premenopausal women with type 1 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Human Reproduction Update*, 2022, 28 (4), 501 – 517. DOI: 10.1093/humupd/dmac011.

Bianchi, V. E., Bresciani, E., Meanti, R., Rizzi, L., Omeljaniuk, R. J., Torsello, A.: The role of androgens in women's health and wellbeing. *Pharmacological Research*, 2021, 171, 105758. DOI: 10.1016/j.phrs.2021.105758.

- Borzan, V., Riedl, R., Obermayer-Pietsch, B.: Probiotic vs. placebo and metformin: probiotic dietary intervention in polycystic ovary syndrome - A randomized controlled trial. *BMC Endocrinology Disorders*, 2023, 23 (1), 82. DOI: 10.1186/s12902-023-01294-6.
- Dobbie, L. J., Pittam, B., Zhao, S. S., Alam, U., Hydes, T. J., Barber, T. M., Cuthbertson, D. J.: Childhood, adolescent, and adulthood adiposity are associated with risk of PCOS: a Mendelian randomization study with meta-analysis. *Human Reproduction*, 2023, 38 (6), 1168 – 1182. DOI: 10.1093/hum-rep/dead053.
- Dubey, P., Reddy, S. Y., Alvarado, L., Manuel, S. L., Dwivedi, A. K.: Prevalence of at-risk hyperandrogenism by age and race/ethnicity among females in the United States using NHANES III. *The European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 2021, 260, 189 – 197. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2021.03.033.
- Ezeh, U., Ezeh, C., Pisarska, M. D., Azziz, R.: Menstrual dysfunction in polycystic ovary syndrome: association with dynamic state insulin resistance rather than hyperandrogenism. *Fertility and Sterility*, 2021, 115 (6), 1557 – 1568. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2020.12.015.
- Jensterle, M., Ferjan, S., Janez, A.: The maintenance of long-term weight loss after semaglutide withdrawal in obese women with PCOS treated with metformin: a 2-year observational study. *Frontiers of Endocrinology (Lausanne)*, 2024, 15, 1366940. DOI: 10.3389/fendo.2024.1366940.
- Kanbour, S. A., Dobs, A. S.: Hyperandrogenism in Women with Polycystic Ovarian Syndrome: Pathophysiology and Controversies. *Androgens: Clinical Research and Therapeutics*. 2022, 3 (1). DOI:10.1089/andro.2021.0020.
- Kozárová, A.: Acne vulgaris – klinický obraz a terapeutické možnosti. *Dermatologická prax*, 2020, 14 (1), 9 – 16.
- Kriplani, A., Tank, P., Singh, P., Maini, N., Kaitala, S., Kantha, G. L., Paul, J., Shah, S., Bhatara, U., Sinha, A., Singh, T., Srivastava, S., Malvi, A.: A Phase III, Double-Blind, Randomized, Multicenter, Clinical Trial to Evaluate the Efficacy and Safety of a Fixed-Dose Combination of Metformin Hydrochloride and Myo-Inositol Compared to Metformin in Patients With Polycystic Ovary Syndrome. *Cureus*, 2024, 16 (12), e75616. DOI: 10.7759/cureus.75616.
- Kumar, R., Thakur, A., Kumar, S., Hajam, Y. A.: Royal jelly a promising therapeutic intervention and functional food supplement: A systematic review. *Heliyon*, 2024, 10 (17), e37138. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e37138.
- Lizneva, D., Gavrilova-Jordan, L., Walker, W., Azziz, R.: Androgen excess: Investigations and management. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, 2016, 37, 98 – 118. DOI: 10.1016/j.bpobgyn.2016.05.003.
- Maan, P., Gautam, R., Vasudevan, S., Menon, G. R., Arora, A., Nair, A., Jabbar, P. K., Arora, T.: Pharmacological and Non-Pharmacological Interventions for Polycystic Ovary Syndrome (PCOS) in Indian Women: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pharmaceuticals (Basel)*. 2025, 18 (5), 680. DOI: 10.3390/ph18050680.
- Meczekalski, B., Szeliga, A., Maciejewska-Jeske, M., Podfigurna, A., Cornetti, P., Bala, G., Adashi, E. Y.: Hyperthecosis: an underestimated nontumorous cause of hyperandrogenism. *Gynecology and Endocrinology*, 2021, 37 (8), 677 – 682. DOI: 10.1080/09513590.2021.1903419.
- Mohan, A., Haider, R., Fakhor, H., Hina, F., Kumar, V., Jawed, A., Majumder, K., Ayaz, A., Lal, P. M., Tejwaney, U., Ram, N., Kazeem, S.: Vitamin D and polycystic ovary syndrome (PCOS): a review. *Annals of medicine and surgery*, 2023, 85 (7), 3506 – 3511. DOI: 10.1097/MS9.0000000000000879.
- Mohapatra, I., Samantaray, S. R.: BMI and Polycystic Ovary Syndrome: Demographic Trends in Weight and Health. *Cureus*, 2024, 16 (3), e55439. DOI: 10.7759/cureus.55439.
- Part, M.: Androgenická alopecie a možnosti jej terapie. *Dermatologická prax*, 2020, 14 (1), 17 – 21.
- Reiser, E., Lanbach, J., Böttcher, B., Toth, B.: Non-Hormonal Treatment Options for Regula-

tion of Menstrual Cycle in Adolescents with PCOS. *Journal of Clinical Medicine*, 2022, 12 (1), 67. DOI: 10.3390/jcm12010067.

Riaz, Y., Parekh, U.: Oligomenorrhea (Archived). *StatPearls*, StatPearls Publishing, Treasure Island (FL), 2025. PMID: 32809410.

Senthilkumar, H., Arumugam, M.: Gut microbiota: a hidden player in polycystic ovary syndrome. *Journal of Translational Medicine*, 2025, 23, 443. DOI:10.1186/s12967-025-06315-7.

Sharma, A., Welt, C. K.: Practical Approach to Hyperandrogenism in Women. *Medical Clinics of North America*, 2021, 105 (6), 1099 – 1116. DOI: 10.1016/j.mcna.2021.06.008.

Sharma, L., Kaur, J.: Hirsutism. *StatPearls*, 2025, NBK470417.

Taheri, S., Bahari, H., Mirzavi, F., Rahbarninejad, P., Sajadi Hezaveh, Z., Doostparast, A., Zarban, A., Nattagh-Eshtivani, E.: Effects of royal jelly consumption on inflammation and oxidative stress: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 2025, 15 (4), 1264 – 1278. DOI: 10.22038/ajp.2024.25139.

Yang, K., Zeng, L., Bao, T., Ge, J.: Effectiveness of Omega-3 fatty acid for polycystic ovary syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 2018, 16 (1), 27. DOI: 10.1186/s12958-018-0346-x.

Yao, Z., Dardari, Z., Razavi, A.: Prevalence of clinical obesity versus BMI-defined obesity among US adults: a cohort study. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 2025, 13, 647 – 649.

Zhang, S. W., Zhou, J., Gober, H. J., Leung, W. T., Wang, L.: Effect and mechanism of berberine against polycystic ovary syndrome. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 2021, 138, 111468. DOI: 10.1016/j.biopha.2021.111468.

Zhao, H., Zhang, J., Cheng, X., Nie, X., He, B.: Insulin resistance in polycystic ovary syndrome across various tissues: an updated review of pathogenesis, evaluation, and treatment. *Journal of Ovarian Research*, 2023, 16 (1), 9. DOI: 10.1186/s13048-022-01091-0.

Zhao, J., Zhang, Q., Li, Y.: The effect of endometrial thickness and pattern measured by ultrasonography on pregnancy outcomes during IVF-ET cycles. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 2012, 10, 100. DOI: 10.1186/1477-7827-10-100.



PÔVODNÁ ŠTÚDIA

STANOVENIE TOXICITY KLOTRIMAZOLU A TERBINAFINU U ARTEMIA FRANCISCANA

DETERMINATION OF TOXICITY OF CLOTRIMAZOLE AND TERBINAFINE IN ARTEMIA FRANCISCANA

Kuchtová, Dominika; Falis*, Marcel

Katedra farmakológie a toxikológie, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Slovenská republika

 OPEN ACCESS*Korešpondenčný autor: marcel.falis@uvlf.sk

Citovanie: Kuchtová, D., Falis, M.: Stanovenie toxicity klotrimazolu a terbinafinu u *Artemia franciscana*. Folia Pharmaceutica Cassoviensia, 2026, 8 (2), 59 – 64.

Prijaté: 07.05.2026

Akceptované: 21.05.2026

Publikované: 31.6.2026

Copyright: 2026 Kuchtová, D., Falis, M. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Etické aspekty: Pri popise experimentov vykonávaných na zvieratách sa uvádza, či boli schválené etickou komisiou a či boli dodržané príslušné aktuálne legislatívne opatrenia, ktoré sa vzťahujú na túto oblasť ako aj číslo povolenia Štátnej veterinárnej a potravinovej správy SR. Pri klinických štúdiách sa uvádza, či boli schválené príslušnou etickou komisiou.

ABSTRAKT

Infekcie plesňového pôvodu patria medzi čoraz častejšie sa vyskytujúce ochorenia, s ktorými pacienti najprv vyhľadávajú pomoc v lekárňach. V práci sme sa zamerali na najčastejšie používané antimykotiká, ich indikácie, mechanizmy účinku a toxicitu. V praktickej časti sme stanovili letálne koncentrácie LC_{50} dvoch vybraných liečiv – klotrimazolu a terbinafinu – na organizme žiabronôžky (*Artemia franciscana*). Po správnej kultivácii žiabronôžok sme uskutočnili päťdňový experiment s odstupňovanými koncentraciami roztokov oboch látok. Údaje sme vyhodnotili pomocou dvojďávko-

vej interpolačnej metódy a programu ToxRat. Zistená hodnota LC_{50} pre terbinafin bola 0,16 mg/l (72 h) s intervalom spoľahlivosti (0,092 – 0,277 mg/l) a pre klotrimazol 3,9 mg/l (72 h) s intervalom spoľahlivosti (3,47 – 4,393 mg/l). Výsledky poukazujú na dôležitosť hodnotenia environmentálnej toxicity antimykotík a ich potenciálneho vplyvu na vodné ekosystémy.

Kľúčové slová: antimykotiká; *Artemia franciscana*; letalita; toxicita; žiabronôžky

ABSTRACT

Fungal infections are among the increasingly common diseases for which patients first seek help in pharmacies. The theoretical part of the work focuses on the most commonly used antifungal drugs, their indications, mechanisms of action and toxicity. The practical part examines the lethal concentrations of LC_{50} of two selected drugs – clotrimazole and terbinafine – on the organism of the brine shrimp (*Artemia franciscana*). After proper cultivation of the brine shrimp, we conducted a five-day experiment with different concentrations of solutions of both substances. We evaluated

the data using the two-dose interpolation method and the ToxRat program. The LC_{50} value found for terbinafine was 0.16 mg/l (72 h) and for clotrimazole 3.9 mg/l (72 h). The confidence interval for terbinafine was 0.092 – 0.277 mg/l and for clotrimazole was in the range of 3.47 – 4.393 mg/l. The results highlight the importance of assessing the environmental toxicity of antifungals and their potential impact on aquatic ecosystems.

Keywords: antifungals; *Artemia franciscana*; brine shrimps; lethality; toxicity

ÚVOD

V dnešnej dobe neustále narastá počet pacientov, ktorí sa liečia na ochorenia, ktoré sú vyvolané najmä plesňami alebo kvasinkami. V ľahších prípadoch môžu postihnúť len kožu, ale v tých závažnejších môžu napadnúť aj sliznice. Ide o ochorenia, ktoré majú rôzny priebeh a voľnopredajné lieky častokrát k úplnému vyliečeniu nepostačia. Najmä v letnom období pacienti prichádzajú do lekárne s kvasinkovou infekciou, s ktorou sa stretávame každý deň. Na druhom mieste sú to pacienti, ktorí majú mykózu na nechťovom lôžku a častokrát nepostihuje len jeden necht, ale môže sa rozšíriť na viaceré nechty.

Veľkým problémom v tejto oblasti je aj nesprávna diagnostika, čo je častokrát spojené aj s narastajúcou rezistenciou na mnohé antimykotiká. Mnohokrát sa zamieňajú infekcie vyvolané plesňami alebo kvasinkami s bakteriálnymi alebo vírusovými infekciami (Pagano a Fernández, 2025).

V tejto práci sa venujeme teórii vybraných ochorení plesňového alebo kvasinkového pôvodu. V praktickej časti, sme sa zamerali na dve liečivá, a to na *klotrimazol* a *terbinafín*. Hlavným zámerom bolo stanoviť jednotlivé LC_{50} . Okrem letálnej koncentrácie sme stanovili a porovnali toxicitu oboch spomínaných liečiv. Na výpočet konkrétnych hodnôt LC_{50} sme použili dvojdvákovú interpolačnú metódu podľa Rotha a tiež s program ToxRat.

MATERIÁL A METODIKA

Dôležitým krokom pred samotným zrealizovaním hlavného pokusu, bolo zvládnuť metodiku liahnutia žiabronôžok (*Artemia franciscana*). Dôležitou podmienkou pre efektívne liahnutie tohto živočíšneho druhu je veľmi slané prostredie a optimálna teplota (Ntungwe et al., 2020). Pozorovanie čerstvo uliahnutých jedincov voľným okom je pomerne obtiažne, a preto sme pri ich sledovaní využívali lupu alebo mikroskopické zariadenia. Po zabezpečení vhodných podmienok pre správne liahnutie, sme dostatočné množstvo cýst nasypali do sklenenej nádoby, kde bola pripravená morská voda. Nádoba bola ponorená v termostatickom vodnom kúpeli s teplotou 25 °C, napojená na vibračný membránový kompresor, ktorý zabezpečoval nepretržitý pohyb cýst a dodával sústave dostatok kyslíka. Tieto podmienky sú nevyhnutné na správne liahnutie cýst a zabezpečili úspešné vyliahnutie cýst po 24 hodinách (Dvořák et al., 2005).

Príprava laboratórneho materiálu

Najprv sme osušili Petriho misky a následne sme každú miskú označili podľa testovaných koncentrácií a rozdelili do jednotlivých skupín zvlášť pre *klotrimazol* a zvlášť pre *terbinafín*.

Príprava roztokov s rôznymi koncentraciami

Pred samotným riedením sme testovali rozpustnosť jednotlivých látok. Rozpustnosť vo vodnom prostredí bola nedostatočná, preto sme na rozpúšťanie použili DMSO vo finálnej koncentrácii 1 % DMSO pre *klotrimazol* aj *terbinafín*. Pred začatím pokusu sme navážili presné množstvo testovaných liečiv na analytických váhach a následne sme ich rozpustili v roztoku morskej vody s 1% roztokom DMSO. Jednotlivé koncentrácie použité v testovaní boli odstupňované v dvojkovom riedení ako to vyžaduje metodika.

Hlavné triedenie *Artemia franciscana*

Na základe výsledkov získaných v predpokuse sme pripravili roztoky s obsahom testovaných koncentrácií. Pomocou pipety sme do každej označenej Petri-

ho misky pridávali po 10 ml z príslušných roztokov. V ďalšej časti sme do označených misiek pomocou vhodnej plastovej pipety z rozšíreným hrdlom pridali 10 jedincov vyliahnutých žijúcich a dostatočne aktívnych žiabronôžok. Tento postup si vyžadoval dostatočnú opatrnosť, keďže pri presúvaní žiabronôžok mohlo dôjsť k ich mechanickému poškodeniu, čo by mohlo negatívne ovplyvniť výsledky testovania. Po rozdelení žiabronôžok do všetkých označených Petriho misiek sme ich uzavreli a presunuli do termostatu kde boli inkubované po celú dobu experimentu v tme pri teplote 20 °C.

Odčítavanie žiabronôžok

Odčítavanie sme vykonávali po 24, 48, 72, 96 a 120 hodinách od začiatku hlavného pokusu. Odčítavanie počtu uhynutých žiabronôžok sme vykonávali každý deň v každej miske na čiernom pozadí. Tieto počty sme zaznamenávali do protokolov a neskôr štatisticky vyhodnotili.

Štatistické spracovanie výsledkov

Každá experimentálna skupina pozostávala z päťdesiat žijúcich žiabronôžok, ktoré boli rozdelené do piatich Petriho misiek po desať jedincov. Variabilita spôsobená náhodnými vplyvmi a tiež intravitálna variabilita prežívania jednotlivých nauplií bola hodnotená Deanov-Dixonovým testom, na úrovni pravdepodobnosti $\alpha = 0,05$. Ako stredná hodnota úhynu bol následne vypočítaný aritmetický priemer z piatich skupín. Na vyjadrenie variability bola použitá smerodajná odchylka jedného merania podľa vzorca určeného pre rozsah súboru menší ako číslo 8. Tento spomínaný vzorec sa označuje ako $s = R \cdot k_n$, pričom R je variačné rozpätie, čo znamená ($R = X_{\max} - X_{\min}$) a k_n je koeficient (Dvořák et al., 2005).

Z vypočítaných a testovaných hodnôt sme zostrojili grafy, ktoré ukazujú závislosť letality žiabronôžok od času pri konkrétnych koncentráciách. Rozdiely letality medzi jednotlivými koncentraciami skúmaných látok boli testované a porovnané pomocou signifikantných rozdielov preukázateľnosti (Wayland, Hayes, 1991).

VÝSLEDKY

Celý hlavný pokus trval päť dní, čo znamená, že posledné údaje sme získali po 120 hodinách, avšak do výsledných tabuliek a grafov sme zaznamenávali zhromaždené dáta len po 24, 48 a 72 hodinách. S údajmi, ktoré sme získali za posledné dva dni, sme ďalej nepracovali, pretože v kontrolných vzorkách s 1 % DMSO a tiež aj s morskou vodou bez rozpúšťadla bola celková úmrtnosť väčšia ako 10 %. Letalita v kontrolných skupinách do 10% je v súlade s validačnými štandardmi (Dvořák et al., 2005).

V nižšie uvedených tabuľkách a grafoch sú prezentované výsledky porovnávané s kontrolnou skupinou s ktorá obsahovala 1 % DMSO pretože obe liečivá boli rozpustené v tejto koncentrácii.

Výsledné letality pre klotrimazol a terbinafin

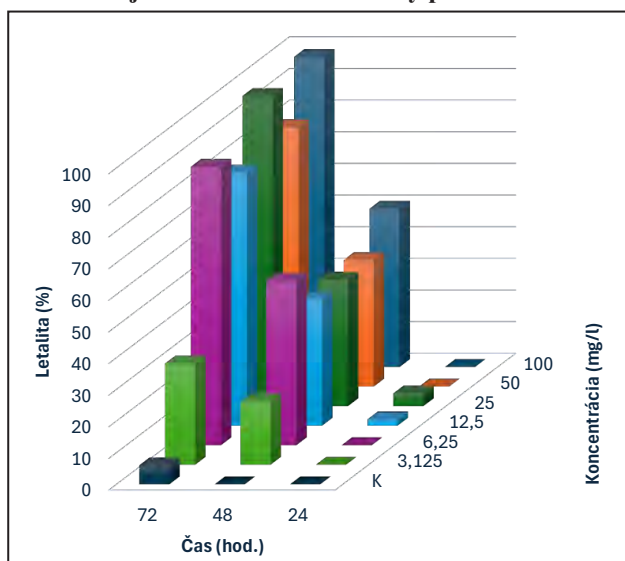
V Grafe 1 pre *klotrimazol* môžeme vidieť postupný nárast letality Artémií, pričom prvý výraznejší úhyn bol pozorovaný po 48 hodinách.

Iný prejav toxicity bol pozorovaný pri *terbinafine* (Graf 2) kde môžeme vidieť nárast úhynu Artémií už po 24 hodinách od koncentrácie 2 mg/l. Po 72 hodinách pri koncentráciách 8 mg/l a 4 mg/l bola dosiahnutá 100 % letalita žiabronôžok. V kontrolnej vzorke s DMSO bol zaznamenaný nižší úhyn, v medziach validity testu.

Pre výpočet príslušných hodnôt LC_{50} sme použili dve rozdielne metódy. Prvou bola dvojdávková interpoláčna metóda podľa Rotha (1962), pri ktorej vo výpočte LC_{50} využívame v ideálnom prípade dve koncentrácie, jednu kde je pozorovaná letalita v intervale 20 % – 50 % a druhú s pozorovanou letalitou v rozmedzí 50 % – 80 %. Pomocou tejto metódy je možné vypočítať aj interval spoľahlivosti. Druhou metódou bol počítačový program ToxRat. Do tohto programu sme vstupné údaje zaznamenávali vo forme prežiteľnosti počas testovaného obdobia. Tento program nám vypočítal aj hodnoty LC_{10} , LC_{20} , LC_{50} s príslušnými intervalmi (Tab. 1, Tab. 2).

Z tabuliek môžeme vidieť, že toxicita rastie s časom expozície. Pri *klotrimazole* sa preukázala výraz-

Graf 1: Závislosť letálneho účinku klotrimazolu od jeho koncentrácie a dĺžky pôsobenia



Tab. 1: Koncentrácie klotrimazolu s letálnym účinkom

Čas (hod)	LC ₁₀ (mg/l)	LC ₂₀ (mg/l)	LC ₅₀ (mg/l)
24	n. d.	n. d.	> 100
48	n. d.	n. d.	132,306
72	n. d.	n. d.	2,873

Zdroj: ToxRat Pro Version 3.3.0

Tab. 2: Koncentrácie terbinafinu s letálnym účinkom

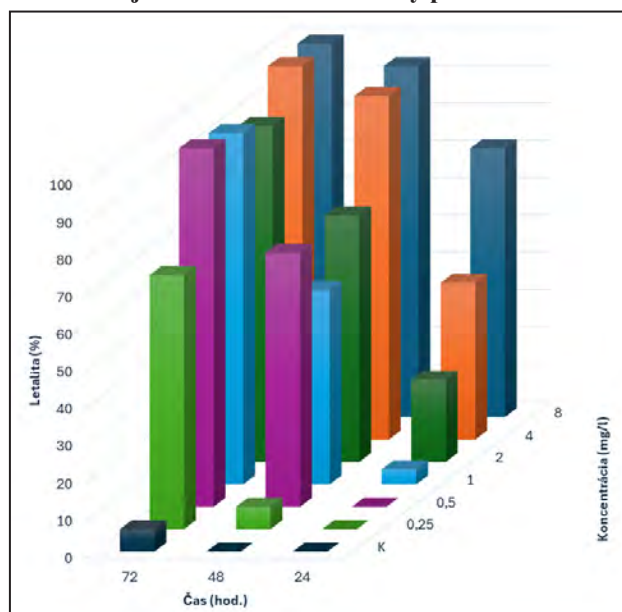
Čas (hod)	LC ₁₀ (mg/l)	LC ₂₀ (mg/l)	LC ₅₀ (mg/l)
24	1,449	2,157	4,613
48	n. d.	0,227	0,754
72	n. d.	n. d.	n. d.

Zdroj: ToxRat Pro Version 3.3.0

ne toxická koncentrácia LC₅₀, a to najmä po 72 hodinách pretože už malé množstvo spôsobilo 50 % úhyn žiabronôžok. Pri LC₅₀ platí, že čím je číslo nižšie, tým je vyššia toxicita.

Pri *terbinafine* systém vyhodnotil aj ostatné hodnoty LC₁₀, LC₂₀ a aj LC₅₀. Pri LC₅₀ môžeme pozorovať ako po 24 a 48 hodinách výrazne klesajú hodnoty, čo poukazuje na zvyšujúcu sa toxicitu. Po 72 hodinách hodnoty LC₅₀ pri *terbinafine* už nebolo možné vypočítať kvôli vysokému úhynu pozorovaných jedincov. Výsledné hodnoty z programu ToxRat nám ukázali, že *terbinafin* v porovnaní s *klotrimazolom* je oveľa toxickejší už pri nižších koncentráciách.

Graf 2: Závislosť letálneho účinku terbinafinu od jeho koncentrácie a dĺžky pôsobenia



DISKUSIA

Počet pacientov s mykotickým ochorením, ktorí prichádzajú do lekárne, stále rastie. Aj preto sme sa v práci zamerali na túto skupinu liečiv. V mnohých prípadoch sme to totiž my farmaceuti ako zdravotní pracovníci, prvým a často aj posledným kontaktom pacienta v prípade zdravotných komplikácií v tejto oblasti. Našou úlohou je ich správne nasmerovať a nastaviť vhodnú farmakoterapiu.

Hlavným zámerom tejto práce bolo zistiť, ktoré z dvoch vybraných liečiv má väčší toxický účinok. Na testovanie toxického účinku sme využívali žiabronôžky v alternatívnom biologickom teste II. generácie.

V prípade *klotrimazolu* sme mohli pozorovať štatistické významné rozdiely až po 48 hodinách, a to najmä pri koncentráciách 6,25 mg/l a 100 mg/l, kde letalita dosahovala okolo 50 %. Po 72 hodinách sme mohli pozorovať zvýšený úhyn nielen pri najvyššej koncentrácii 100 mg/l, ale aj pri ostatných koncentráciách, v ktorých konečná pozorovaná letalita bola na úrovni 98 %. Tieto výsledky predpokladajú, že v ďalších dňoch by bola pozorovaná 100 % letalita pri všetkých testovaných koncentráciách.

V prípade *terbinafinu* sme mohli pozorovať štatis-

tický významné rozdiely už po prvých 24 hodinách, a to najmä pri najvyššej koncentrácii 8 mg/l, kde letalita dosiahla až 72 %. V tomto prípade bolo zrejmé, že *terbinafín* spôsobuje rýchlejší úhyn *Artémií*, zatiaľ čo *klotrimazol* vedie k postupnému úhynu. Po 72 hodinách spôsobil *terbinafín* maximálnu 100 % letalitu pri najvyššej koncentrácii.

V štúdií, ktorá mala rovnaký scenár ako náš hlavný pokus, bola miera toxicity *klotrimazolu* testovaná na sladkovodných kôrovcoch *Daphnia magna*. Výsledky tejto štúdie ukázali, že *klotrimazol* má v tomto prípade miernu toxicitu. Hodnota LC_{50} , stanovená v tomto experimente bola 5,143 mg/l. Z ostatných sledovaných parametrov bolo pozorované výrazné zvýšenie najmä katalázy a tiež výrazné zvýšenie glutatión-S-transferázy. Výsledky naznačujú, že *klotrimazol* môže v rôznych koncentráciách predstavovať ekotoxikologickú hrozbu pre testované vodné organizmy. Ďalším zistením bol fakt, že testované kôrovce reagujú na expozíciu *klotrimazolu* zvýšenou aktivitou obranných enzýmov ktorých zvýšená aktivita slúži ako ochrana proti oxidačnému stresu (Vieira et al., 2019).

V štúdií uskutočnenej na sumčekovi africkom, po jednorazovej expozícii *klotrimazolom* bola pozorovaná hodnota LC_{50} 38,79 mg/l, po 96 hodinách. U preživších testovaných jedincov došlo k zníženiu počtu červených krviniek a hemoglobínu, a k zvýšeniu počtu bielych krviniek. Spoločným výsledkom týchto testov je zistenie, že *klotrimazol* má mierne toxický účinok na jednotlivé zložky vodného ekosystému, čo bolo v zhode aj s našim experimentom, kde je potrebné poznamenať, že v prejavoch toxicity zohráva dôležitú úlohu doba expozície (Melefa et al., 2020).

Tulegenová a kol. (2024) študovala účinky viacerých liečiv vrátane *terbinafínu* na *Chlorella sp.* v Kazachstane. Scenár tohto testu bol rovnaký ako u vyššie spomenutých výskumov, cieľom jej práce bolo sledovanie účinkov znečistenia podzemných alebo povrchových vôd. *Terbinafín* od počiatočného kontaktu s testovanou vzorkou spôsobil výrazný pokles rastu rodu *Chlorella sp.* Koncentrácie, ktoré boli použité, sa pohybovali od 20 – 100 mg/l a výsledná hodnota LC_{50} bola 51,60 mg/l (Tulegenova et al., 2024).

ZÁVER

Medzi najčastejšie mykotické ochorenia, ktoré pacienti konzultujú s farmaceutmi v prostredí lekárne, radíme hlavne kvasinkové infekcie alebo onychomykózy, ktoré sa častejšie vyskytujú v letných mesiacoch. Rizikovými faktormi pre vznik týchto ochorení môže byť najmä nedostatočná hygiena, oslabená imunita, pridružené ochorenia alebo zlý životný štýl (Pagano, Fernández, 2025).

Na základe porovnania s inými dostupnými štúdiami môžeme konštatovať, že *terbinafín* je naozaj veľmi toxický na vodné mikroorganizmy, a to už pri veľmi nízkych koncentráciách. Všetky prístupné výskumy nám naše výsledky len potvrdili v tom, že *klotrimazol* je o niečo bezpečnejším liekom a menej škodlivým pre vodný ekosystém.

Konflikt záujmov

Autori pre túto štúdiu neudávajú konflikt záujmov.

Použitie nástrojov umelej inteligencie

Autori nepoužili nástroje generatívnej umelej inteligencie.

Etické aspekty

Štúdia bola vykonaná v súlade so všetkými etickými predpismi potrebnými pre jej vypracovanie.

Financovanie

Na túto štúdiu nebolo potrebné financovanie.

Príspevky autorov

Kuchtová, Dominika: Praktická časť, literárny prehľad, Falis; Marcel: Spracovanie výsledkov, metodický dohľad, spracovanie publikácie.

ZOZNAM LITERATÚRY

Dvořák, P., Šucman, E., Beňová, K.: The development of a ten-day biotest using *Artemia salina* nauplii. *Biologia* 2005, 60 (5), 593 – 597 https://www.researchgate.net/publication/286535833_The_

development_of_a_ten-day_biotest_using_Artemia_salina_nauplii. Accessed July 3, 2025.

Melefa, T. D., Mgbenka, B. O., Aguzie, I. O., Andong, F. A., Nwakor, U., Nwani, CH. D.: Morphological, haematological and biochemical changes in African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) juveniles exposed to clotrimazole. *Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol*, 1 2020, 236 (108815). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32502602/>. Accessed October 22, 2025.

Ntungwe, N. E., Martín, E. M. D., Roberto, A., Tavares, J., Isca, V. M. S., Pereira, P., Cebola, M. J., Rijo, P.: *Artemia species: An important tool to screen general toxicity samples*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32250221/>. Updated 2020. Accessed June 29, 2025.

Pagano, L., Fernández, O. M.: *Clinical aspects and recent advances in fungal diseases impacting human health*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11908536/>. Updated March 14, 2025. Accessed June 13, 2025.

Roth, Z.: *Statistické metody v experimentální medicíně*. 1. vyd. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství, 1962. 592 s.

Tulegenova, S., Zhantokov, B., Shingisbayeva, Z., Beisenova, R., Dukenbayeva, A., Ra-

khymzhan, Z., Shamshedenova, S., Zhupysheva, A., Rymbayeva, R., Turlybekova, G., Zhaznayeva, Z.: Toxic Effects of Aquatic Pharmaceuticals on *Chlorella* sp. in Kazakhstan. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 2024, 19, (6). https://www.iieta.org/journals/ij dne/paper/10.18280/ij dne.190608?utm_source=. Accessed October 25, 2025.

Vieira, M., Soares, A. M. V. M., Nunes, B.: Biomarker-based assessment of the toxicity of the antifungal clotrimazol to the microcrustacean *Daphnia magna*. *Environ Toxicol Pharmacol*, 2019, 71. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S138266891930081X?via%3Dihub>. Accessed October 11, 2025.

Wayland Hayes, J.: *Hayes' Handbook of pesticide toxicology*, Volume 1. London: Academic Press is an imprint of Elsevier, 2025. ISBN 978-0-12-374481-4 <https://books.google.sk/books?id=sUrLT9z9i3IC&pg=PA3&lpg=-PA3&dq=wayland+hayes+1991&source=bl&ots=lQPfvKPJ4J&sig=ACfU3U3nqThhGLzSfHSVF0ul2jXlQ-1sHw&hl=sk&sa=X&ved=2ahUKEw-iN7bJptbnAhVHY8AKHS2QBwYQ6AEwEXoE-CAsQAQ#v=onepage&q=wayland%20hayes%201991&f=>.



KAZUISTIKA

SÚČASNÉ MOŽNOSTI TERAPIE CHRONICKÝCH RÁN DOLNÝCH KONČATÍN

CURRENT OPTIONS FOR THE THERAPY OF CHRONIC WOUNDS OF THE LOWER LIMBS

Lazorčáková, Petra¹; Beňová, Katarína^{1*}; Gajdzik, Tomáš²¹Katedra biológie a fyziológie, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach; ²I. Chirurgická klinika UPJŠ LF a UNLP v Košiciach, Slovenská republika

OPEN ACCESS

*Korešpondenčný autor: katarina.benova@uvlf.sk**Citovanie:** Lazorčáková, P., Beňová, K., Gajdzik, T.: Súčasné možnosti terapie chronických rán dolných končatín. Folia Pharmaceutica Cassoviensia, 2026, 8 (2), 65 – 73.**Prijaté:** 05.05.2026**Akceptované:** 14.05.2026**Publikované:** 33.6.2026**Copyright:** 2026 Lazorčáková, P., Beňová, K., Gajdzik, T. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.**Etické aspekty:** Pri popise experimentov vykonávaných na zvieratách sa uvádza, či boli schválené etickou komisiou a či boli dodržané príslušné aktuálne legislatívne opatrenia, ktoré sa vzťahujú na túto oblasť ako aj číslo povolenia Štátnej veterinárnej a potravinovej správy SR. Pri klinických štúdiách sa uvádza, či boli schválené príslušnou etickou komisiou.

ABSTRAKT

Práca sa zaoberá súčasnými možnosťami terapie chronických rán dolných končatín. Hojenie týchto rán je ovplyvňované viacerými faktormi a je spojené s mnohými komplikáciami. Praktickú časť práce tvoria kazuistiky, v ktorých sú popísané chronické rany štyroch pacientov a terapia. Pri výbere správnej terapie je veľmi dôležitá anamnéza pacienta, klinické vyšetrenie a hodnotenie samotnej rany, preto sú v kazuistikách uvedené aj tieto informácie. Súčasťou praktickej časti je aj

fotodokumentácia, ktorá zachytáva priebeh liečby a všetky čiastkové a finálne výsledky zvolenej terapie. Poukázali sme na to, ako sú rany komplexné a ku každej treba pristupovať v kontexte efektívnej terapie individuálne.

Kľúčové slová: dolné končatiny; hojenie rán; chronické rany; terapia chronických rán

ABSTRACT

The work deals with the current possibilities of therapy of chronic wounds of the lower extremities. The healing of these wounds is influenced by several factors and is associated with many complications. The practical part of the work consists of case reports, which describe the chronic wounds of four patients and the therapy. When choosing the right therapy, the patient's medical history, clinical examination and assessment of the wound itself are very important, therefore this information is also provided in the case reports. The practical part also includes photographic documentation, which captures the course of treatment and all partial and final results of the selected therapy.

We have pointed out how complex wounds are and how each one must be approached individually in the context of effective therapy.

Key words: chronic wounds; lower limbs; therapy of chronic wounds; wound healing

ÚVOD

Koža je najväčším orgánom ľudského tela, ktorý slúži ako bariéra pred vonkajšími vplyvmi a poškodením. Ako orgán je schopná dosiahnuť adekvátnu regeneráciu poškodených tkanív (Rodríguez-Acosta et al., 2022).

Chronické rany sú najčastejšie výsledkom trofických zmien tkaniva, na ktorých sa podieľa súčasne viacero faktorov. Doba hojenia je dlhá a fyziologický proces hojenia je narušený v jednej alebo viacerých fázach, čo vedie k vzniku chronického nehojaceho sa defektu. V porovnaní s akútnymi ranami vykazujú chronické rany odlišné fenotypy, ako sú znížené rastové faktory, obmedzená mitóza buniek, dilatčná bunková reakcia, pretrvávajúci zápal a zhoršená angiogenéza (Shi et al., 2023).

Cieľom práce bolo sledovanie diagnostických postupov pri vyšetrení chronickej rany, správny výber terapie, metód a materiálov a ich využitie v terapii chronických defektov u štyroch konkrétnych pacientov, sledovanie čiastkových výsledkov v priebehu liečby a zhodnotenie finálnych výsledkov a ich porovnanie s výsledkami publikovanými inými autormi.

MATERIÁL A METÓDY

Praktickú časť tvoria štyri kazuistiky, v ktorých sú popísané chronické rany dolných končatín a ich terapia. Konkrétne ide o komplikovaný dekubit IV. stupňa, venózný vred a chronické rany po amputácii prstov dolných končatín.

V kazuistikách sme popisovali anamnézu pacientov a vyšetrenia konkrétnych chronických rán spolu s ich terapiou a komplikáciami. Zamerali sme sa na výber terapie rán a vhodnú kombináciu materiálov a metód,

ktoré sa využívajú pri hojení rán.

Terapia chronických rán dolných končatín u spomínaných pacientov prebiehala v roku 2024 na I. Chirurgická klinika UPJŠ LF a UNLP v Košiciach. V priebehu liečby bola realizovaná fotodokumentácia, ktorá zaznamenávala čiastkové a finálne výsledky terapie týchto chronických rán počas sledovaného obdobia. Fotodokumentácia bola vykonávaná s písomným súhlasom pacientov. Počas liečby sme boli prítomní pri prevádzkach vykonávaných zdravotníckym personálom a pri hodnotení efektivity liečby a hodnotení čiastkových a finálnych výsledkov.

VÝSLEDKY

Kazuistika č. 1 – dekubit na päte pravej nohy

86-ročná pacientka v dopoludňajších hodinách spadla v domácnosti, v bezvedomí nebola, lekárske ošetrenie nevyhľadala. Po dvoch dňoch si pacientkina dcéra pri návšteve všimla studenú a livídnu ľavú dolnú končatinu. Prevezená na vyšetrenie do cievnej ambulancie na Kliniku cievnej chirurgie, kde bola pacientka urgentne hospitalizovaná. Zistený nástenný trombus na zadnej strane brušnej aorty a bola vykonaná trombektómia. Následne bola pacientka preložená na Oddelenie dlhodobó chorých (ODCH), kde po niekoľkých dňoch došlo v dôsledku pooperačne značne redukovanej mobility pacientky a ďalších okolností k vytvoreniu dekubitu na päte pravej nohy (Obr.1).

Anamnéza: embólia a trombóza tepien dolných končatín, ischemická choroba srdca, artériová hypertenzia III. stupňa, hypokaliémia, osteoporóza, proteínovo-energetická podvýživa.

Vyšetrenie rany

Lokalizácia rany: dekubit IV. stupňa na pravej päte, rozmery rany: 4 x 6 cm, hĺbka 1,5 cm, okraje rany nepravidelné, okolie rany mierne inflamované, bolestivé, mierny edém. Spodina rany povlečená fibrínom, prítomnosť devitalizovaného (odumretého) tkaniva, prítomnosť nekrotického tkaniva, prítomný mierny exsudát bez zápachu.

Obr. 1: Dekubit na pravej päte na začiatku liečby



Obr. 2: Kontrolný nález po 4 mesiacoch



Terapia dekubitu

Pri preväzoch opakovane vykonaný chirurgický debridement, pri ktorom bolo odstránené devitalizované a nekrotické tkanivo spolu s biofilmom. Rana oplachovaná oplachovým roztokom s obsahom kyseliny chlórnej, chloridu a chlórnanu sodného, ktorý je využívaný na čistenie chronických rán, čím zabraňuje infekcii rany. Na ranu aplikovaný amorfný gél na vodnej báze (hydrogél) s obsahom Ringerovho roztoku, ktorý rehydratuje a dodáva dôležité ióny do prostredia rany. Rana krytá v prvej vrstve hydrovláknovým obväzom s obsahom striebra, ktorý sa využíva pri ranách s rizikom vzniku infekcie, infikovaných ranách a na účinné zničenie biofilmu. Rana následne definitívne krytá silikónovým penovým obväzom, ktorý je priľnavý a má vysokú absorpčnú schopnosť. Preváz rany bol vykonávaný každých 48 hodín.

Kontrolný nález po 3 týždňoch terapie

Stagnácia terapie, preto bol odobratý ster na mikrobiologické kultivačné vyšetrenie a vyšetrenie citlivosti na antibiotiká (K+C). Výsledok steru bol pozitívny, nález prítomnosti *Staphylococcus epidermidis*, preto bol do liečby pridaný ciprofloxacín, ktorý bol aplikovaný lokálne na ranu pri každom preväze. Antibiotiká boli aplikované navlhčením hydrovláknového obväzu so striebrom s následným prekrytím rany

silikónovým penovým obväzom. Preväzy boli od tohto momentu vykonávané intenzifikovane, každých 24 hodín.

Po 14 dňoch od zmeny terapie bol vykonaný kontrolný ster na K + C, ktorý bol negatívny na prítomnosť baktérií.

Po 4 mesiacoch liečby dekubitu IV. stupňa (Obr.2) sme pozorovali výrazné zlepšenie. Okraje rany boli neinflamované, nebolestivé a bez opuchu. Spodina rany bola čistá, bez prítomnosti biofilmu a nekrotického tkaniva. Kontrolné stery na K+C boli negatívne a rana sa zmenšila na rozmery 2 x 2 cm a hĺbka na 0,5 cm.

Kazuistika č. 2 – vred predkolenia

74-ročná pacientka bola odoslaná všeobecným lekárom do chirurgickej ambulancie v dôsledku silnej bolesti pravej dolnej končatiny v oblasti predkolenia. Z anamnézy pacientky vyplynulo, že má stanovenú diagnózu chronickej venózne insuficiencie. Po vyšetrení pacientky bol potvrdený aktívny vred predkolenia (Obr. 3). Manažment a terapia tohto vredu predkolenia bola vykonávaná ambulantnou cestou.

Anamnéza: Chronická venózna insuficiencia, arteriálna hypertenzia III. stupňa, ischemická choroba srdca, osteoporóza, Parkinsonova choroba, glaukóm.

Obr. 3: Vred pravého predkolenia na začiatku liečby



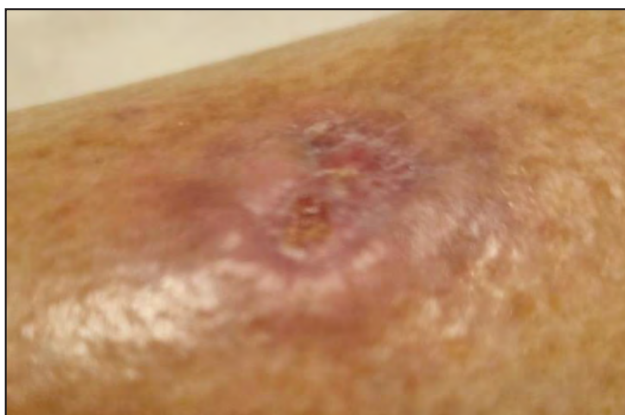
Vyšetrenie rany

Lokalizácia rany: aktívny vred predkolenia (C6), rozmery rany: 4 x 4,5 cm, okraje rany nepravidelné, okolie rany inflamované, bolestivé, bez opuchu, spodina rany povlečená fibrínom, bez nekrotického tkaniva, mierny exsudát, zápachajúci defekt.

Terapia

Oplachový roztok s obsahom polyhexanidu a poloxaméru, ktorý pôsobí antimikrobiálne a znižuje povrchové napätie. Hydrogél obsahujúci polymérnu sieť, ktorý vytvára vlhké prostredie a podporuje granuláciu, znižuje sekréciu a vytvára ochrannú vrstvu. Sterilný masťový tyl tvorený hladkými vláknami a impregnovaný neutrálnou masťou, zlepšuje účinky aplikovaného hydrogélu. Penový hydropolymérny obväz impregnovaný gélom, ktorý zlepšuje hojenie vo fáze granulácie a epitelizácie. Preväz vykonávaný každých 48 hodín.

Obr. 4: Kontrolný nález po 4 mesiacoch



Kontrolný nález po 20 dňoch

Ster pozitívny na *Staphylococcus epidermidis*, preto bol na základe výsledkov K + C do liečby pridaný chlomfenikol, nariadený a aplikovaný lokálne do rany. Preväz vykonávaný každých 24 hodín. Po 10 dňoch vykonaný kontrolný ster, ktorý bol negatívny.

Po 4 mesiacoch liečby vredu predkolenia (Obr. 4) sme pozorovali výrazné zlepšenie. Na začiatku liečby bolo hojenie v zápalovej fáze a po 4 mesiacoch terapie bola rana neinflamovaná, nebolestivá, bez prítomnosti exsudátu a zápachu. Spodina rany neobsahovala devitalizované tkanivo ani biofilm. Kontrolné stery na K + C boli negatívne a rana sa zmenšila na rozmery 0,9 cm x 1,2 cm. Mohli sme pozorovať výraznú remodelačnú fázu.

Kazuistika č. 3 – chronická rana v dôsledku diabetes mellitus

73-ročný pacient je v dispenzárnej starostlivosti diabetológa kvôli dlhotrvajúcemu *diabetu mellitu* II. typu. Pacient bol prijatý na chirurgickú kliniku v dôsledku zhoršeného lokálneho nálezu chronickej rany po amputácii prstov ľavej dolnej končatiny (Obr. 5). Amputácia bola vykonaná v roku 2023 z dôvodu nehojaceho sa diabetického defektu. Ani po dlhodobej ambulantnej terapii a využití viacerých materiálov a metód nenastalo zlepšenie diabetického defektu a makrovaskulárne chronické komplikácie vyústili do gangrény a bola nutná amputácia.

Anamnéza: *Diabetes mellitus* II. typu, ischemická choroba dolných končatín, hyperlipidemia, retinopatia, hyperplázia prostaty.

Medikamentózna liečba: Inzulín-listro 40 jednotiek, Ginkgo biloba 120 mg 1 x denne, Kyselina tioktová 600 mg 1 x denne, Diosmín a hesperidin 500 mg 2 x denne, Amlodipín 5 mg 1 x denne, Ezetimid a atorvastatin 10 mg/40 mg 1x denne, Silymarin 150 mg 3 x denne, Tamsulosín 0,4 mg 1 x denne, Sulodexid 1 x denne, Alfakalcidol 1 ug 1 x denne.

Vyšetrenie rany

Lokalizácia rany: chronický defekt po amputácii prstov ľavej dolnej končatiny, rozmery rany: 6 x 1,5

Obr. 5: Iniciácia liečby chronickej rany po amputácii



Obr. 6: Kontrolný nález po 7 mesiacoch



cm, hĺbka 3,5 cm, okraje rany nepravidelné, okolie rany neinflamované, bolestivé, bez opuchu, spodina rany mierne povlečená s prítomnosťou nekrotického tkaniva, exsudát nie je prítomný, bez zápachu.

Terapia po amputácii: Pravidelné čistenie rany oplachovým roztokom s obsahom polyhexanidu a undecylenamidopropylbetaínu. Priľnavý hydrokoloidný obväz s polopriepustnou vrstvou z polyuretánu, ktorý znižuje riziko infekcie a vytvára vhodné prostredie čím urýchľuje hojenie rán.

Výsledok liečby po amputácii: Ambulantná terapia bola neúspešná v dôsledku opakovanej tvorby nekrotického tkaniva, potrebná zmena terapie. Ster pozitívny na *Pseudomonas aeruginosa*.

Novozvolená terapia: Vykonaná nekrektómia (odstránenie odumretého alebo poškodeného tkaniva) a chirurgický debridement rany po amputácii. Oplachový roztok s obsahom polyhexanidu a poloxaméru, ktorý pôsobí antimikrobiálne a pomáha tvorbe biofilmu. Manukový med u ktorého bola v štúdiách preukázaná aktivita proti *Pseudomonas aeruginosa* a ktorý podporuje granuláciu tkaniva.

Alginátový obväz, ktorý sa využíva pri infikovaných ranách a pri ranách s prítomnosťou nekrotického tkaniva, podporuje autolytický debridement. Silikónový penový obväz, ktorý je priľnavý a jeho použitie znižuje riziko macerácie okrajov. Preväz vykonávaný každých 48 hodín. Kontrolný nález vidíme na Obr. 6.

Kazuistika č. 4

Diabetický pacient bol prijatý na Chirurgickú kliniku pre diabetickú gangrénu I. a II. prsta ľavej nohy a absces tiahnucci sa od nekrotických prstov pozdĺž chodidla až takmer k päte s prítomnou flegmónou chodidla. Bola vykonaná amputácia I. a II. prsta ľavej nohy, incízia planty ľavej nohy, evakuácia abscesu a rana bola ponechaná na sekundárne hojenie. Po preliečení i. v. antibiotikami a pravidelných prevážoch, bol pacient na 7. pooperačný deň prepustený do ambulantnej starostlivosti. Na 26. pooperačný deň bol pacient odoslaný ambulantným chirurgom pre nehojacu sa ranu na chirurgickú kliniku za účelom ďalšej terapie (Obr. 7). Pacient bol hospitalizovaný za účelom chirurgickej liečby a podania i. v. antibiotík.

Anamnéza: *Diabetes mellitus* II. typu, artérová hypertenzia III. stupňa, ischemická choroba srdca, nefropatia, slepota.

Vyšetrenie rany: chronická rana po amputácii I. a II. prsta ľavej nohy, rana tiahnucci sa pozdĺž celého chodidla až takmer k päte, okraje rany nepravidelné, okolie rany inflamované, bolestivé. Spodina rany výrazne povlečená fibrínom, miestami krvácajúca, bez nekrotického tkaniva, exsudát prítomný, zápachajúca rana.

Terapia chronickej rany po amputácii

Vykonaný výplach rany oplachovým roztokom s obsahom polyhexanidu a undecylenamidopropylbetaínu, vykonaný masívny chirurgický debridement.

Obr. 7: Začiatok liečby nehojacej sa rany po amputácii



Obr. 8: Kontrolný nález po 15 dňoch



Pacientovi empiricky nasadené i. v. antibiotiká, do rany inštalovaný V.A.C. systém s výmenou každé 3 – 4 dni.

Spočiatku zaznamenaná vyššia produkcia exsudátu z rany, po prvom preväze sekrécia výrazne ustúpila. Prvý preväz realizovaný po 3 dňoch, druhý preväz realizovaný po ďalších 4 dňoch.

Po 15 dňoch terapie (Obr. 8) rana granulovala od spodiny, bola čistá, výter K+C bol negatívny. Pacient bol prepustený do starostlivosti ambulantného chirurga s následnou aplikáciou vlhkej terapie s doporučením pravidelných preväzov. Pacient je sledovaný a rana sa hojí *per secundam intentionem*.

DISKUSIA

Hojenie rán zahŕňa dôležité procesy a viacero navzájom prebiehajúcich fáz ako sú hemostáza, zápal, epitelizácia a remodelácia. Výsledkom hojenia rán je obnovenie anatomických a funkčných vlastností kože, ktoré ovplyvňujú faktory ako pokročilý vek, imunosupresia, diabetes mellitus, ťažká anémia, nedostatočné prekrvenie tkaniva, ranová infekcia, neuropatia alebo hypoxia (Kolahreza et al., 2024).

Pri liečbe dekubitu IV. stupňa v prvej kazuistike sme využili kombináciu hydrogélu, hydrovláknového obväzu s obsahom striebra a silikónového penového obväzu. Pred začiatkom aplikácie týchto materiálov bol vykonaný chirurgický debridement, ktorým sa

odstránilo devitalizované tkanivo a biofilm. Debridement je kľúčovým procesom prípravy lôžka rany, čo môže urýchliť proces hojenia. Wilcox et al. (2013) publikovali štúdiu, ktorej súčasťou bola analýza veľkého súboru údajov o ranách, v ktorej bolo zahrnutých 312 744 rán. Väčšina z týchto rán boli diabeticke vredy, venózne vredy a dekubity. Medián veku bol 69 rokov, pričom 59,2 % pacientov malo aspoň jednu ranu. Výsledkom štúdie bolo zahojenie 70,8 % rán a rany, u ktorých bol vykonávaný týždenný alebo častejší debridement sa zahojili za kratší čas. Medián času hojenia chronických rán pri týždennom alebo častejšom debridemente bol 21 dní v porovnaní s vykonaním debridementu v 2-týždňových intervaloch, kde medián času hojenia sa zvýšil na 64 – 76 dní. Hydrogély sú dôležité pri podpore hojenia rán a udržiavania vlhkého prostredia v rane, zlepšujú autolytický debridement a podporujú granuláciu a reepitelizáciu. Existuje veľké množstvo amorfných hydrogelov alebo hydrogelových obväzov, ktoré sa využívajú v terapii chronických rán, ale v dnešnej dobe prebieha ďalší vývoj nových preparátov, ktoré by zlepšili vlastnosti hydrogelov a to antimikrobiálnu aktivitu, schopnosť vaskularizácie, adhezivitu a antioxidačné účinky (Firlar et al., 2022). Hydrogél sme využili aj pri liečbe venózneho vredu v kazuistike č. 2. Hydrovláknový obväz sme pri liečbe tohto dekubitu použili s cieľom udržania vlhkého prostredia a absorpcie exsudátu. Tieto účinky hydrovláknového obväzu uľahčili auto-

lytický debridement a ióny striebra v obvaze pôsobili antimikrobiálne a znižovali tvorbu biofilmu. Carrere et al. (2021) publikovali štúdiu, v ktorej zhromaždili údaje o 615 akútnych ranách a 478 chronických ranách rôznej etiológie. Rany boli ošetrované hydrovláknovým obvazom a po 14 dňoch liečby sa 88,1 % rán zlepšilo alebo zahojilo. Bolo pozorované zmenšenie rany a granulácia, pričom sa preukázala vysoká úroveň spokojnosti z pohľadu lekárov aj pacientov. Ďalšie skúmanie údajov poukázalo na zlepšenie alebo zahojenie 109 rán zo 134 rán, ktoré vznikli viac ako 100 dní pred prieskumom a 74 rán z 94 rán, ktoré vznikli viac ako 200 dní pred prieskumom. Ďalšia štúdia, ktorú publikovali Chou et al. (2023) poukazuje na jednoduchú a bezbolestnú aplikáciu hydrovláknových obvazov a dobrú toleranciu v rámci každodennej starostlivosti o rany hlavne u starších pacientov s priemerným vekom 83 rokov, čím sa zlepšil manažment a adherencia k liečbe. U našej pacientky bola preukázaná dobrá tolerancia hydrovláknového obvazu a pozitívna adherencia k liečbe, ale dekubit IV. stupňa sa hojil viac ako 4 mesiace z dôvodu komplikácií – tvorby nekrotického tkaniva a rozvoja infekcie spôsobenej *Staphylococcus epidermidis*. U pacientky s dekubitom IV. stupňa bol využitý aj silikónový penový obväz, ktorý sme využili aj u pacientky s venóznym vredom v kazuistike č. 2 a u pacienta s chronickým defektom po amputácii prstov ľavej dolnej končatiny v kazuistike č. 3. Tento penový obväz sme v terapii zvolili pre jeho schopnosť absorbovať exsudát a pre jeho jednoduchú aplikáciu a bezbolestnú výmenu. Využili sme aj jeho ochranné vlastnosti proti mikroorganizmom a jeho priedušnosť. Štúdia publikovaná autormi Colboc et al. (2024) poukazuje na primárne použitie penového obvazu v terapii chronických rán, v ktorej bolo zahrnutých 64 pacientov. Väčšina rán sledovanej skupiny boli nehojace sa defekty so zlým manažmentom terapie. V mediáne 22,5 dní od začiatku liečby sa 48,4 % rán úplne zahojilo a u 25 % rán došlo k zlepšeniu. V štúdii bolo pozorované významné zníženie tvorby exsudátu, zlepšenie okrajov rany a kože v okolí rany a u 62,3 % pacientov bola pri poslednej kontrole zaznamenaná reepitelizácia. Auto-

ri Ranire-Maguire et al. (2025) posudzovali bezpečnosť a účinnosť viacvrstvomého penového obvazu pri liečbe ťažko sa hojajúcich rán konkrétne arteriálnych vredov, diabetických vredov a dekubitov. Do štúdie bolo zahrnutých 90 pacientov so 109 ranami. Zmenšenie veľkosti rany bolo v 4. týždni o 47,88 % a v 12. týždni 93,75 %. Úplné zahojenie rany do 12. týždňa bolo pozorované u 39,45 % rán a počas sledovaného obdobia a aplikácie penových obvazov, boli hlásené len 2 nežiadúce reakcie. Zdravotnícky personál pozitívne hodnotil prácu s penovým obvazom, jednoduchú aplikáciu a odstránenie obvazu a manažment exsudátu. U pacienta s chronickou ranou po amputácii ľavej dolnej končatiny bol využitý manukový med a alginátový obväz. Manukový med bol použitý hlavne kvôli jeho antibakteriálnej aktivite, schopnosti inhibovať tvorbu biofilmu a lokálne vyživovať ranu. Alginátový obväz udržiaval vlhké prostredie v rane, uľahčoval autolytický debridement a podporoval granuláciu. Jeho výhodou bolo, že sa dá využiť aj pri infikovaných ranách a ranách s prítomnosťou nekrotického tkaniva. Hewett et al. (2022) skúmali účinky medu na prežívanie mikroorganizmov *Streptococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* a iných. V štúdii bolo zistené, že *Streptococcus aureus* a *Pseudomonas aeruginosa* sú najcitlivejšími kmeňmi na med, zatiaľ čo *Enterobacter aerogenes* a *Klebsiella pneumoniae* sú najodolnejšími mikroorganizmami. Štúdia poukazuje na to, že rôzne druhy medu v relatívne nízkych koncentráciách (15 – 25 %) inhibujú klinicky rezistentné druhy mikroorganizmov a vďaka nízkej koncentrácii sa med dá použiť aj pri liečbe silno secerňujúcich rán. V ďalšej štúdii (Mukhopadhyay et al., 2020) je popísaná kombinácia medu s alginátovým obvazom využívaná pri liečbe rán. Koncentrácie medu sa v tejto štúdii pohybovali od 2 – 10 %. Táto kombinácia zabezpečila lepšiu adhéziu, proliferáciu a rast buniek a celkovo urýchlila hojenie. Do 12. dňa od začiatku liečby 4 % rán dosiahli 94,56 % kontrakciu bez výrazného zjazvenia. V štúdii bol preukázaný synergický účinok medu a alginátových obvazov a ich účinnosť pri podpore hojenia a rýchlejšieho uzatvorenia

rán (Saco et al., 2016). Ďalšia štúdia poukázala na účinky alginátových obväzov v porovnaní s konvenčnými obväzmi u 95 pacientov. U pacientov, ktorým boli aplikované alginátové obväzy počas 12 týždňov sa dosiahlo u 89 % rán úplné zahojenie a čas hojenia bol významne kratší ako v porovnávacej skupine (v priemere o 8 dní). Bola hlásená nižšia bolestivosť pri výmene obväzov a frekvencia výmeny obväzov bola minimalizovaná na dve výmeny týždenne. V ka-
zuistike č. 4 sme bola použitá metóda podtlakovej terapie, ktorá sa využíva kvôli jej pozitívnym účinkom na hojenie rán (Burhan et al., 2022). Autori zhrnuli celkovo 15 článkov s 3599 pacientmi, ktorí mali chronické rany. Bol preukázaný významný pozitívny vplyv NPWT na hojenie chronických rán. Medzi hlavné účinky NPWT patrilo zníženie miery infekcie, kontrola zápalu, redukcia opuchu a zníženie tvorby exsudátu. Do ďalšej štúdie publikovanej autormi (Ali et al., 2015) bolo zaradených 60 pacientov vo veku 40 – 70 rokov a porovnávala sa účinnosť NPWT a konvenčných obväzov v liečbe chronických rán diabetických pacientov. NPWT bolo aplikované od 2 do 7 týždňov a za úspešný bod terapie bola považovaná rana bez výtoky, s prítomnosťou granulačného tkaniva a pripravená na sekundárne hojenie. Následne boli pacienti pozorovaní ešte 6 mesiacov. Granulačné tkanivo bolo pri terapii NPWT prítomné u 73 % pacientov do 2 týždňov a do 7 týždňov u 100 % pacientov. V skupine s využitými konvenčnými obväzmi bolo granulačné tkanivo prítomné u 63 % pacientov v 7. týždni. Zmenšenie rany s použitím NPWT bolo o 56 %, zatiaľ čo u konvenčných obväzov len o 29 %.

ZÁVER

Záverom môžeme konštatovať variabilitu v typoch rán a s tým súvisí aj výber terapie. V našej práci sme popísali súčasné možnosti liečby, poukázali sme na to, ako sú rany komplexné a ku každej treba pristupovať v kontexte efektívnej terapie individuálne. Naše výsledky terapie a výber metód a materiálov sme porovnali aj s publikáciami iných autorov a môžeme

konštatovať, že výsledky sa zhodovali a výber terapie bol správny.

Konflikt záujmov

Autori pre túto štúdiu neudávajú konflikt záujmov.

Použitie nástrojov umelej inteligencie

Autori nepoužili nástroje generatívnej umelej inteligencie.

Etické aspekty

Štúdia bola vykonaná v súlade so všetkými etickými predpismi potrebnými pre jej vypracovanie.

Financovanie

Na túto štúdiu nebolo potrebné financovanie.

Príspevky autorov

Lazorčáková P.: Písanie a úprava pôvodného textu, spracovanie dát, fotografie. Beňová K.: konceptualizácia, metodológia, príprava článku, vizualizácia textu, revízia rukopisu. Gajdzik T.: kontakt s pacientami. Autori súhlasili s publikovaním rukopisu.

ZOZNAM LITERATÚRY

Ali, Z., Anjum, A., Khurshid, L., Ahad, H., Maajid, S., Dhar, S. A.: Evaluation of low-cost custom made VAC therapy compared with conventional wound dressings in the treatment of non-healing lower limb ulcers in lower socio-economic group patients of Kashmir valley. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 2015, 10, (1), 183. DOI:10.1186/s13018-015-0314-5

Burhan, A., Ali Khusein, N. B., Sebayang, S. M.: Effectiveness of negative pressure wound therapy on chronic wound healing: A systematic review and meta-analysis. *Belitung Nursing Journal*, 2022, 8, (6), 470 – 480. DOI:10.33546/bnj.2220

Carrere, C., Nghi, J., Duchier, A., Hachette-Gustin, H., Vasseur, N., Charvet, V., Tahar-Chaouch, F., Zaoui, A., Deltour, N., Yvon, C.: Communi-

ty setting survey evaluating AQUACEL dressings. *Journal of Wound Care*, 2021, 30, (9), 763 – 774. DOI:10.12968/jowc.2021.30.9.763

Colboc, H., Ayoub, N., Pegalajar-Jurado, A., Schueller, R., Armstrong, F.: Performance of a silicone foam dressing in management of wounds in a community setting: a sub-analysis of the VIPES study. *Journal of Wound Care*, 2024, 33, (8), 542 – 553. DOI:10.12968/jowc.2024.0122

Firlar, I., Altunbek, M., Mccarthy, C., Ramalingam, M., Camci-Unal, G.: Functional Hydrogels for Treatment of Chronic Wounds. *Gels*, 2022, 8, (2), 127. DOI:10.3390/gels8020127

Hewett, S., R., Crabtree, S. D., Dodson, E., Rieth, C. A., Tarkka, R. M., Naylor, K.: Both Manuka and Non-Manuka Honey Types Inhibit Antibiotic Resistant Wound-Infecting Bacteria. *Antibiotics*, 2022, 11, (8), 1132. DOI:10.3390/antibiotics11081132

Chou, S.-P., Yen, Y.-H., Tseng, Y.-T., Chen, Ch.-P., Ke, H.-H., Lee, Y.-K., Su, Y.-Ch., Hsu, H.: Multi-disciplinary management of type 1 and 2 skin tears using a silver-based hydrofiber dressing. *Medicine*, 2023, 102, (37), e35112. DOI:10.1097/MD.00000000000035112

Kolahreez, D., Ghasemi-Mobarakeh, L., Liebner, F., Alihosseini, F., Quartinello, F., Guebitz, G. M., Ribitsch, D.: Approaches to Control and Monitor Protease Levels in Chronic Wounds. *Advanced Therapeutics*, 2024, 7, (5). ISSN 2366-3987, 2366-3987. DOI:10.1002/adtp.202300396. Accessed May 1, 2025

Mukhopadhyay, A., Rajput, M., Barui, A., Chatterjee, S. S., Pal, N. K., Chatterjee, J., Mukherjee, R.: Dual cross-linked honey coupled 3D antimicrobial alginate hydrogels for cutaneous wound healing. *Materials Science and Engineering: C*, 2020, 116, 111218. DOI:10.1016/j.msec.2020.111218

Ranire-Maguire, M., Caprioli, R., Taylor, C., Rodger, R., Thomas, A., Oropallo, A.: Use of a next-generation multilayered foam dressing in hard-to-heal wounds: a prospective, multicentre study. *Journal of Wound Care*, 2025, 34, (2), 154 – 162. DOI:10.12968/jowc.2024.0416

Rodríguez-Acosta, H., Tapia-Rivera, J. M., Guerrero-Guzmán, A., Hernández-Elizarráz, E., Hernández-Díaz, J. A., Garza-García, J. J. O., Pérez-Ramírez, P. E., Velasco-Ramírez, S. F., Ramírez-Anguiano, A. C., Velázquez-Juárez, G., Velázquez-López, J. M., Sánchez-Toscano, Y. G., García-Morales, S., Flores-Fonseca, M. M., García-Bustos, D. E., Sánchez-Chiprés D. R., Zamudio-Ojeda, A.: Chronic wound healing by controlled release of chitosan hydrogels loaded with silver nanoparticles and calendula extract. *Journal of Tissue Viability*, 2022, 31, (1), 173 – 179. DOI:10.1016/j.jtv.2021.10.004

Saco, M., Howe, N., Nathoo, R., Cherpelis, B.: Comparing the efficacies of alginate, foam, hydrocolloid, hydrofiber, and hydrogel dressings in the management of diabetic foot ulcers and venous leg ulcers: a systematic review and meta-analysis examining how to dress for success. *Dermatology Online Journal*, 2016, 22, (8). DOI:10.5070/D3228032089. Accessed May 4, 2025

Shi, S., Wang, L., Song, Ch., Yao, L., Xiao, J.: Recent progresses of collagen dressings for chronic skin wound healing. *Collagen and Leather*. 2023, 5, (1), 31. DOI:10.1186/s42825-023-00136-4

Wilcox, J. R., Carter, M. J., Covington, S.: Frequency of Debridements and Time to Heal: A Retrospective Cohort Study of 312 744 Wounds. *JAMA Dermatology*, 2013, 149, (9), 1050. DOI:10.1001/jamadermatol.2013.4960



PÔVODNÁ ŠTÚDIA

OBEZITA AKO VÝZNAMNÝ RIZIKOVÝ FAKTOR *DIABETES MELLITUS* 2. TYPUOBESITY AS A SIGNIFICANT RISK FACTOR FOR TYPE 2 *DIABETES MELLITUS*Štupáková Laura¹, Galajda Richard^{2*}, Dravecká Ingrid³, Paľko Miroslav³¹Lekárneň BENU 845, Trolejbusová 1, Košice; ²Katedra biológie a fyziológie, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach; ³I. interná klinika, Lekárska fakulta, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Trieda SNP 1, Slovenská republika OPEN ACCESS*Korešpondenčný autor: richard.galajda@uvlf.sk**Citovanie:** Štupáková, L., Galajda, R., Dravecká, I., Paľko, M.: Obezita ako významný rizikový faktor diabetes mellitus 2. typu. *Folia Pharmaceutica Cassoviensia*, 2026, 8 (2), 74 – 81.**Prijaté:** 12.05.2026**Akceptované:** 28.05.2026**Publikované:** 30.6.2026**Copyright:** Štupáková, L., Galajda, R., Dravecká, I., Paľko, M. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.**Etické aspekty:** Pri popise experimentov vykonávaných na zvieratách sa uvádza, či boli schválené etickou komisiou a či boli dodržané príslušné aktuálne legislatívne opatrenia, ktoré sa vzťahujú na túto oblasť ako aj číslo povolenia Štátnej veterinárnej a potravinovej správy SR. Pri klinických štúdiách sa uvádza, či boli schválené príslušnou etickou komisiou.

ABSTRAKT

Obezita je jedným z najdôležitejších modifikovateľných rizikových faktorov diabetu 2. typu a jej rastúca prevalencia predstavuje závažný problém verejného zdravia. Cieľom praktickej časti výskumu bolo posúdiť obezitu v kontexte diabetu 2. typu z klinického aj preventívneho hľadiska a porovnať zistenia z dvoch komplementárnych prostredí: diabetologickej ambulancie a verejnej lekárne. Metodika pozostávala z dotazníkového prieskumu, ktorý sa uskutočnil v dvoch častiach.

V prvej časti bol použitý autorom navrhnutý štruktúrovaný dotazník u 100 pacientov s diagnostikovaným diabetom 2. typu sledovaných v ambulancii diabetológie a metabolických porúch. Do druhej časti bolo zahrnutých 100 respondentov bez známej diagnózy diabetu 2. typu; absolvovali preventívne biochemické vyšetrenia vo verejnej lekární a vyplnili štandardizovaný skriningový dotazník FINDRISC na odhad 10-ročného rizika vzniku diabetu 2. typu. Výsledky ukázali vysokú prevalenciu nadváhy a obezity v oboch študijných skupinách. V klinickej kohorte malo 83 % respondentov BMI ≥ 25 kg/m²; Vysoké kardiometabolické riziko podľa obvodu pásu bolo prítomné u 72 % a vysoké riziko podľa pomeru pásu k výške u 52 % respondentov. V skriningovej kohorte malo 77 % respondentov BMI ≥ 25 kg/m² a 18 % dosiahlo stredné alebo vysoké riziko vzniku diabetu mellitus 2. typu podľa FINDRISC. Zistenia potvrdzujú dôležitosť obezity ako dominantného rizikového faktora pre *diabetes mellitus* 2. typu a zdôrazňujú hodnotu skriningu v komunitných lekárnach ako nástroja na včasnú identifikáciu rizikových jedincov a podporu preventívnych intervencií v praxi.

Kľúčové slová: *diabetes mellitus* 2. typu; FINDRISC; obezita; prevencia; verejná lekáreň

ABSTRACT

Obesity is one of the most important modifiable risk factors for type 2 *diabetes mellitus*, and its increasing prevalence represents a major public health concern. The aim of the practical part of the research was to assess obesity in the context of type 2 *diabetes mellitus* from both clinical and preventive perspectives and to compare findings from two complementary settings: a diabetology outpatient clinic and a community pharmacy. The methodology consisted of a questionnaire-based survey conducted in two parts. In the first part, an author-designed structured questionnaire was used in 100 patients with diagnosed type 2 *diabetes mellitus* followed in a diabetology and metabolic disorders outpatient clinic. In the second part, 100 respondents without a known diagnosis of type 2 *diabetes mellitus* were included; they underwent preventive biochemical examinations in a community pharmacy and completed the standardized FINDRISC screening questionnaire to estimate the 10-year risk of developing type 2 *diabetes mellitus*. The results showed a high prevalence of overweight and obesity in both study groups. In the clinical cohort, 83% of respondents had BMI ≥ 25 kg/m²; high cardiometabolic risk according to waist circumference was present in 72% and high risk according to waist-to-height ratio in 52% of respondents. In the screening cohort, 77% of respondents had BMI ≥ 25 kg/m² and 18% reached a moderate or high risk of developing type 2 *diabetes mellitus* according to FINDRISC. The findings confirm the importance of obesity as a dominant risk factor for type 2 *diabetes mellitus* and highlight the value of community pharmacy-based screening as a tool for early identification of at-risk individuals and support of preventive interventions in practice.

Key words: community pharmacy; FINDRISC; obesity; prevention; type 2 *diabetes mellitus*

ÚVOD

Obezita (OB) v súčasnosti patrí medzi významné verejno-zdravotné výzvy moderného sveta. Jej výskyt sa kontinuálne zvyšuje vo všetkých vekových skupinách, v rozvinutých aj rozvojových krajinách, a predstavuje závažný problém nielen z pohľadu jednotlivca, ale aj z hľadiska zdravotníckych systémov. Svetová zdravotnícka organizácia (WHO) definuje OB ako patologickú nadmernú akumuláciu telesného tuku, ktorá predstavuje riziko pre zdravie (WHO, 2021). Hoci sa často zjednodušene spája len so zvýšenou telesnou hmotnosťou, ide o komplexné chronické ochorenie, ktoré vzniká v dôsledku vzájomného pôsobenia genetických, metabolických, behaviorálnych, sociálnych a environmentálnych faktorov (Fábryová, Holéczy a kol., 2019). K najčastejším zdravotným dôsledkom OB patrí *diabetes mellitus* 2. typu (DM2T), súbor metabolických ochorení spojených s poruchou sekrécie inzulínu, inzulínovou rezistenciou (IR) a chronickou hyperglykémiou. Vzťah medzi OB a DM2T je mimoriadne úzky a v klinickej praxi sa označuje pojmom diabezita (Fábryová, Holéczy a kol., 2019). OB je považovaná za dominantný modifikovateľný rizikový faktor (RF) vzniku DM2T, pričom v európskom regióne podmieňuje vznik približne 80 % prípadov tohto ochorenia (Fábryová, Holéczy a kol., 2019). Podľa Medzinárodnej diabetologickej federácie (IDF) žilo v roku 2021 vo svete 537 miliónov ľudí s diabetom a do roku 2045 sa očakáva nárast na viac ako 780 miliónov (IDF, 2021). Patofyziologické prepojenie OB a DM2T je komplexné. Nadmerné množstvo tukového tkaniva, predovšetkým viscerálneho, sa podieľa na vzniku IR, chronického subklinického zápalu a ďalších patofyziologických mechanizmov, ktoré vedú k rozvoju DM2T (Fábryová, Holéczy a kol., 2019). Tukové tkanivo sa v súčasnosti nepovažuje len za pasívny zásobník energie, ale za aktívny endokrinný orgán, ktorý produkuje široké spektrum biologicky aktívnych látok, najmä adipokí-

nov, podieľajúcich sa na regulácii energetickej homeostázy, inzulínovej senzitivity a zápalových procesov (Pogodziński et al., 2022). Pri OB dochádza k dysfunkcii adipocytov, abnormálnej sekrécii adipokínov a prozápalových cytokínov, čím sa podporuje rozvoj metabolických porúch a IR (Fábryová, Holéczy a kol., 2019; Blüher, 2022). Osobitný význam má viscerálny tuk, ktorý je metabolicky aktívnejší ako subkutánny a jeho nadbytok je spojený s vyšším rizikom kardio-metabolických ochorení (Luo et al., 2025). Nedostatočná kapacita tukového tkaniva ukladať a mobilizovať energiu vedie k ektopickému ukladaniu tuku v netukových tkanivách, čo je spojené s multiorgánovou IR a s rozvojom prozápalového a proaterogénneho stavu (Fábryová a kol., 2023). IR tak predstavuje fundamentálny patofyziologický mechanizmus spájajúci OB s rozvojom DM2T. Dôsledkom IR je zhoršené vychytávanie glukózy v periférnych tkanivách, zvýšená hepatálna produkcia glukózy a kompenzačná hyperinzulinémia, ktorá v dlhodobom horizonte vedie k dysfunkcii β -buniek pankreasu a manifestácii DM2T (Cavaliere et al., 2023). Vzhľadom na rastúcu prevalenciu oboch diagnóz a ich výrazný dopad na zdravotný stav populácie je dôležité dôkladne porozumieť ich vzájomnému vzťahu, ako aj možnostiam prevencie, včasného skríningu a intervencie. Mimo-riadny význam má identifikácia rizikových osôb ešte pred manifestáciou DM2T, pričom v tomto procese môže zohrávať dôležitú úlohu aj verejná lekáreň ako dostupné miesto prvého kontaktu so zdravotníckym systémom. Súčasné odporúčania zároveň zdôrazňujú, že redukcia telesnej hmotnosti patrí medzi základné piliere prevencie a liečby DM2T a môže viesť k zlepšeniu inzulínovej senzitivity, glykemickej kompenzácie a celkového kardiometabolického profilu (Swift et al., 2018; ADA, 2024).

MATERIÁL A METÓDY

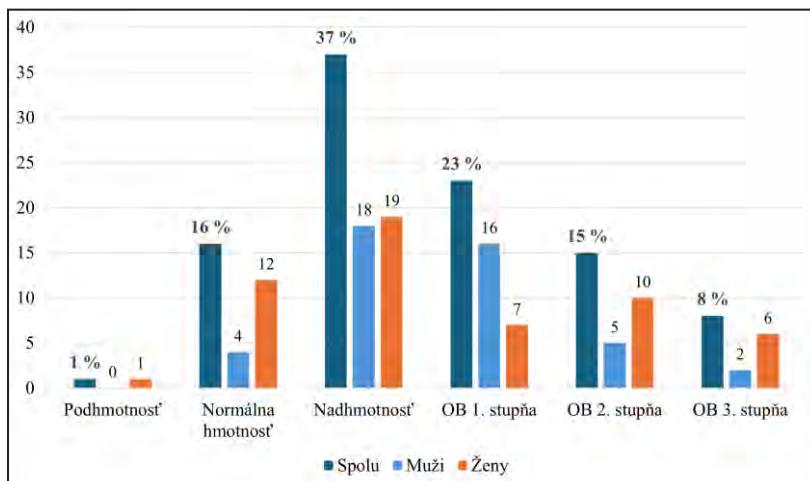
Praktickú časť sme realizovali ako neintervenčný výskum formou dotazníkového prieskumu. Výskum pozostával z dvoch vzájomne sa dopĺňajúcich častí zameraných na posúdenie vzťahu medzi OB a DM2T v

klinickom aj preventívnom kontexte. Údaje sme zbierali anonymne na základe dobrovoľnej účasti pacientov. Výskum sme uskutočnili so súhlasom príslušných pracovísk a v súlade s etickými princípmi zdravotníckej praxe. Prvú časť výskumu sme realizovali v Ambulancii diabetológie a porúch metabolizmu I. internej kliniky UNLP v Košiciach pod odborným dohľadom doc. MUDr. Ingrid Draveckej, PhD. a MUDr. Miroslava Paľka. Zber údajov prebiehal počas 3 mesiacov, v období od 10.1.2025 do 10.4.2025. Do výskumného súboru sme zaradili 100 pacientov s diagnostikovaným DM2T. Ako nástroj zberu údajov sme použili vlastný štruktúrovaný dotazník, ktorý sme zamerali na základné demografické údaje (pohlavie, vek, vzdelanie), antropometrické parametre (výška, hmotnosť, obvod pásu (OP)), dĺžku trvania ochorenia a spôsob liečby DM2T, výskyt komorbidít, rodinnú anamnézu, užívanie liekov na redukciiu telesnej hmotnosti, stravovacie návyky, pohybovú aktivitu, psychosociálne faktory a subjektívne hodnotenie zdravotného stavu pacientom. Dotazník pozostával prevažne z uzavretých otázok s možnosťou výberu odpovede, čo nám umožnilo systematické a prehľadné spracovanie získaných údajov. Druhú časť výskumu sme realizovali vo verejnej lekární BENU 845 v Košiciach. Zber údajov prebiehal počas 11 mesiacov, v období od 10.3.2025 do 10.2.2026. Do tejto časti sme zaradili 100 respondentov bez známej diagnózy DM2T, ktorí podstúpili preventívne biochemické vyšetrenia (meranie krvného tlaku, glykémie, celkového cholesterolu) a vyplnili štandardizovaný dotazník FINDRISC na odhad 10-ročného rizika vzniku DM2T. Na základe celkového bodového hodnotenia sme respondentov zaradili do jednotlivých rizikových kategórií pravdepodobnosti vzniku DM2T. Získané údaje sme systematicky spracovali a následne prezentovali vo forme tabuliek a grafov. Spracovanie údajov sme zamerali na posúdenie vzťahov medzi OB a DM2T v klinickej aj preventívnej praxi.

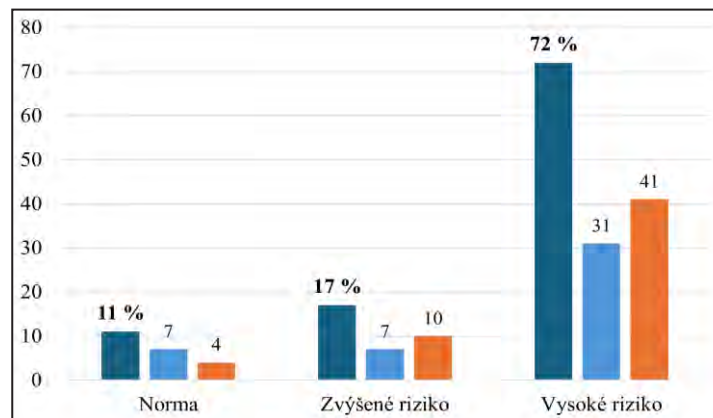
VÝSLEDKY

Prvá časť výskumu zahŕňala 100 pacientov s diagnostikovaným DM2T. Rozdelenie pacientov do jed-

Graf 1: Rozdelenie respondentov do jednotlivých kategórií BMI



Graf 2: Rozdelenie respondentov podľa kardiometabolického rizika na základe OP



notlivých kategórií BMI podľa platnej WHO klasifikácie znázorňuje Graf 1.

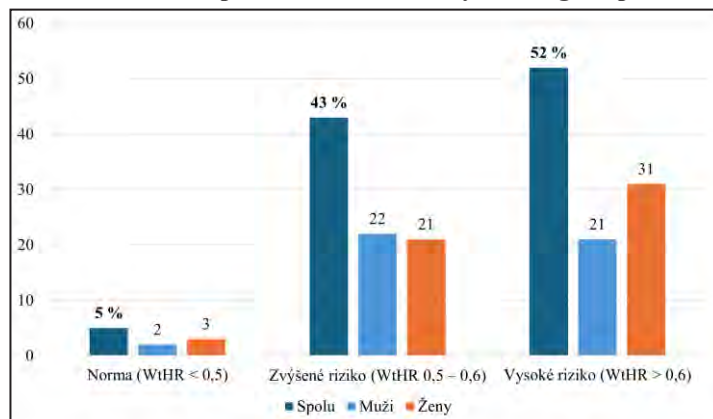
Normálnu telesnú hmotnosť (BMI 18,5 – 24,9 kg/m²) malo 16 % pacientov a podhmotnosť (BMI < 18,5 kg/m²) bola zaznamenaná u 1 % pacientov. Nadhmotnosť (BMI 25,0 – 29,9 kg/m²) bola prítomná u 37 % respondentov. OB 1. stupňa (BMI 30,0 – 34,9 kg/m²) bola zistená u 23 % respondentov, OB 2. stupňa (BMI 35,0 – 39,9 kg/m²) u 15 % a OB 3. stupňa (BMI ≥ 40,0 kg/m²) u 8 % pacientov. V skupine mužov dominovala nadhmotnosť ($n = 18$) a OB 1. stupňa ($n = 16$). OB 2. stupňa bola zaznamenaná u 5 mužov a OB 3. stupňa u 2 mužov. Normálnu hmotnosť mali 4 muži. V skupine žien bola najčastejšie zastúpená nadhmotnosť ($n = 19$). OB 2. stupňa bola prítomná u 10 žien, OB 1. stupňa u 7 žien a OB 3.

stupňa u 6 žien. Normálnu telesnú hmotnosť malo 12 žien a podhmotnosť bola zaznamenaná u 1 pacientky. Hodnotenie centrálnej OB pomocou OP je prezentované v Grafe 2.

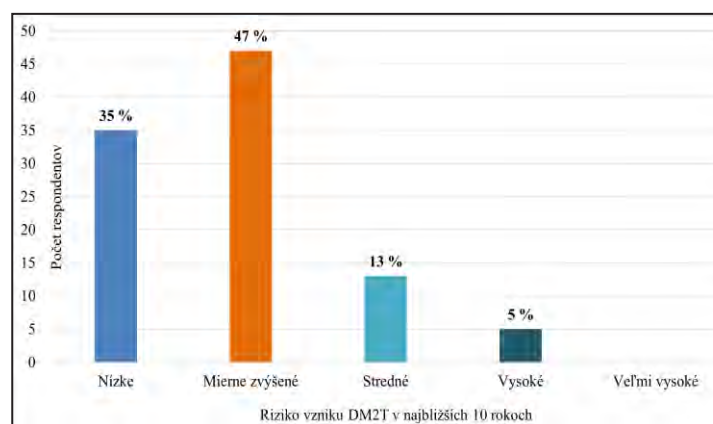
Vysoké kardiometabolické riziko na základe OP bolo identifikované u 72 % pacientov, zvýšené riziko u 17 % a normálne hodnoty u 11 % respondentov. Pri hodnotení rizika na základe pomeru OP/výška (WtHR) najpočetnejšiu skupinu tvorili pacienti s vysokým rizikom ($n = 52$; 52 %). Zvýšené riziko bolo zaznamenané u 43 pacientov (43 %) a normálne hodnoty WtHR malo iba 5 respondentov (5 %). Rozdelenie pacientov podľa rizika WtHR znázorňuje Graf 3.

Druhá časť výskumu zahŕňala 100 respondentov bez známej diagnózy DM2T, ktorí absolvovali preventívne biochemické vyšetrenia vo verejnej lekární

Graf 3: Rozdelenie respondentov do rizikových kategórií podľa WtHR



Graf 4: Distribúcia rizika vzniku DM2T

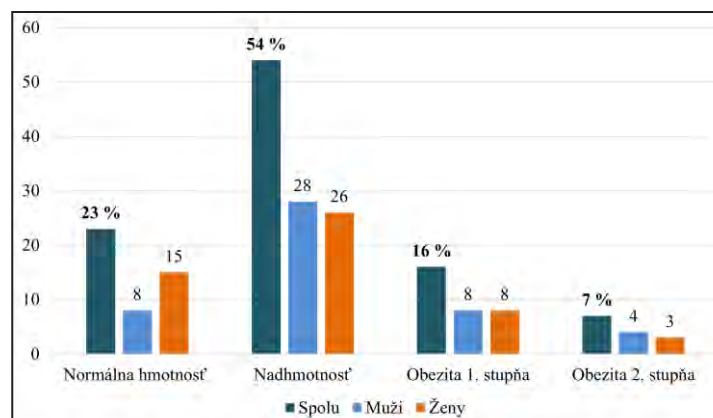


a vyplnili dotazník FINDRISC. Rozdelenie respondentov do jednotlivých rizikových kategórií podľa celkového skóre FINDRISC znázorňuje Graf 4.

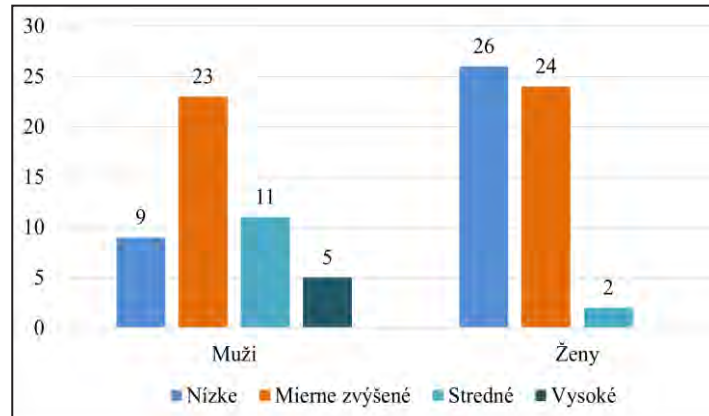
Nízke riziko vzniku DM2T bolo identifikované u 35 respondentov (35 %). Najpočetnejšiu skupinu tvorili respondenti s miernym rizikom, ktorých bolo 47 (47 %). Stredné riziko bolo zaznamenané u 13 respon-

dentov (13 %) a vysoké riziko u 5 respondentov (5 %). Veľmi vysoké riziko nebolo zistené u žiadneho respondenta. Celkovo 18 % respondentov dosahovalo stredné alebo vysoké riziko vzniku DM2T v horizonte nasledujúcich 10 rokov. Rozdelenie rizikových kategórií podľa FINDRISC v členení podľa pohlavia je znázornené v Grafe 5.

Graf 5: Distribúcia rizika vzniku DM2T podľa pohlavia



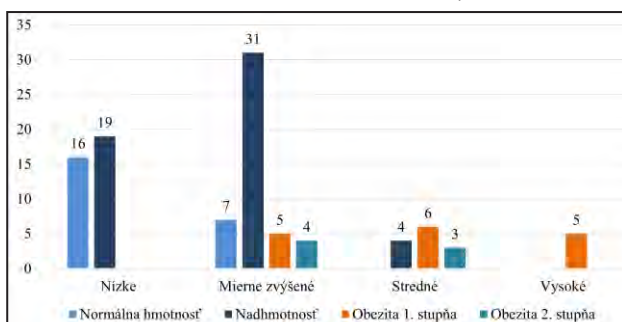
Graf 6: Percentuálne zastúpenie respondentov podľa BMI



V skupine mužov ($n = 48$) bolo nízke riziko zaznamenané u 9 mužov (18,8 %), mierne riziko u 23 mužov (47,9 %), stredné riziko u 11 mužov (22,9 %) a vysoké riziko u 5 mužov (10,4 %). V skupine žien ($n = 52$) bolo nízke riziko prítomné u 26 žien (50,0 %), mierne riziko u 24 žien (46,2 %) a stredné riziko u 2 žien (3,8 %). Vysoké riziko v skupine žien zaznamenané nebolo. Vyššie rizikové kategórie (stredné a vysoké riziko) boli častejšie zastúpené v skupine mužov. Rozdelenie respondentov podľa BMI podľa klasifikácie WHO znázorňuje Graf 6.

Najpočetnejšiu skupinu tvorili respondenti s nadhmotnosťou ($n = 54$; 54 %). Normálnu telesnú hmotnosť malo 23 respondentov (23 %). Obezita 1. stupňa bola zistená u 16 respondentov (16 %) a obezita 2. stupňa u 7 respondentov (7 %). Podhmotnosť ani OB 3. stupňa neboli zaznamenané. Celkovo 77 % respondentov dosahovalo $\text{BMI} \geq 25 \text{ kg/m}^2$. Distribúcia jednotlivých kategórií BMI medzi mužmi a ženami bola relatívne vyrovnaná a nevykazovala výrazné rozdiely.

Graf 7: Vzťah BMI a rizika DM2T (FINDRISC)



ly. Vzťah medzi BMI a rizikovou kategóriou podľa FINDRISC je znázornený v Grafe 7.

Respondenti so stredným a vysokým rizikom vzniku DM2T ($n = 18$) dosahovali výlučne $\text{BMI} \geq 25 \text{ kg/m}^2$. V tejto skupine nebol zaznamenaný žiadny respondent s normálnou telesnou hmotnosťou. Vyššie rizikové kategórie sa vyskytovali výlučne u respondentov s nadhmotnosťou alebo OB.

DISKUSIA

Výsledky našej práce potvrdzujú, že OB predstavuje významný a dominantný modifikovateľný RF DM2T. V rámci sledovania klinických pacientov sme zistili vysokú prevalenciu nadhmotnosti a OB u pacientov s diagnostikovaným DM2T, pričom až 83 % respondentov malo $\text{BMI} \geq 25,0 \text{ kg/m}^2$. Tento nález korešponduje s literárnymi údajmi, podľa ktorých väčšina pacientov s DM2T trpí nadmernou telesnou hmotnosťou. Zároveň sa ukázalo, že ukazovatele centrálnej OB, ako sú OP a pomer obvodu pásu k výške (WtHR), poukazujú na výrazné kardiometabolické riziko u väčšiny sledovaných pacientov. Tieto parametre sú z klinického hľadiska mimoriadne dôležité, keďže viscerálna OB úzko súvisí s rozvojom IR, metabolického syndrómu a kardiovaskulárnych komplikácií (Fábryová, Holéczy a kol., 2019; Blüher, 2022). V preventívnej časti realizovanej vo verejnej lekární sme potvrdili, že aj medzi osobami bez známej diagnózy DM2T je vysoký podiel respondentov s nadhmotnosťou a OB. Celkovo 18 % respondentov do-

sahovalo stredné alebo vysoké riziko vzniku DM2T podľa dotazníka FINDRISC a všetci títo respondenti mali $\text{BMI} \geq 25,0 \text{ kg/m}^2$. Tento výsledok zdôrazňuje význam telesnej hmotnosti pri hodnotení budúceho rizika ochorenia. (Swift et al., 2018; ADA, 2024; IDF, 2021). Výsledky zároveň poukazujú na praktický význam skríningu vo verejnej lekární. Lekáreň predstavuje dostupné prostredie, v ktorom možno efektívne identifikovať rizikových jedincov, realizovať základné preventívne vyšetrenia a poskytnúť edukáciu zameranú na úpravu životného štýlu. Z pohľadu farmaceutickej starostlivosti ide o dôležitý priestor pre rozšírenie preventívnych intervencií v oblasti chronických neinfekčných ochorení.

ZÁVER

Obezita predstavuje významný a dominantný modifikovateľný rizikový faktor vzniku a progresie *diabetes mellitus* typu 2. V klinickom súbore pacientov s DM2T bola potvrdená vysoká prevalencia nadhmotnosti a obezity; $\text{BMI} \geq 25,0 \text{ kg/m}^2$ malo 83 % respondentov. Významné zastúpenie mala aj centrálna obezita hodnotená pomocou OP a WtHR, čo poukazuje na vysoké kardiometabolické riziko sledovaného súboru. V skrínigovom súbore realizovanom vo verejnej lekární dosahovalo 18 % respondentov stredné alebo vysoké riziko vzniku DM2T podľa FINDRISC a všetci títo respondenti mali $\text{BMI} \geq 25,0 \text{ kg/m}^2$. Výsledky podporujú využitie verejnej lekárne ako dostupného prostredia pre včasnú identifikáciu rizikových osôb, edukáciu a realizáciu preventívnych opatrení.

Konflikt záujmov

Autori pre túto štúdiu neudávajú konflikt záujmov.

Použitie nástrojov umelej inteligencie

Autori nepoužili nástroje generatívnej umelej inteligencie.

Etické aspekty

Štúdia bola vykonaná v súlade so všetkými etickými predpismi potrebnými pre jej vypracovanie.

Financovanie

Na túto štúdiu nebolo potrebné financovanie.

Príspevky autorov

Všetci autori v článku participovali na konceptualizácii práce. L. Štupáková: metodológia, príprava článku, vizualizácia textu, spracovanie údajov a revízia rukopisu, R. Galajda : písanie a úprava pôvodného textu, spracovanie dát, metodológia a revízia textu, I. Dravecká : metodológia, revízia rukopisu, M. Paľko: metodológia, revízia rukopisu.

ZOZNAM LITERATÚRY

ADA: Obesity and weight management for the prevention and treatment of type 2 diabetes: Standards of Care in Diabetes – 2024. *Diabetes Care*, 2024, 47 (Suppl. 1), 145 – 157.

Blüher, M.: Adipose tissue dysfunction contributes to obesity related metabolic diseases. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, 2022, 36 (2).

Cavaliere, G., Cimmino, F., Trinchese, G., Catapano, A., Petrella, L., D'Angelo, M., Lucchin, L., Mollica, M.P.: From obesity-induced low-grade inflammation to lipotoxicity and mitochondrial dysfunction: altered multi-cross-talk between adipose tissue and metabolically active organs. *Antioxidants*, 2023, 12 (6), 1172.

Fábryová, Ľ. a kol.: Klinická obezitológia. 1. vyd. Brno: *Facta Medica*, 2023. 288 s.

Fábryová, Ľ., Holéczy, P. a kol.: *Diabezita, Diabetes a obezita – nerozlučné dvojčky*. 1. vyd. Brno: *Facta Medica*, 2019. 336 s.

IDF: *IDF Diabetes Atlas*. 10th ed. Brussels: International Diabetes Federation, 2021.

Luo, J., Wang, Y., Mao, J., Yuan, Y., Luo, P., Wang, G., Zhouet, S.: Features, functions, and associated diseases of visceral and ectopic fat: a comprehensive review. *Obesity*. [online], 2025, 33, (5).

Pogodziński, D., Ostrowska, L., Smarkusz-Zarzecka, J., Zyśket, S.: Secretome of adipose tissue as the key to understanding the endocrine function of

adipose tissue. *International Journal of Molecular Sciences*, 2022, 23, (4), 2309.

Swift, D. L., Johannsen, N.M., Lavie, C.J., Earnest, C.P., Church, T.S.: The role of exercise and physical activity in weight loss and maintenance. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 2018, 61, (2), 206 – 213.

WHO: WHO discussion paper: Draft recommendations for the prevention and management of obesity over the life course, including potential targets. Geneva: World Health Organization, 2021.



PÔVODNÁ ŠTÚDIA

CONSEQUENCES OF ZINC DEFICIENCY IN PREGNANCY, IMPACT ON MATERNAL AND FOETAL HEALTH

Podolská, Kristína¹; Mazánková, Dana^{1*}; Göböová, Mária²¹Department of Applied Pharmacy, Faculty of Pharmacy, Masaryk University, Brno, The Czech Republic; ²Department of Internal Medicine, Teaching Hospital Nitra, Špitálska č. 6, 950 01 Nitra, The Slovak Republic OPEN ACCESS*Corresponding author: mazakovad@pharm.muni.cz**Citation:** Podolská, K., Mazánková, D., Göböová, M.: Consequences of Zinc Deficiency in Pregnancy, Impact on Maternal and Foetal Health. *Folia Pharmaceutica Cassoviensia*, 2026, 8 (2), 82 – 94.**Received:** 16.05.2026**Accepted:** 10.06.2026**Published:** 30.6.2026**Copyright:** 2026 Podolská, K., Mazánková, D., Göböová, M. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.**Ethical considerations:** When reporting experiments on animals Observation of the ARRIVE guidelines 2.0: Updated guidelines for reporting animal research, published in July 14, 2020 (<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000410>), is required. The authors should ensure that all procedures were performed in compliance with the guidelines for animal care of their institutions or with national/international guidelines.

ABSTRACT

Zinc is an essential micronutrient with multiple functions in the maternal human body, as well as in the developing embryo and foetus. Maternal zinc deficiency can lead to significant negative outcomes for the developing foetus. Besides the overview of maternal zinc deficiency, the article also discusses embryonic/foetal deficiencies, up to newborn and child deficiencies. The article also mentions selected pharmacotherapies that can contribute to lowered zinc absorption or increased zinc excretion. Preconception zinc deficiency and zinc overdosing during pregnancy are rarely de-

scribed; therefore, they are also discussed in the article.

Key words: clinical manifestations; foetal zinc deficiency; maternal zinc deficiency; zinc-containing compounds; zinc deficiency in pregnancy

INTRODUCTION

Zinc is a trace element (Costa Inês et al., 2023). In the human body, it is an essential micronutrient (Sangeetha et al., 2022) with multiple functions (Kiouri et al., 2023). Zinc is necessary for the immune and reproductive systems and is also important for various biochemical and metabolic processes (Kiouri et al., 2023). The maternal body needs to obtain zinc from external sources (OTIS, 2023) because it cannot synthesise it on its own. In the past, zinc's wide biological significance was often underestimated, but nowadays, with the increasing number of studies, it is becoming clear how zinc affects many important cellular processes (Costa Inês et al., 2023). Early stages of zinc deficiency can be managed with appropriate dietary counselling and early supplementation (Sangeetha et al., 2022); however, long-term, severe zinc deficiency can simultaneously manifest across multiple anatomical systems. The deficiency occurs at higher rates in the case of high-risk groups and with

higher prevalence in developing countries (Sangeetha et al., 2022).

MATERIALS AND METHODS

The following review article provides an overview of key aspects related to zinc deficiency in pregnancy and its impact on maternal and foetal health. The literature search was conducted primarily using the PubMed database, using the following keywords: zinc deficiency in pregnancy, pregnancy zinc deficiency, maternal zinc deficiency, foetal zinc deficiency, embryonic zinc deficiency, zinc deficiency, pregnancy and zinc, zinc-containing compounds, sources of zinc, zinc dietary supplements, zinc role in pregnancy, manifestation of zinc deficiency, clinical manifestation of zinc deficiency, severe zinc deficiency, adult zinc deficiency, preconception zinc deficiency, zinc deficiency and growth complications, zinc deficiency and foetal growth complications, zinc deficiency and birth complications, zinc deficiency and neonatal outcomes, newborn zinc deficiency, maternal zinc supplementation, zinc sources and nutrition, lowered zinc absorption, pharmacotherapy and zinc, zinc absorption and medication, zinc absorption and drug treatment, zinc overdosage in pregnancy, maternal zinc intoxication, foetal zinc intoxication and zinc toxicity in pregnancy. The inclusion criteria listed above were used as part of the methodology; no exclusion criteria were used. For the purposes of creating this review article, scientific publications covering the period from 1992 to 2026 were used.

Different forms of zinc-containing compounds

In the case of zinc deficiency, the health care professional can prescribe or recommend its supplementation. Table 1 lists various forms of zinc-containing compounds available in the Slovak Republic as prescription medicines, over-the-counter preparations (OTC), and dietary supplements, processed according to the central electronic database of pharmaceutical products in the Slovak Republic (ADC, 2026). Not every dosage form or zinc-containing compound

listed in the following Table 1 is suitable for pregnant women; therefore, a health care professional must carefully evaluate every prescription medicine, OTC preparation, or dietary supplement with zinc, and the appropriate dose must be determined. Table 1 provides only an informative list of zinc-containing compounds and lists a dataset of zinc-containing compounds categorized according to their regulatory status and chemical form. The zinc-containing compounds were divided into two groups. The first group contains active substances of zinc in medicinal products. The second group contains zinc compounds used in dietary supplements.

Sources of zinc

Generally, natural sources of zinc can be found in food such as meat, fish, seafood, eggs, and dairy products (National Institute of Health, 2026). More specifically, among types of meat, it is beef, mutton, or oyster (Mai et al., 2024). Zinc can also be found in plant-based sources such as beans, nuts, and whole grains (National Institute of Health, 2026), as well as in soybeans, red beans, and peanuts (Mai et al., 2024).

Besides food, zinc is often found in dietary supplements. Zinc is part of cold remedies, lozenges, dermal creams or lotions (National Institute of Health, 2026). Further, zinc is part of effervescent tablets in combination with other vitamins or minerals, in preparations intended for hair and nail support, in dietary supplements for kids to support immunity, in preparations for ocular and joint nutrition, and in preparations to improve male potency and fertility.

Changing requirements for zinc in pregnancy and its role in pregnancy

Higher demands for zinc during pregnancy are caused by processes such as embryogenesis, foetal development and lactation (Donangelo and King, 2012). A significant role of zinc is its involvement in various cellular processes (Han et al., 2023) and foetal growth (Donangelo and King, 2012). There is a decline in maternal plasma zinc concentration during pregnancy

Tab. 1: Different forms of zinc-containing compounds in human medicinal products and dietary supplements (Slovak Republic)

Types of zinc-containing compounds	Registration status	Dispensing status	Active/Non-active form in CEDPP	Type of dosage form, or general description	Suitability for pregnant women
Active substance of zinc in the medicinal product					
zinc acetate dihydrate	HMP	prescription only	active	dermal solution	– experience with peroral usage of erythromycin in humans reveals an increased risk for congenital malformations such as cardiovascular disorders and pyloric stenosis – this dermal form should not be used during pregnancy unless the clinical condition of the woman requires treatment with erythromycin
zinc orotate, dihydrate	HMP	non-prescription	active	tablet	– the safety of this medicinal product during pregnancy has not been established – zinc can be used if the clinical condition (zinc deficiency) in the woman requires zinc treatment, if used within the therapeutic range intended for the treatment of zinc deficiency conditions – animal studies have shown the reproductive toxicity of zinc at very high doses
zinc oxide	HMP	non-prescription	active	unguentum dermal paste dermal suspension	– there are registered 4 types of different dermal medicinal products – each of them can be used during pregnancy if used within the given indication and if the maximum daily dose (or vitamin dose) is not exceeded
listed as zinc	HMP	non-prescription	active	tablet (part of a combined form)	– the given product is possible to use in pregnancy, but the daily dose during pregnancy should not exceed 1500 mg of calcium and 600 IU of vitamin D

zinc sulfate*			non-active		– no available information
Zinc compounds used in dietary supplements					
zinc citrate	DS	non-prescription	active	– solely or as a part of multicomponent dietary supplements	Different zinc compounds (chemical forms) used in dietary supplements are very frequently part of multicomponent dietary supplements, therefore it is not possible to assess their safety.
zinc citrate trihydrate	DS	non-prescription	active	– part of multicomponent dietary supplements	
zinc diglycinate/ zinc bisglycinate	DS	non-prescription	active	– solely or as a part of multicomponent dietary supplements	
zinc gluconate	DS	non-prescription	active	– solely or as a part of multicomponent dietary supplements	
zinc lactate	DS	non-prescription	active	– as a part of multicomponent dietary supplements	
zinc mono-L-methionine sulfate	DS	non-prescription	active	– as a part of multicomponent dietary supplements	
zinc acetate	DS	non-prescription	active	– as a part of multicomponent dietary supplements	
zinc oxide	DS	non-prescription	active	– part of multicomponent dietary supplements	
zinc picolinate	DS	non-prescription	active	– as a part of multicomponent dietary supplements	
zinc sulfate	DS	non-prescription	active	– as a part of multicomponent dietary supplements	
zinc colloid			non-active		
zinc chloride			non-active		
zinc non-specified	DS	non-prescription	active	– solely or as a part of multicomponent dietary supplements	

*zinc chloride *zinc sulfate				– these types of salts were also found as part of intravenous solutions	- no available information
---------------------------------	--	--	--	---	----------------------------

Source: Central electronic database of pharmaceutical products (CEDPP) in the Slovak Republic (ADC, 2026). CEDPP – central electronic database of pharmaceutical products, DS – dietary supplement, HMP – human medicinal product, * – additional information and the labelled substances are currently non-active.

and increased zinc uptake is also observed as a consequence of zinc transfer to the developing embryo/foetus (Donangelo and King, 2012). Zinc is necessary for significant cellular processes, such as DNA formation and their segments (Baddam et al., 2026; Stiles et al., 2024; Lowe et al., 2024; Agedew et al., 2022), also for RNA and protein formation (Baddam et al., 2026). Zinc uptake by foetus increases in the third trimester (Abregú et al., 2022).

The zinc deficiencies

The following tables (Table 2 and Table 3) summarise maternal, embryo-foetal, newborn zinc deficiencies and their consequences and manifestations.

Maternal zinc deficiency

Zinc, as a micronutrient, is frequently mentioned as a key element for appropriate growth (Agedew et al., 2022; Abregú et al., 2022; Sauer and Grabrucker, 2019; Cheng and Gao, 2022; Brion et al., 2021; Terrin et al., 2015) in the context of human, foetal, or organ growth. Nowadays, severe zinc deficiency is less common in the adult population, whereas moderate deficiency is more common (Abregú et al., 2022). Pregnant women belong to the risky and affected group (Abregú et al., 2022).

The manifestations of zinc deficiency were predominantly described in the anatomical systems of exocrine, nervous, gastrointestinal, endocrine, immune, and lastly, reproductive; with lesser frequency, the skeletal system, cardiovascular systems were mentioned. The anatomical systems for which no data were available were the muscular, respiratory and renal systems.

In the following Table 2, the information about clinical manifestations in females was derived from the general adult population (males and females) from review sources; information about male infertility was omitted due to the focus on female health.

The table contains information about all forms of zinc deficiency light, mild, severe, or acute and long-term, or caused by malnutrition, undernutrition, or micronutrient deficiency. The presence of a given symptom can reflect chronic zinc deficiency, but it can also reflect a light or mild deficiency. The presence of a given symptom does not necessarily reflect the severity of the deficiency, as the table does not differentiate symptoms by clinical severity or duration. However, in the majority of cases, manifestations usually reflect severe or long-term deficiency.

The symbol * represents that from the sources Baddam et al., 2026; Stiles et al., 2024; Lowe et al., 2024, zinc deficiency was most frequently mentioned or repeated for the given anatomical systems. However, zinc deficiency can manifest in other anatomical systems than the most frequently mentioned, or possibly also in non-mentioned systems.

In the table, all possible clinical symptoms are not mentioned, but only the most frequently reported ones.

Zinc deficiency in the embryo, foetus, newborn and children

Manifestations of zinc deficiency were predominantly recurrent and almost similar to those in maternal systems, with the following anatomical systems described with the highest frequency – exocrine, nervous, endocrine and immune; with a lower frequency

Tab. 2: Summary of zinc maternal deficiencies and their possible or most frequent clinical manifestations in individual anatomical systems

Anatomical maternal body systems	Clinical manifestations of zinc maternal deficiencies	Sources
exocrine and integumentary systems*	cutaneous (skin) lesions	(Baddam et al., 2026; Stiles et al., 2024)
	affected wound healing	(Baddam et al., 2026)
skeletal system	low bone mineral density	(Baddam et al., 2026)
	affected collagen matrix synthesis, mineralization and bone turnover	(Stiles et al., 2024)
muscular system	no available data	
nervous system*	mental health problems	(Baddam et al., 2026; Lowe et al., 2024)
	affected normal development and functioning of CNS, risk for depression, Alzheimer's disease	(Stiles et al., 2024)
	ocular problems	(Baddam et al., 2026; Stiles et al., 2024)
	hypogeusia, hyposmia, photophobia	(Baddam et al., 2026)
respiratory system	no available data	
gastrointestinal and excretory systems*	gastrointestinal disturbances	(Baddam et al., 2026)
	diarrhea	(Baddam et al., 2026; Stiles et al., 2024; Lowe et al., 2024)
endocrine system (metabolic)*	growth retardation	(Baddam et al., 2026)
	metabolic risk	(Baddam et al., 2026)
	– impairment related to the formation, structural stability of insulin	(Stiles et al., 2024)
	– affects insulin secretion	(Lowe et al., 2024)
	– higher risk for formation of type 2 diabetes	(Lowe et al., 2024)
circulatory and cardiovascular systems	risk for cardiometabolic disorders (with increasing risk for cardiovascular diseases)	(Lowe et al., 2024)
immune and lymphatic systems*	impaired immune response	(Baddam et al., 2026; Stiles et al., 2024)
	inflammation	(Baddam et al., 2026; Stiles et al., 2024; Lowe et al., 2024)
	risk for infections	(Stiles et al., 2024)
	immunocompetence	(Lowe et al., 2024)
	higher risk for the impact of oxidative stress	(Lowe et al., 2024)
renal and urinary systems	no available data	
reproductive system*	delayed sexual maturation	(Baddam et al., 2026)
	hypogonadism	(Baddam et al., 2026)
	impaired reproduction	(Lowe et al., 2024)

CNS – central nervous system

– gastrointestinal, cardiovascular, renal and reproductive systems. The anatomical systems for which no data were available were the skeletal, muscular and respiratory systems. Maternal-foetal complications were frequently mentioned.

The aim of Table 3 is to show the manifestations of zinc deficiency at different stages of the offspring's development. The following Table 3 summarises information about zinc deficiency mainly from review sources, clinical findings, but also from observed animal models (labelled as „*in animal models*“ and studies, during pregnancy (Terrin et al., 2015; Sauer and Grabrucker, 2019; Brion et al., 2021; Abregú et al., 2022; Agedew et al., 2022; Cheng and Gao, 2022; Lowe et al., 2024; Stiles et al., 2024).

In the following anatomical systems labelled with *, the zinc deficiency was mentioned most frequently based on the information from sources (Terrin et al., 2015; Sauer and Grabrucker, 2019; Brion et al., 2021; Abregú et al., 2022; Agedew et al., 2022; Cheng and Gao, 2022; Lowe et al., 2024; Stiles et al., 2024). However, zinc deficiency can manifest in other anatomical systems than the most frequently mentioned, or possibly also in non-mentioned systems.

Table 3 contains information about all forms of zinc deficiency, light, mild, severe, or acute and long-term, or caused by malnutrition, undernutrition, or micronutrient deficiency. The presence of a given symptom can reflect chronic zinc deficiency, but it can also reflect a light or mild deficiency. The presence of a given symptom does not necessarily reflect the severity of deficiency, as the table does not differentiate symptoms according to the clinical severity or duration. However, in the majority of cases, manifestations usually reflect severe or long-term deficiency.

In the table, all possible clinical symptoms are not mentioned, but only the most frequently reported ones.

Preconception zinc deficiency

Observations in animal models indicate that preconception zinc deficiency can affect embryo and placental development and even postnatal health. More

specifically, findings from the study by Tian et al. (2014) in animal models showed that preconception zinc deficiency in a number of embryos demonstrated delayed or revealed deviation in normal neural tube development (Tian et al., 2014).

There was also a focus on the two main areas, foetal growth/development and birth-related complications, in relation to maternal zinc deficiency and maternal zinc supplementation in animal and human models (Chaffé and King, 2012; Wang et al., 2015; Wilson et al., 2016; Iqbal and Ali, 2021; Abregú et al., 2022; Agedew et al., 2022; Terzi, 2022).

There was a repeatedly described presence of a significant association between **impairment of foetal growth or development and maternal zinc deficiency**. There has been consistent evidence (Wilson et al., 2016) of reduced foetal growth in animal models, and growth failure has also been described (Agedew et al., 2022). Supporting findings were frequently mentioned. Maternal zinc deficiency has been linked to increased risk of low birth weight (LBW) (Wang et al., 2015; Abregú et al., 2022), small for gestational age (SGA) (20), and intrauterine growth restriction (IUGR) (Abregú et al., 2022).

A significant association between **birth-related complications and maternal zinc deficiency** has also been described. The relationship between child-birth/pregnancy-related complications (Iqbal and Ali, 2021; Agedew et al., 2022) and low maternal zinc levels and the risk of pregnancy complications has also been described (Iqbal and Ali, 2021). Maternal zinc deficiency has been linked with increased risk for preterm birth (Terzi, 2022), prolonged labour (Agedew et al., 2022), and premature rupture of membranes (Terzi, 2022). On the contrary, only a few studies found that zinc deficiency does not have a significant effect on pregnancy complications (Terzi, 2022).

However, different results were found for the relationship between **birth-related complications and maternal zinc supplementation**. A meta-analysis by Iqbal (2021) found that maternal zinc supplementation reduced the risk of preterm birth (Iqbal and Ali, 2021). On the other hand, for example, a study by

Tab. 3: Summary of embryo/foetal, newborn, children's complications, maternal-foetal complications and their clinical manifestations at individual anatomical systems from zinc deficiencies

Anatomical maternal body systems	Part A Manifestations in the embryo/foetus	Part B Manifestations in newborns	Part C Manifestations in children/infants
exocrine and integumentary systems*		dermatitis (Terrin et al., 2015)	periorificial lesions (Brion et al., 2021; Abregú et al., 2022) hair loss (Brion et al., 2021; Abregú et al., 2022)
skeletal system		no available data	
muscular system		no available data	
nervous system*	affected neural tube formation (Stiles et al., 2024)/ probable association with the risk of neural tube defect (Terrin et al., 2015; Cheng and Gao, 2022) risk for worsening foetal neurobehavioral development (Abregú et al., 2022)	delayed neurobehavioral development (Agedew et al., 2022) risk for brain dysfunctions (Brion et al., 2021)	cognitive problems (Abregú et al., 2022; Lowe et al., 2024) increased risk for alterations in behaviour <i>in animal models</i> (Sauer and Grabrucker, 2019)
respiratory system		no available data	
gastrointestinal and excretory systems			diarrhea (Brion et al., 2021; Abregú et al., 2022) influenced gut microbiome (Abregú et al., 2022)
endocrine system (metabolic)*	risk or impairment of foetal growth (Terrin et al., 2015; Agedew et al., 2022) alterations in foetal development (Abregú et al., 2022) – intrauterine growth retardation (IUGR) (Abregú et al., 2022; Agedew et al., 2022)	growth impairment (Terrin et al., 2015; Agedew et al., 2022) – low birth weight (LBW) (Abregú et al., 2022; Agedew et al., 2022) – small for gestational age (SGA) (Abregú et al., 2022; Agedew et al., 2022)	risk for obesity <i>in animal models</i> in adult life (Abregú et al., 2022) risk for diabetes <i>in animal models</i> in adult life (Abregú et al., 2022) stunted growth (Abregú et al., 2022) decreased head growth (Abregú et al., 2022) risk for metabolic diseases <i>in animal models</i> (Abregú et al., 2022)
circulatory and cardiovascular systems	pre-eclampsia (Abregú et al., 2022; Agedew et al., 2022)		risk for hypertension <i>in animal models</i> in adult life (Abregú et al., 2022) risk for cardiovascular alterations <i>in animal models</i> in adult life (Abregú et al., 2022)

immune and lymphatic systems*		delayed immune system development (Agedew et al., 2022)	delayed wound healing (Brion et al., 2021; Abregú et al., 2022) recurrent infections (Lowe et al., 2024) immune deficiency (Brion et al., 2021; Abregú et al., 2022)
renal and urinary systems			risk for renal alterations <i>in animal models</i> in adult life (Abregú et al., 2022)
reproductive system			influenced reproduction later in life (Lowe et al., 2024)
other foetal complications	increased risk for congenital or foetal malformations (Terrin et al., 2015; Abregú et al., 2022; Agedew et al., 2022) increased risk for spontaneous abortion (Agedew et al., 2022)/ abortion (Abregú et al., 2022)		
maternal-foetal complications*		birth-related complications or risk for: – premature labor (Abregú et al., 2022; Agedew et al., 2022) – preterm birth (Abregú et al., 2022; Agedew et al., 2022) – prolonged labor (Agedew et al., 2022) – postpartum bleeding (Agedew et al., 2022) – risk for intra-uterine infections (Agedew et al., 2022) risk for (foetal) mortality rate (Terrin et al., 2015; Agedew et al., 2022)	

IUGR – intrauterine growth retardation

SGA – small for gestational age

Chaffee (2012) found that the evidence for maternal zinc supplementation reducing the risk of preterm birth was weak (Chaffe and King, 2012).

During pregnancy, the majority of vitamins in blood decrease if they are not supplemented (Adams et al., 2022). Zinc deficiency is common (WHO, 2023), and there are higher demands for zinc (Diao

et al., 2025). More studies indicate an increase in zinc absorption in animal models (King, 2000; Chaffe and King, 2012). Because zinc absorption, excretion, or levels can be affected by pharmacotherapy in adult patients, we would like to emphasise and provide a summary of pharmacotherapies that can affect zinc levels, which is also important to consider in pregnant

Tab. 4: Examples of foods, supplements, or medicines that affect or may affect zinc levels

Food sources	
phytic acid (Rock et al., 2026) high doses of iron supplements together with zinc supplements (Devarshi et al., 2024)	
Pharmacotherapy	
Proton pump inhibitors (PPI)	PPI have been shown to affect zinc absorption and are associated with lower plasma zinc levels in chronic users (Farrel et al., 2011).
Thiazides - diuretics	Thiazides can contribute to a decrease in tissue zinc concentration due to zincuria (Cohen and Golik, 2006).
Corticoids	Corticoids have been reported to affect zinc absorption (Chinni et al., 2021).
Quinolones antibiotics - Fluoroquinolones	Between fluoroquinolones and divalent cation-containing compounds such as zinc occurs the process of chelation, resulting in the formation of insoluble complex compounds that are poorly absorbed from the gastrointestinal tract (Eljaaly et al., 2021).
ACE inhibitors	Treatment with ACE inhibitors may cause zincuria and zinc deficiency, but this outcome was not consistent in all studies (Cohen and Golik, 2006).
Anticonvulsants	Long-term anticonvulsant therapy could induce alterations in both the metabolism and distribution of zinc (Suzuki et al., 1992).

IUGR – intrauterine growth retardation

SGA – small for gestational age

women (Table 4). In the following Table 4, the information about medicines was derived from the general adult population (males and females). In the table, all possible factors affecting zinc levels are not mentioned; only examples are.

Impact of high zinc doses and zinc overdosing on the mother and embryo/foetus

There are not a sufficient number of studies that have shown that too high an intake of zinc can increase risk for miscarriage. Data on the effects of high zinc intake during pregnancy are limited; therefore, the consequences and findings of high intake during pregnancy are considered rare (OTIS, 2023).

In adult patients, including pregnant women, higher intakes above the recommended daily intake (Schoofs et al., 2024) lead to zinc overconsumption, which can lead to overdose and subsequently to acute or chronic zinc toxicity (Schoofs et al., 2024). Acute toxicity for pregnant patients can manifest similarly in adult non-pregnant patients. Acute zinc toxicity manifests as

headache, gastrointestinal problems, and at the metabolic and neurological levels. Chronic zinc intoxication and zinc overdosing interfere with copper uptake (Plum et al., 2010) and manifest as copper deficiency (Schoofs et al., 2024). Generally, in adult patients, copper deficiency clinically manifests mainly at haematological and neurological levels (Fujikawa and Haruta, 2023).

CONCLUSION

Zinc is considered an essential mineral for normal physiological functions at all stages of life, from foetal development to adulthood. During pregnancy, zinc requirements increase. Animal models showed that even preconception zinc deficiency can have a long-term impact on the postnatal life of the offspring. The overview shows that zinc deficiency manifests in certain anatomical systems with a higher probability, such as exocrine, nervous, endocrine and immune systems depending on its duration and severity. High

dosing or overdosing with zinc during pregnancy demonstrates negative consequences on maternal health during pregnancy. Food, certain supplements and pharmacotherapy can affect zinc absorption.

ACKNOWLEDGEMENT

We are grateful to Folia Pharmaceutica Cassoviensia for publishing this article, and I am grateful to the co-authors, with whom I had the opportunity to work during the elaboration of this original review article.

Data Availability Statement

There are no data available.

Ethics statement

None.

Conflict of Interest Statement

The authors have no conflicts of interest to declare.

Funding Sources

This study was not supported by any sponsor or funder.

Role of artificial intelligence in creating content

No artificial intelligence tools were used.

Author contribution

K. Podolská: conceptualization, literature search, writing-original draft preparation, visualization

D. Mazánková: validation, supervision, critical revision of the manuscript, review and editing of manuscript, final adjustments

M. Göböová: supervision, manuscript editing, expert opinion and final revision, suggestions

REFERENCES

Abregú, F. M. G, Caniffi, C., Arranz, C. T., Tomat, A. L.: Impact of Zinc Deficiency During Prenatal and/or Postnatal Life on Cardiovascular

and Metabolic Diseases: Experimental and Clinical evidence. *Adv. Nutr.*, 2022, 13 (3), 833 – 845. DOI: 10.1093/advances/nmac012.

ADC: Zinok: zloženie a formy. <https://www.adc.sk/hladaj?q=zinok&w=3&x=2> [cit. 2026-04-16]

Adams, J. B., Kirby, J. K., Sorensen, J. C., Pollard, E. L., Audhya T.: Evidence-based recommendations for an optimal prenatal supplement for women in the U. S: vitamins and related nutrients. *Matern. Health. Neonatol. and Perinatol.*, 2022, 8:4. DOI: 10.1186/s40748-022-00139-9.

Agedew, E., Tsegaye, B., Bante, A., Zerihun, E., Aklilu, A., Girma, M., Kerebih, H., Wale, M. Z., Yirsaw, M. T.: Zinc deficiency and associated factors among pregnant women's attending antenatal clinics in public health facilities of Konso Zone, Southern Ethiopia. *Plos One.*, 2022, 17 (7), e0270971. DOI: 10.1371/journal.pone.0270971.

Baddam, S., Maxfield, L., Shukla, S., Crane, J. S.: Zinc Deficiency, [Updated 2.8.2025]. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2026.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK493231/>. Accessed April 15, 2026

Brion, L. P., Heyne, R., Lair, Ch. S.: Role of zinc in neonatal growth and brain growth: review and scoping review. *Pediatr. Res.*, 2021, 89 (7), 1627 – 1640. DOI: 10.1038/s41390-020-01181-z.

Cohen, N., Golik, A.: Zinc balance and medications commonly used in the management of heart failure. *Heart Fail. Rev.*, 2006, 11 (1), 19 – 24. DOI: 10.1007/s10741-006-9189-1.

Costa Inês, M., Sarmiento-Ribeiro, A. B., Gonçalves, A. C.: Zinc: From Biological Functions to Therapeutic Potential. *Int. J. Mol. Sci.*, 2023, 24 (5), 4822. DOI: 10.3390/ijms24054822.

Devarshi, P. P., Mao, Q., Grant, R. W., Mitmesser, S. H.: Comparative Absorption and Bioavailability of Various Chemical Forms of Zinc in Humans: A Narrative Review. *Nutrients.*, 2024, 16 (24), 4269. DOI: 10.3390/nu16244269.

Diao, S., Feng, X., Peng, X., Liu, D., Huang, L., Zeng, L., Zhang, L.: The efficacy of zinc sup-

plementation alone or in combination for improving pregnancy and infant outcomes: A systematic review and meta-analysis. *J Evid Based Med.*, 2025, 18 (3):e70061, DOI: 10.1111/jebm.70061.

Donangelo, C. M., King, J. C.: Maternal Zinc Intakes and Homeostatic Adjustments during Pregnancy and Lactation. *Nutrients.*, 2012, 4 (7), 782 – 798. DOI: 10.3390/nu4070782.

Eljaaly, K., Helal, A., Almandeel, T., Algarini, R., Alsehehri, S.: Multivalent cations interactions with fluoroquinolones or tetracyclines: A cross-sectional study. *Saudi J. of Biol. Sci.*, 2021, 28 (12), 6929 – 6932. DOI: 10.1016/j.sjbs.2021.07.065.

Farrell, Ch. P., Morgan, M., Rudolph, D. S., Hwang, A., Albert, N. E., Valenzano, M. C., Wang, X., Mercogliano, G., Mullin, J. M.: Proton Pump Inhibitors Interfere With Zinc Absorption and Zinc Body Stores. *Gastroenterology Res.*, 2011, 4 (6), 243 – 251. DOI: 10.4021/gr379w.

Fujikawa, H., Haruta, J.: Copper Deficiency: An overlooked diagnosis. *Cureus.*, 2023, 15 (11): e49139. DOI: 10.7759/cureus.49139.

Han, S. M., Devaraj, S., Derraik, J. G. B., Vickers, M. H., Huang, F., Dubascoux, S., Godfrey, K. M., Chan, S-Y., Pang, W. W., Thakkar, S. K., Cutfield, W. S.: A nutritional supplement containing zinc during preconception and pregnancy increases human milk zinc concentrations. *Front. Nutr.*, 2023, 9: 1034828. DOI: 10.3389/fnut.2022.1034828.

Chaffee, B. W., King, J. C.: Effect of Zinc Supplementation on Pregnancy and Infant Outcomes: A systematic review. *Paediatr. Perinat. Epidemiol.*, 2012, 26 (1), 118 – 137. DOI: 10.1111/j.1365-3016.2012.01289.x.

Cheng, Q., Gao, L.: Maternal serum zinc concentration and neural tube defects in offspring: a meta-analysis. *J. Matern. Fetal. Neonatal. Med.*, 2022, 35 (24), 4644 – 4652. DOI: 10.1080/14767058.2020.1860930.

Chinni, V., El-Khoury, J., Perera, M., Belomo, R., Jones, D., Bolton, D., Ischia, J., Patel, O.: Zinc supplementation as an adjunct therapy for COVID-19: Challenges and opportunities. *Br. J. of*

Clin. Pharmacol., 2021, 87 (10), 3737 – 3746. DOI: 10.1111/bcp.14826.

Iqbal, S., Ali, I.: Effect of maternal zinc supplementation or zinc status on pregnancy complications and perinatal outcomes: an umbrella review of meta-analyses. *Heliyon.*, 2021, 7 (7):e07540. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e07540.

King, J. C.: Determinants of maternal zinc status during pregnancy. *Am. J. of Clin. Nutr.*, 2000, 71 (5), 1334S – 1343S. DOI: 10.1093/ajcn/71.5.1334s

Kiouri, D. P., Tsoupra, E., Peana, M., Perlepes, S. P., Stefanidou, M. E., Chasapis Ch. T.: Multifunctional role of zinc in human health: an update. *EXCLI J.*, 2023, 22, 809 – 827. DOI: 10.17179/excli2023-6335.

Lowe, N. M., Hall, A. G., Broadley, M. R., Foley, J., Boy, E., A Bhutta, Z.: Preventing and Controlling Zinc Deficiency Across the Life Course: A Call to Action. *Adv. Nutr.*, 2024, 15 (3), 100181. DOI: 10.1016/j.advnut.2024.100181.

Mai, W., Wang, F., He, S., Wen, Y., Yu. G., Zhang, L., Dong, H.: Zinc contents in foods and estimates of dietary intakes in Guangzhou, Guangdong Province, China. *Front Nutr.*, 2024, 11, 1364033. DOI: 10.3389/fnut.2024.1364033.

National Institutes of Health. Zinc: Fact Sheet for Health Professionals [Updated 6, 2026]. National Institutes of Health. Bethesda (MD): NIH. 2026.

<https://ods.od.nih.gov/factsheets/Zinc-HealthProfessional/>

OTIS (Organization of Teratology Information Specialists). Zinc.

NIH: Rockville Pike (MA): National Library of Medicine, 2023.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK600581/>. Accessed April 16, 2026

Plum, L. M., Rink, L., Haase, H.: The Essential Toxin: Impact of Zinc on Human Health. *Int. J. of Environ. Res. Public Health.*, 2010, 7 (4), 1342 – 1365. DOI: 10.3390/ijerph7041342.

Rock, N., Clynes, M., Horgan, K., Murphy, R., O'Sullivan, F., Keenan, J.: The Antagonistic Influ-

ence of Phytic Acid on Zinc Absorption: An *In Vitro* Comparison of Inorganic and Chelated Trace Mineral Sources. *Nutrients.*, 2026, 18 (1), 46. DOI: 10.3390/nu18010046.

Sangeetha, V. J., Dutta, S., Moses, J. A., Anandharamakrishnan, C.: Zinc nutrition and human health: Overview and implications. *eFood.*, 2022, 3, e17. DOI: 10.1002/efd2.17.

Sauer, A. K., Grabrucker, A. M.: Zinc Deficiency During Pregnancy Leads to Altered Microbiome and Elevated Inflammatory Markers in Mice. *Front. Neurosci.*, 2019, 13, 1295. DOI: 10.3389/fnins.2019.01295.

Schoofs, H., Schmit, J., Rink, L.: Zinc toxicity: Understanding the limits. *Molecules.*, 2024, 29 (13), 3130. DOI: 10.3390/molecules29133130.

Stiles, L. I., Ferrao, K., Mehta, K. J.: Role of zinc in health and disease. *Clin. Exp. Med.*, 2024, 24 (1), 38. DOI: 10.1007/s10238-024-01302-6.

Suzuki, T., Koizumi, J., Moroji, T., Shiraishi, H., Hori, T., Baba, A., Kawai, N., Tada, K.: Effects of long-term anticonvulsant therapy on copper, zinc, and magnesium in hair and serum epileptics. *Biol. Psychiatry.*, 1992, 31 (6), 571 – 581. DOI: 10.1016/0006-3223(92)90243-s.

Terrin, G., Berni Canani, R., Di Chiara, M., Pietravalle, A., Aleandri, V., Conte, F., De Curtis, M.: Zinc in Early Life: A Key Element in the fetus and preterm neonate. *Nutrients.*, 2015, 7 (12), 10427 – 10446. DOI: 10.3390/nu7125542.

Terzi, E.: How Important is Maternal Serum Zinc Level and Supplementation? *Lokman Hekim Health Sci.*, 2022, 2 (3), 94 – 100. DOI: 10.14744/lhhs.2022.60001.

Tian, X., Anthony, K., Neuberger, T., Diaz, F. J.: Preconception Zinc Deficiency Disrupts Postimplantation Fetal and Placental Development in Mice. *Biol. Reprod.*, 2014, 90 (4), 83. DOI: 10.1095/biolreprod.113.113910.

Wang, H., Hu, Y. F., Hao, J. H., Chen, Y-H., Su, P-Y., Wang, Y., Yu, Z., Fu, L., Xu, Y-Y., Zhang, Ch., Tao, F-B., Xu, D-X.: Maternal zinc deficiency during pregnancy elevates the risks of fetal growth restriction: a population-based birth cohort study. *Sci. Rep.*, 2015, 5, 11262. DOI: 10.1038/srep11262.

Wilson, R. L., Grieger, J. A., Bianco-Miotto, T., Roberts, C. T.: Association between Maternal Zinc Status, Dietary Zinc Intake and Pregnancy Complications: A Systematic Review. *Nutrients.*, 2016, 8 (10), 641. DOI: 10.3390/nu8100641.

World Health Organization. Zinc supplementation during pregnancy. Geneva: World Health Organization, 2023. <https://www.who.int/tools/ele-na/interventions/zinc-pregnancy>. Accessed April 20, 2026

POKYNY PRE AUTOROV

ZAMERANIE ČASOPISU

Folia Pharmaceutica Cassoviensia je vedecký časopis založený v roku 2019 a vydávaný Univerzitou veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, SR. Časopis je vydávaný štvrťročne a uverejňuje pôvodné štúdie prinášajúce najnovšie poznatky z farmaceutickej a biomedicínskej oblasti, prehľadové články a kazuistiky z lekárenskej a z klinickej praxe. Okrem toho sa v časopise publikujú aj krátke oznámenia zamerané na rýchle uverejnenie poznatkov o aktuálnych vedeckých problémoch a objavoch vo farmácii a medicíne. Časopis neuverejňuje správy o vedeckých podujatiach a redakciou nevyžiadané recenzie.

Autori sú zodpovední za originalitu zaslaných príspevkov, správnosť ich obsahu a za to, že predkladaná práca alebo jej časti neboli publikované alebo zaslané na publikovanie inde.

Autori zasielajú príspevky elektronicky vo formáte textového procesora MS Word alebo vo formáte RTF. O zaradení príspevkov do časopisu rozhoduje redakčná rada na základe posudkov aspoň dvoch anonymných recenzentov. Príspevky schválené na publikovanie sa zasielajú autorovi spolu s recenznými posudkami na prípadné doplnenie alebo prepracovanie. Autor vráti redakcii upravený rukopis a pripojí písomné stanovisko k návrhom a pripomienkam recenzentov. Rozhodnutie redakčnej rady o prijatí alebo zamietnutí príspevku je konečné.

Za uverejnenie článku v časopise sa nevyžadujú žiadne poplatky.

VŠEOBECNÉ ZÁSADY

Príspevky sa uverejňujú v slovenskom, českom alebo anglickom jazyku. Ak je príspevok písaný v inom ako anglickom jazyku, vyžaduje sa názov práce, abstrakt a kľúčové slová v angličtine.

Kompletný text rukopisu vrátane fotografií, obrázkov, tabuliek a grafov sa zasiela v elektronickej forme na nasledovnú adresu: **folia.pharma@uvlf.sk**. Ak rukopis nesplní pokyny pre autorov, redakčná rada si vyhradzuje právo vrátiť rukopis autorom pred jeho posúdením recenzentmi.

Pri písaní príspevku (včítane grafov, tabuliek a pod.) je potrebné zachovávať jednotný štýl a formát práce (**Times New Roman**, veľkosť písma 12 bodov, riadkovanie 1,5, okraje 2,5 cm, zarovnanie podľa okrajov).

Pri zasielaní rukopisu autori pripájajú prehlásenie, že ich článok je pôvodný, nebol publikovaný ani zaslaný na publikáciu inde.

Ak štúdia hodnotí farmaceutický produkt, lekárske alebo vedecké zariadenie/pomôcku, alebo iný komerčný výrobok, autori informujú vydavateľa dôverným listom o akomkoľvek finančnom zainteresovaní, ktoré existuje v rámci spoločnosti, ktorá takýto produkt vyrába, alebo prípadnej konkurenčnej spoločnosti.

Používanie jednotiek. V texte sa zásadne používa medzinárodný systém jednotiek (SI). Iné jednotky je nevyhnutné vysvetliť a definovať.

Skratky a symboly. Pri voľbe fyzikálnych alebo fyzikálno-chemických symbolov je záväzný IUPAC Manual of Symbols and Terminology for Physicochemical Quantities and Units (Pergamon Press, Oxford, 1993). Používajú sa len štandardné skratky. Odporúča sa vyhýbať sa skratkám v názve a v abstrakte. Skratky by sa mali používať len pri ich častom opakovaní. Pri prvom použití skratky v texte sa pripojí jej vysvetlenie v zátvorke, pokiaľ sa nejedná o štandardnú jednotku merania.

Názvoslovie a terminológia. V texte je potrebné používať štandardné slovenské názvoslovie v zmysle platných odporúčaní IUPAC. Detailné inštrukcie pre anglicky písaný text sa nachádzajú v publikáciách

IUPAC *Brief Guide to the Nomenclature of Inorganic Chemistry IUPAC 2015, Pure App. Chem.* 87, 1039-1049, © IUPAC & De Gruyter 2015 and *Nomenclature of Organic Chemistry, IUPAC Recommendations and Preferred Names 2013*, Royal Society of Chemistry, Cambridge 2014. Je vhodné vyhnúť sa novým triviálnym názvom. Nové zlúčeniny musia byť pomenované systémovým názvoslovím podľa IUPAC.

Pri uvádzaní látok izolovaných z prírodných zdrojov sa latinsky uvedie názov zdroja (napr. rodový a druhový názov rastliny) a príslušná čeľaď. Liečivá sa uvádzajú INN názvom v slovenskej, českej, resp. v anglickej mutácii a to podľa jazyka, v ktorom je rukopis napísaný. Ak je známy liekopisný názov, tak sa uprednostní, resp. prípustné sú obidva.

Príklady: paracetamol (nie acetaminofén), bisfosfonát (nie bifosfonát), adrenalin/liekopis (nie epinefrín/INN), hydroxykarbamin (nie hydroxyurea), kromoglykán (nie chromoglykán), cholestyramín (nie colestyramín, kolestyramín), lítium (lithium), manitol (nie mannitol).

Latinské termíny sa píše kurzívou.

V texte treba rozlišovať pojmy „liečivo“ a „účinná látka“. „Účinná látka“ je látka alebo zmes použitá ako vstupná surovina pri výrobe lieku, ktorá sa po skončení výrobného procesu lieku stane liečivom. „Liečivo“ je chemicky jednotná alebo nejednotná látka ľudského, rastlinného, živočíšneho alebo chemického pôvodu, ktorá je nositeľom biologického účinku využiteľného na ochranu pred chorobami, na diagnostiku chorôb, liečenie chorôb alebo na ovplyvňovanie fyziologických funkcií.

Pre lieky sa uvádza firemný názov a držiteľ registrácie, resp. výrobca a krajina (pri ich prvom použití), *Príklad:* Panadol Junior (GlaxoSmithKline Consumer Healthcare Czech Republic s.r.o., Česká republika), IMMODIN (IMUNA PHARM, a.s., Slovensko), Azibiot (KRKA, d.d., Novo mesto, Slovinsko).

Fotografie, obrázky, grafy. Aby sa vyhlo prípadným nepresnostiam či chybám, odporúčame

zaslať fotografie, obrázky a grafy zvlášť v osobitnej prílohe (aj v prípade, že ich už autori majú v texte) a uviesť zdrojový program, v ktorom boli vypracované (napr. tabuľka – MS Word, graf – MS Excel). V texte sa uvádza odkaz na príslušnú fotografiu, obrázok a graf, napr. (viď obr. 1). Odkaz sa uvedie aj vtedy, keď autor zašle fotografie, obrázky a grafy iba v prílohe, aby bolo jasne označené miesto, kde sa má príslušná fotografia, obrázok alebo graf v texte nachádzať. Fotografie majú mať minimálne rozlíšenie na úrovni 300 dpi a musia byť jasné a ostré. Vzhľadom na technické komplikácie, ku ktorým môže dôjsť pri konvertovaní farebných obrázkov pre potreby čierno-bielej tlače sa odporúča zaslať obrázky a ilustrácie vo verzii vhodnej pre takúto tlač. V časopise môžu mať obrázky a ilustrácie šírku len 8,5 cm a nachádzať sa na strane širokej 17,5 cm, preto by veľkosť písmen v legende mala zodpovedať týmto rozmerom (Times New Roman 10). Obrázky, fotografie a grafy majú byť orámované, priebežne očíslované a má k nim byť pripojený príslušný text týkajúci sa obsahu a prípadne aj zdroja. Číslo a text nemá byť súčasťou fotografie/obrázku/grafu. Číslo a názov obrázku, fotografie a grafu sa má umiestniť nad a príslušný text týkajúci sa obsahu a prípadne aj zdroja (legenda) sa má umiestniť pod nimi. Pri mikrofotografiách text obsahuje aj údaje o mierke a technike farbenia. Hlavné objekty, zmeny a zistenia sa v mikrofotografiách označujú šípku alebo iným symbolom, ktorý je vysvetlený v legende.

Ak sa nejedná o vlastný obrázok/fotografiu, pre každý obrázok/fotografiu sa v legende uvádza zdroj.

Tabuľky je kvôli prípadným technickým komplikáciám potrebné vyhotoviť v programe MS Word (nesmú byť do textu vložené ako obrázky).

Etické aspekty. Pri popise experimentov vykonávaných na zvieratách sa uvádza, či boli schválené etickou komisiou a či boli dodržané príslušné aktuálne legislatívne opatrenia, ktoré sa vzťahujú na túto oblasť ako aj číslo povolenia Štátnej veterinárnej a potravinovej správy SR. Pri klinických štúdiách sa uvádza, či boli schválené príslušnou etickou komisiou.

Štatistika. Pri opise použitých štatistických

metód sa uvádzajú informácie potrebné na to, aby si informovaný čitateľ mohol na základe pôvodných výsledkov overiť ich správnosť.

ŠTRUKTÚRA PRÍSPEVKOV

Každý príspevok má byť tematicky kompletný. Odporúčaný rozsah pre odborný článok (pôvodnú štúdiu) je 12 strán, pre prehľadový článok 15 strán a pre kazuistiku 7 strán.

Hlavný text príspevku sa začína názvom príspevku v slovenskom alebo v českom jazyku a následne sa uvedie názov v jazyku anglickom, ktorý má byť stručný a výstižný (veľké tučné písmená, veľkosť písma 14, zarovnanie na stred). Pod názvom sa uvádzajú celé mená autorov (priezvisko, krstné meno/mená), pod nimi pracovné zaradenie autorov (inštitúcia) a štát a nakoniec e-mailová adresa prvého/korešpondujúceho autora (všetko zarovnané na stred). Pri empiricky orientovaných štúdiách je potrebné dodržať usporiadanie rukopisu do nasledovných častí: **ABSTRAKT, ÚVOD, MATERIÁL A METÓDY, VÝSLEDKY, DISKUSIA, ZÁVERY, (POĎAKOVANIE), ZOZNAM LITERATÚRY.**

Každý nadpis sa uvádza na osobitnom riadku (veľké tučné písmo, veľkosť 12). Nad ním a pod ním sa vynechá voľný riadok. Každý odsek začína zarážkou

ABSTRAKT

Vyžaduje sa abstrakt v angličtine (tučné písmo, veľkosť 12). Jeho dĺžka by nemala presiahnuť 250 slov. Abstrakt stručne prezentuje cieľ a relevantnosť štúdie, základné postupy, hlavné zistenia a vyvedené závery. Zdôrazňuje nové a dôležité aspekty štúdie a pozorovaní.

Key words: Kľúčové slová (3–10) sa uvádzajú v slovenskom resp. českom a v anglickom jazyku v abecednom poradí pod abstraktom, od ktorého sú oddelené jedným voľným riadkom. Oddelujú sa bodkočiarkou.

ÚVOD

Uvádza sa stručný prehľad problematiky. Namiesto podrobného literárneho prehľadu je vhodnejšie sústrediť sa na striktné relevantné zdroje bez zahrnutia podrobných údajov a záverov prezentovaných v týchto zdrojoch. Úvod sa má končiť cieľom, ktorý si autori vytýčili.

MATERIÁL A METÓDY

Prezentuje sa podrobný popis a charakteristika objektov pozorovania/experimentov, vrátane kontrol. Identifikujú sa použité metódy, prístroje (meno a adresa výrobcu v zátvorke) a postupy s dostatočnými podrobnosťami na to, aby ich bolo možné reprodukovať. Citujú sa zavedené metódy a ich zdroj je a stručne sa opisujú metódy, ktoré boli publikované, ale nie sú veľmi známe. Poskytuje sa kompletný opis nových alebo podstatne modifikovaných metód, dôvody ich použitia a ich prípadné obmedzenia. Presne sa identifikujú všetky použité liečivá a chemikálie vrátane ich generického názvu, dávky a spôsobu podávania.

Poskytujú sa kompletné informácie o štatistických metódach a opatreniach použitých vo výskume.

VÝSLEDKY

Pri uvádzaní výsledkov sa používa medzinárodný systém jednotiek (SI).

Prezentácia výsledkov má byť výstižná, s logickou nadväznosťou a využívaním tabuliek a názorných grafov. V tabuľkách a grafoch je potrebné vyhnúť sa duplicitu prezentovaných výsledkov. V texte sa zdôrazňujú a sumarizujú len dôležité pozorovania. Tam, kde je to vhodné/potrebné, tabuľky majú obsahovať výsledky štatistickej analýzy (hladiny významnosti

DISKUSIA

Zdôrazňujú sa nové a dôležité aspekty štúdie, ktoré vedú ku konečným záverom. Je potrebné sa vyhnúť podrobnému opakovaniu údajov už spomenutých v častiach Úvod a Výsledky. Diskusia má obsahovať zhrnutie prezentovaných zistení, relevantné obmedzenia a význam týchto zistení pre

d'alší výskum. Výsledky štúdie sú porovnávané s publikovanými výsledkami iných autorov.

ZÁVERY

Dávajú sa do súvislosti závery s cieľom štúdie. Je potrebné sa vyhnúť nekvalifikovaným vyhláseniam a záverom, ktoré nie sú plne podporované získanými údajmi. Tam, kde je to vhodné, môžu sa uvádzať odporúčania.

POĎAKOVANIE

(Kurzívou) Ak je to potrebné, uvádza sa poďakovanie (grant, špeciálne analýzy, technická podpora...).

ZOZNAM LITERATÚRY

Všetky zdroje uvedené v zozname musia byť citované v texte.

Použité zdroje sa v zozname uvádzajú v abecednom poradí (podľa priezviska prvého autora), a každý z nich sa začína písať na nový riadok s odsadením. Zdroje musia obsahovať priezviská a iniciály všetkých autorov. Neodporúča sa použiť nadmerný počet citácií na podporu jedného vyhlásenia.

Od autorov sa vyžaduje použitie iba overiteľných a recenzovaných zdrojov z celosvetovo akceptovaných vedeckých databáz.

V texte sa cituje/ú autor/i priezviskom a rok publikovania. V slovenskom a českom jazyku sa používajú spojky „a“ a „a kol.“, ak je rukopis v anglickom jazyku spojky „and“ a „et al.“. Viacnásobné citácie sa uvádzajú v chronologickom poradí (od najstaršej po najnovšiu).

Pri písaní zdrojov štýl a interpunkcia má zodpovedať príkladom uvedeným nižšie:

Časopis (vedecký/odborný): Priezvisko/á a iniciála/y autora /ov. Celý názov článku, názov časopisu (kurzívou), rok publikácie, ročník a príslušné strany. Číslo časopisu sa uvedie (v zátvorke) len vtedy, keď sa v časopise neuvádza ročník. Možno uviesť skrátený názov časopisu, ak sa takýto nachádza v štandardnom ISO zozname skrátených názvov

časopisov. ISSN číslo sa nevyžaduje:

Bagirova, V. L., Mit'kina, L. I.: Determination of Tartrazine in drugs. *Pharm. Chem. J.* 2003, 37, 558 – 559.

Vetulani, J.: Drug addiction, part II. Neurobiology of addiction. *Pol. J. Pharmacol.*, 2001, 53 (4), 303 – 317.

Pri zdrojoch v slovenskom alebo českom jazyku je potrebné do hranatej zátvorky uviesť názov článku/knihy a i.

Zummerová, A., Kolesárová, M.: Adherencia pacientov k liečbe reumatoidnej artritídy [Adherence of patients to the therapy of rheumatoid arthritis]. *Folia Pharmaceutica Cassoviensia*, 2020, 2 (3), 69 – 78.

Kniha (editovaná, needitovaná):

Mená a iniciály autorov citovanej časti knihy, autori/editori knihy, názov knihy (kurzívou), miesto vydania, vydavateľ, rok vydania, celkový počet strán alebo citované strany (ISBN sa nevyžaduje):

Choi, C. K., Dong, M. W.: Chapter 5 – Sample preparation for HPLC analysis of drug products. In Ahuja, S., Dong, M. W. (Eds.). *Handbook of Pharmaceutical Analysis by HPLC*. United Kingdom: Elsevier, 2005. 123–144.

Podczek, F., Jones, B. E.: Pharmaceutical Capsules, 2nd edn., *Pharmaceutical Press*, 2004. 66–67.

Zborník z konferencie: Mená a iniciály autorov. Celý názov článku. Názov zborníka/konferencie, miesto a dátum konania, rok publikácie, celkový počet strán alebo citované strany:

Canganella, F., Balsamo, R.: Isolation and selection of probiotic microorganisms with antagonistic activity against *Paenicibacillus larvae* and *Paenicibacillus alvei*. In *Proceedings of the International Probiotic Conference: Probiotics for the 3rd Millenium*, High Tatras, Slovakia, June 4 – 7, 2008, 28 – 29.

Online časopis:

Simon, J. A., Hudes, E. S.: Relationship of ascorbic acid to blood lead levels. *JAMA* 1999, 281,

2289 – 2293. <http://url>. Accessed July 11, 2009.

Pri zdroji v slovenskom/českom jazyku sa uvádza [cit. 2021-01-30].

Online website:

King, M. W.: *The Medical Biochemistry Page*. <http://themedicalbiochemistrypage.org>. Updated July 14, 2009. Accessed July 14, 2009.

PREHLADOVÉ ČLÁNKY

Publikujú sa aj články, ktoré prezentujú súhrnné informácie o významných aspektoch vo farmácii a medicíne s relevantnou historickou perspektívou. Odporúčaná štruktúra prehľadových článkov je nasledovná:

NÁZOV/AUTORI – názov (aj v angličtine) má byť stručný a informatívny.

ABSTRAKT (v angličtine) – uvádza ciele a výsledky prehľadu s kľúčovými slovami (3-10).

ÚVOD – poskytuje informácie o kontexte, indikuje motiváciu autora/autorov prehľadu, definuje príslušné zameranie a otázky pre výskum a vysvetľuje štruktúru textu.

MATERIÁL A METÓDY – opisuje/sumarizuje metódy použité pre lokalizáciu, získavanie, selekciu a syntetizovanie údajov.

Hlavná časť prehľadového článku – pre prehľadnosť sa používajú relevantné podnadpisy.

ZÁVER – Zodpovedanie otázok pre výskum, položených v úvode.

ZOZNAM LITERATÚRY – Potvrďuje práce iných vedcov – zabraňuje obvineniam z plagiátorstva. Neodporúča sa použiť viac ako 100 literárnych zdrojov.

KAZUISTIKY

Publikujú sa aj články, ktoré prezentujú správy o výnimočnom prípade určitého liečiva, resp. substancie či zmesi a jej neobvyklého účinku alebo opis zaujímavého klinického prípadu, choroby a pod. Odporúčaná štruktúra kazuistik je nasledovná:

NÁZOV/AUTORI – názov (aj v angličtine) má byť stručný a informatívny.

ABSTRAKT (v angličtine) – skrátaná verzia celého textu s kľúčovými slovami (3-10)

ÚVOD – vysvetľuje dôvody, pre ktoré bol daný prípad opísaný

OPIS PRÍPADU/PRÍPADOV – hlavná časť kazuistiky - uvádza sa priebeh, liečba, prognóza a ukončenie prípadu

DISKUSIA – zdôrazňujú sa zaujímavé aspekty prípadu

ZÁVER – opisujú sa súvislosti medzi hlavnými zisteniami/pozorovaniami a cieľom práce

ZOZNAM LITERATÚRY

RECENZIA

Publikujú sa aj kritické rozborov odborného diela (napr. knihy, článku), ktoré obsahujú odôvodnené hodnotenie. Odporúčaná štruktúra recenzie je nasledovná:

ZÁKLADNÉ INFORMÁCIE – uvádza sa názov knihy (článku, časopisu), mená autorov (priezvisko, iniciály), miesto vydania a názov vydavateľstva, rok vydania, počet strán, odporúčaná cena, ISBN

OBSAH KNIHY (ČLÁNKU, ČASOPISU) – opisujú sa dôležité informácie, napr. čím kniha (článok, časopis) recenzenta zaujala/sklamala.

VÝZNAM KNIHY (ČLÁNKU, ČASOPISU) – uvádza sa jej využitie pre odbornú verejnosť.

Redakčná rada