

ТЕОРЕТИЧНА І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА МЕДИЦИНА

<https://doi.org/10.35339/ekm.2020.86.01.01>

УДК 616-091:616-08:616.314-71:616-018

І.В. Ковач¹, Н.В. Гутарова², В.В. Алексеева³

¹Дніпровська державна медична академія

²КЗ «Новомосковська міська стоматологічна поліклініка»

Дніпропетровської обласної ради»

³Харківський національний медичний університет

ВПЛИВ PRP-ТЕРАПІЇ НА СТАН СУДИН МІКРОЦИРКУЛЯТОРНОГО РУСЛА НА ТЛІ ЗАСТОСУВАННЯ НЕЗМІННОЇ ОРТОДОНТИЧНОЇ ТЕХНІКИ

Визначали вплив PRP-терапії на стан судин мікроциркуляторного русла при використанні незмінної ортодонтитичної техніки (НОТ). Досліди проведено на 32 кролях-самцях голландської породи віком 9 місяців, які були рівномірно розподілені на чотири групи: контрольну (КГ) та експериментальні групи (I, II, III) по 8 тварин у кожній. Встановлено, що лікування за допомогою НОТ призводить до погіршення стану судин мікроциркуляторного русла, розвитку ішемії та некрозу слизової оболонки порожнини рота. Використання антибактеріальних препаратів на фоні НОТ призводить до мало вираженого ефекту, який розвивається досить пізно (на 20-ту добу у досліджуваній групі кролів). Найбільш ефективним методом лікування є використання PRP-терапії з вираженим вже з перших днів, сильним та довготривалим ефектом при мінімумі протипоказань до процедури.

Ключові слова: мікроциркуляторне русло, PRP-терапія, незмінна ортодонтитична техніка.

Вступ

Використання незмінної ортодонтитичної техніки (НОТ) на сьогодні є «золотим стандартом» у лікуванні цілого комплексу захворювань зубощелепної системи [1]. За допомогою даного методу успішно лікуються деякі вроджені аномалії розвитку цієї ділянки, ефективно коригуються косметичні дефекти, відновлюється фізіологічне взаєморозташування зубів, змінюється архітектоніка зубощелепної ділянки [2]. Інколи ефективність використання НОТ настільки висока, що дозволяє запобігти хірургічному лікуванню вказаних патологічних станів [3]. Зважаючи на позитивний та швидкий ефект використання НОТ, йому віддають перевагу більшість лікарів-ортодонтів, повсякчас використовуючи для корекції патологічних станів як у дитячому віці, так і серед дорослих, вважаючи його безпечним та зручним у лікуванні будь-яких груп пацієнтів [4].

Проте довготривале використання НОТ неминує призводить до патологічних змін як слизової оболонки, так і кісткової тканини [5]. Так, використання НОТ зменшує ефективність щоденного гігієнічного догляду за порожниною рота, що призводить до росту патогенної мікрофлори, виникнення запальних змін із розповсюдженням на тканини зуба та сусідні ділянки слизової оболонки [6].

Ще однією патогенетичною ланкою виникнення патологічних змін у ротовій порожнині є ішемія тканин [7]. Довготривале порушення мікроциркуляції призводить до виникнення ішемічних змін у ротовій порожнині, викликає дистрофічні зміни в її слизовій оболонці, порушує трофіку тканин зуба. Таким чином, пролонгований у часі запальний процес розповсюджується як на тканини зубів, періодонт, так і на маргінальну частину ясен. Патологічні зміни, що розвиваються в ротовій порожнині, вимагають від лікарів ефективного лікування.

© І.В. Ковач, Н.В. Гутарова, В.В. Алексеева, 2020

Platelite Rich Plasma-терапія (PRP) – новітній, ефективний, один із найбільш перспективних методів лікування, який використовується практично у всіх галузях медицини [8]. Метод, який дотепер успішно використовувався у косметології, дерматології, травматології, пластичній хірургії [9], показав свою ефективність і у щелепно-лицьовій хірургії та стоматології [10].

PRP-терапія має значні переваги перед іншими. При лікуванні цим методом використовується власний біологічний матеріал, який не викликає побічних ефектів та алергічних реакцій, фактори росту прискорюють регенеративні процеси у слизовій оболонці ротової порожнини, поліпшують кровопостачання, нормалізують роботу мікроциркуляторного русла, стимулюють процеси тканинного дихання [11]. Окрім того, PRP-терапія впливає не лише на функціонування мікроциркуляторного русла, а й на стан кісткової тканини, зміцнюючи її, підвищує місцевий імунітет [12].

Враховуючи все вищенаведене, метою нашої роботи стало визначення впливу PRP-терапії на стан мікроциркуляторного русла при використанні незмінної ортодонтичної техніки.

Матеріали та методи

Досліди проведено на 32 кролях-самцях голландської породи віком 9 місяців, які були рівномірно розподілені на чотири групи: контрольну (КГ) та експериментальні групи (I, II, III) по 8 тварин у кожній.

Усім тваринам експериментальних груп на верхню щелепу встановлювалися брекет-системи з пружиною, яка відкривається. Тваринам I групи окрім встановлених брекет-систем не проводили жодних інших маніпуляцій. Тваринам II групи додатково на ділянку ясен за допомогою ватного тампона наносили гель «Метрогіл» двічі на добу. Тваринам III групи після проведення гігієнічного догляду за порожниною рота на наступну добу проводили PRP-терапію. Контрольна група була представлена інтактними тваринами, яким не встановлювали НОТ та не проводили жодних маніпуляцій. Кролі виводились з експерименту на 5 та 20-ту добу відповідно до загальноприйнятих міжнародних біоетичних стандартів проведення досліджень на тваринах.

Після виведення тварин з експерименту тканини пародонта фіксували у 10 % розчині формаліну і після рутинної проводки виготовляли зрізи, які на наступних етапах фарбували гематоксилином та еозином за Ван Гізоном та за Рего.

Мікропрепарати вивчали за допомогою мікроскопу «Olympus BX-41» з наступною обробкою зображень програмою «Olympus DP-soft version 3.2», за допомогою якої і проводилось морфометричне дослідження.

Результати та їх обговорення

Під час огляду ротової порожнини тварин, яким лише встановлювали НОТ та не призначали жодного наступного лікування (група I), привертала увагу виражена блідість слизової оболонки, часто потоншена, подекуди з ділянками ерозивних змін та виразковими дефектами. При дотику шпателем слизова оболонка кровоточила.

Також у тварин цієї групи відмічався найгірший стан судин мікроциркуляторного русла (МЦР) як на 5-ту, так і на 20-ту добу. Виявлялась нерівномірність їхнього кровонаповнення. На фоні різко розширених, заповнених кров'ю судин звертали на себе увагу судини, що спалились та запусівали. Зустрічались паретично дилатовані судини. У просвіті судин визначались тромботичні маси, які переважно зустрічаються в артеріях малого калібру, артеріолах, посткапілярах, венулах. Ділянки крововиливу розповсюджувались і на периваскулярний простір. На 5-ту добу в периваскулярному просторі спостерігався виражений набряк та запальна інфільтрація, яка була присутня дещо меншою мірою вираженості і на 20-ту добу дослідження. Спостерігались скупчення лімфоцитів та велика кількість макрофагів. Ендотеліоцити судин були збільшені у розмірах, з гіперхромними ядрами. Привертала увагу великі за розміром зони ішемії.

У цій групі показники на 5 та 20-ту добу відповідно становили: артеріоли – $(18,25 \pm 0,40) \times 10^{-6}$ м та $(13,29 \pm 0,66) \times 10^{-6}$ м, прекапіляри – $(11,72 \pm 0,22) \times 10^{-6}$ м та $(9,36 \pm 0,26) \times 10^{-6}$ м, капіляри – $(5,69 \pm 0,10) \times 10^{-6}$ м та $(4,85 \pm 0,11) \times 10^{-6}$ м, посткапілярні венули – $(27,63 \pm 0,45) \times 10^{-6}$ м та $(29,88 \pm 0,33) \times 10^{-6}$ м, венули – $(43,43 \pm 1,36) \times 10^{-6}$ м та $(46,52 \pm 1,46) \times 10^{-6}$ м. Контрольна група достовірно $p < 0,05$ відрізнялася кращими показниками (таблиця).

При дослідженні II групи тварин, яким після встановлення НОТ проводили лікування за допомогою гелю «Метрогіл», виявлено, що на 5-ту добу обстеження слизова оболонка також була блідою, місцями потоншеною та зі слідами крововиливів, відмічалась кровоточивість при доторкуванні шпателем. Проте на 20-ту добу дослідження дані ознаки були менш виражені, інколи зустрічались поодинокі крововиливи, ерозивні поверхні.

Зміни середніх показників діаметра основних судин МЦР на фоні встановлення НОТ та в інтактній групі тварин

Група/ термін	Діаметр елементів МЦР, $\times 10^{-6}$ м				
	Артеріоли	Прекапілярні артеріоли	Капіляри	Посткапілярні венули	Венули
I група 5-та доба	18,25 \pm 0,40*	11,72 \pm 0,22*	5,69 \pm 0,10*	27,63 \pm 0,45	43,43 \pm 1,36*
I група 20-та доба	13,29 \pm 0,66*	9,36 \pm 0,26*	4,85 \pm 0,11*	29,88 \pm 0,33	46,52 \pm 1,46
II група 5-та доба	17,33 \pm 0,29*	11,47 \pm 0,16*	5,98 \pm 0,07*	27,71 \pm 0,26	43,53 \pm 1,20*
II група 20-та доба	22,48 \pm 0,28	11,81 \pm 0,21*	6,84 \pm 0,21*	27,52 \pm 0,36	42,32 \pm 1,23*
III група 5-та доба	19,38 \pm 0,43*	12,03 \pm 0,14	6,09 \pm 0,07*	27,78 \pm 0,26	43,36 \pm 1,14*
III група 20-та доба	23,11 \pm 0,82	12,72 \pm 0,17	7,92 \pm 0,21	26,83 \pm 0,23	40,56 \pm 1,03
КГ	23,54 \pm 0,47	13,11 \pm 0,23	7,88 \pm 0,12	25,86 \pm 0,33	37,5 \pm 1,67

Примітка. * $p \leq 0,05$ різниця статистично достовірна у порівнянні з інтактною групою.

Носіння НОТ навіть на тлі лікування антибактеріальним препаратом не було досить успішним та впливало на стан судин мікроциркуляторного русла. Як і у попередній групі, у тварин II групи при дослідженні виявлено як дилатовані, паретично розширені судини, так і звужені судини. Зустрічались також і мікротромби в просвіті судин, хоча і в меншій мірі, ніж у групі тварин без лікування. Слід зазначити, що кількість тромботичних мас напряму залежить від часу дослідження. Так, на 20-ту добу зустрічались лише поодинокі мікротромби, тоді як на 5-ту добу вони зустрічались частіше. В деяких досліджуваних зразках зустрічались зони ішемії, менш розповсюджені, ніж у попередній групі тварин. Поодинокі зони некрозу незначних розмірів були присутні лише при дослідженні зразків, отриманих на 5-ту добу. Ендотеліоцити судин МЦР, як і у попередній групі, збільшені у розмірах. Доволі сильно виражений набряк та запальна інфільтрація в периваскулярному просторі, яка проявлялась скупченням лімфоцитів та макрофагів. Слід відмітити, що до 20-ї доби вираженість запальної інфільтрації згасала.

Дана група тварин дещо відрізняється і за морфометричними показниками судин МЦР (таблиця).

Так, діаметр артеріол становив (17,33 \pm 0,29) $\times 10^{-6}$ м та (22,48 \pm 0,28) $\times 10^{-6}$ м, прекапілярів – (11,47 \pm 0,16) $\times 10^{-6}$ м та (11,81 \pm 0,21) $\times 10^{-6}$ м, капілярів – (5,98 \pm 0,07) $\times 10^{-6}$ м та (6,84 \pm 0,21) $\times 10^{-6}$ м, посткапілярних венул – (27,71 \pm 0,26) $\times 10^{-6}$ м та (27,52 \pm 0,36) $\times 10^{-6}$ м, венул – (43,53 \pm 1,20) $\times 10^{-6}$ м та (42,32 \pm 1,23) $\times 10^{-6}$ м на 5 і 20-ту добу відповідно (таблиця).

Найбільш наближеною до контрольної групи тварин виявились кролі, яким було встановлено НОТ із подальшим проведенням PRP-терапії. Навіть при огляді на 5-ту добу слизова оболонка у них була блідо-рожевою, хоча дещо стоншеною. Не відмічалось наявності ерозивно-виразкових дефектів.

Судини МЦР представлені артеріолами, капілярами, венулами. Вони повнокровні, добре анастомозують між собою. Тромби не визначались. Ендотелій виражений добре. В деяких полях зору визначались поодинокі лімфоцити, що знаходились переважно в периваскулярному просторі.

Під час морфометричного дослідження виявлено: діаметр артеріол у III групі тварин складає (19,38 \pm 0,43) $\times 10^{-6}$ м та (23,11 \pm 0,82) $\times 10^{-6}$ м, діаметр прекапілярів – (12,03 \pm 0,14) $\times 10^{-6}$ м та (12,72 \pm 0,17) $\times 10^{-6}$ м, капілярів – (6,09 \pm 0,07) $\times 10^{-6}$ м та (7,92 \pm 0,21) $\times 10^{-6}$ м, посткапілярних венул – (27,78 \pm 0,26) $\times 10^{-6}$ м та (26,83 \pm 0,23) $\times 10^{-6}$ м, венул – (43,36 \pm 1,14) $\times 10^{-6}$ м та (40,56 \pm 1,03) $\times 10^{-6}$ м відповідно на 5 та 20-ту добу лікування (таблиця).

Таким чином, в ході даного дослідження виявлено, що лікування за допомогою НОТ неминуче призводить до ішемічних змін слизової оболонки порожнини рота з подальшим виникненням некротичних змін. В основі ішемічних змін лежить порушення роботи мікроциркуляторного русла. Зміни ішемічного характеру визначаються протягом всього періоду носіння НОТ, як на 5-ту, так і на 20-ту добу і навіть спостерігається їхнє посилення до 20-ї доби. Малоефективним методом лікування змін, обумовлених використанням брекет-си-

стем, є використання антибактеріальних препаратів. Водночас ефект від даної групи препаратів залежить від часу використання і сягає максимуму лише на 20-ту добу. До того ж антибактеріальні препарати є менш ефективними, тому що лише пригнічують розвиток патогенної мікрофлори, а не сприяють нормалізації структури МЦР, в той час як PRP-терапія у досліджуваній групі тварин вже з перших днів показала свою ефективність.

У групі тварин на тлі використання плазмоліфтингу вже на 5-ту добу не спостерігали виражених ознак ішемії як при візуальному огляді, так і при мікроскопічному дослідженні слизової оболонки і не спостерігали явища набряку та інфільтрації.

Таким чином, ін'єкції плазми, збагаченої тромбоцитами, завдяки вмісту факторів росту викликають розростання капілярів, нормалізують гемодинаміку, тканинне дихання, обмін речовин. До того ж, компоненти, що містяться в плазмі, є абсолютно природними і не викликають розвиток пухлин, алергічних реакцій чи будь-яких значущих побічних дій [13].

Також слід відмітити універсальність лікувального препарату, адже плазма містить цілий спектр факторів росту, різнонаправлених за механізмом дії [14]. Фактори росту після цент-

рифугування потрапляють в тканини у концентрованому стані, що і обумовлює силу, швидкість та тривалість ефекту. PRP-терапія стимулює процеси регенерації та репарації тканин в значній мірі, що сприяє скороченню тривалості періоду реабілітації [15].

До того ж дана процедура має лімітований список протипоказань, до яких відносяться злоякісні новоутворення, системні хвороби, алергічна реакція на антикоагулянт (натрій-гепарин) в анамнезі. У ході дослідження вже на 5-ту добу спостерігався перший терапевтичний ефект у вигляді зниження інтенсивності запальних процесів ясен, зменшення кровоточивості слизової оболонки, підвищення швидкості репарації тканин на тлі лікування НОТ.

Висновки

Лікування за допомогою НОТ призводить до погіршення стану судин МЦР, розвитку ішемії та некрозу слизової оболонки порожнини рота. Використання антибактеріальних препаратів на тлі застосування НОТ призводить до мало вираженого ефекту, який розвивається досить пізно (на 20-ту добу у досліджуваній групі кролів). Найбільш ефективним методом лікування є використання PRP-терапії з вираженим вже з перших днів, сильним та довготривалим ефектом при мінімумі протипоказань до процедури.

References

1. Reichert I., Figel P., Winchester L. (2014). Orthodontic treatment of anterior open bite: a review article – is surgery always necessary? *Oral Maxillofac Surg.*, № 18 (3), pp. 271–277, DOI: 10.1007/s10006-013-0430-5, PMID: 23949448.
2. Jiang Q., Li J., Mei L., Du J., Levrini L., Abbate G.M. et al. (2018). Periodontal health during orthodontic treatment with clear aligners and fixed appliances: A meta-analysis. *J Am Dent Assoc.*, № 149 (8), pp. 712–720.e12, DOI: 10.1016/j.adaj.2018.04.010, PMID: 29921415.
3. Pisani L., Bonaccorso L., Fastuca R., Spina R., Lombardo L., Caprioglio A. (2016). Systematic review for orthodontic and orthopedic treatments for anterior open bite in the mixed dentition. *Prog Orthod.*, № 17 (1), p. 28, DOI: 10.1186/s40510-016-0142-0, PMID: 27615261, PMCID: PMC5027197.
4. Batista K.B., Thiruvengkatachari B., Harrison J.E., O'Brien K.D. (2018). Orthodontic treatment for prominent upper front teeth (Class II malocclusion) in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev.*, № 13, p. 3, DOI: 10.1002/14651858.CD003452.pub4, PMID: 29534303, PMCID: PMC6494411.
5. Kirschneck C., Christl J.J., Reicheneder C., Proff P. (2016). Efficacy of fluoride varnish for preventing white spot lesions and gingivitis during orthodontic treatment with fixed appliances—a prospective randomized controlled trial. *Clin Oral Investig.*, № 20 (9), pp. 2371–2378, DOI: 10.1007/s00784-016-1730-6, PMID: 26832780.
6. Manuelli M., Marcolina M., Nardi N., Bertossi D. et al. (2019). Oral mucosal complications in orthodontic treatment. *Minerva Stomatol.*, № 68 (2), pp. 84–88, DOI: 10.23736/S0026-4970.18.04127-4, PMID: 30854838.
7. Buckley J.G., Jones M.L., Hill M., Sugar A.W. (1999). An evaluation of the changes in maxillary pulpal blood flow associated with orthognathic surgery. *Br J Orthod.*, № 26 (1), pp. 39–45, DOI: 10.1093/ortho/26.1.39, PMID: 10333886.
8. Lang S., Loibl M., Herrmann M. (2018). Platelet-Rich Plasma in Tissue Engineering: Hype and Hope. *Eur Surg Res*, № 59 (3–4), pp. 265–275, DOI: 10.1159/000492415, PMID: 30244245.

9. Miron R.J., Zucchelli G., Pikos M.A., Salama M. et al. (2017). Use of platelet-rich fibrin in regenerative dentistry: a systematic review. *Clin Oral Investig*, № 21 (6), pp. 1913–1927, DOI: 10.1007/s00784-017-2133-z, PMID: 28551729.

10. Shah R., Triveni M.G., Thomas R., Mehta D.S. (2017). An Update on the Protocols and Biologic Actions of Platelet Rich Fibrin in Dentistry. *Eur J Prosthodont Restor Dent*, № 25 (2), pp. 64–72, DOI: 10.1922/EJPRD_01690Shah09, PMID: 28590091.

11. Simonpieri A., Del Corso M., Vervelle A., Jimbo R. et al. (2012). Current knowledge and perspectives for the use of platelet-rich plasma (PRP) and platelet-rich fibrin (PRF) in oral and maxillofacial surgery part 2: Bone graft, implant and reconstructive surgery. *Curr Pharm Biotechnol*, № 13 (7), pp. 1231–1256, DOI: 10.2174/138920112800624472, PMID: 21740370.

12. Ulusoy A.T., Turedi I., Cimen M., Cehreli Z.C. (2019). Evaluation of Blood Clot, Platelet-rich Plasma, Platelet-rich Fibrin, and Platelet Pellet as Scaffolds in Regenerative Endodontic Treatment: A Prospective Randomized Trial. *J Endod*, № 45 (5), pp. 560–566, DOI: 10.1016/j.joen.2019.02.002, PMID: 30935618.

13. Miron R.J., Fujioka-Kobayashi M., Hernandez M., Kandalam U. et al. (2017). Injectable platelet rich fibrin (i-PRF): opportunities in regenerative dentistry? *Clin Oral Investig*, № 21 (8), pp. 2619–2627, DOI: 10.1007/s00784-017-2063-9, PMID: 28154995.

14. Pachito D.V., Latorraca C.O.C., Riera R. (2019). Efficacy of platelet-rich plasma for non-transfusion use: Overview of systematic reviews. *Int J Clin Pract*, № 73 (11), e13402, DOI: 10.1111/ijcp.13402, PMID: 31408240.

15. Elghblawi E. (2018). Platelet-rich plasma, the ultimate secret for youthful skin elixir and hair growth triggering. *J Cosmet Dermatol*, № 17 (3), pp. 423–430, DOI: 10.1111/jocd.12404, PMID: 28887865.

И.В. Ковач, Н.В. Гутарова, В.В. Алексева

ВЛИЯНИЕ PRP-ТЕРАПИИ НА СОСТОЯНИЕ СОСУДОВ МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОГО РУСЛА НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ НЕСМЕННОЙ ОРТОДОНТИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Определяли влияние PRP-терапии на состояние сосудов микроциркуляторного русла при использовании неизменной ортодонтической техники (НОТ). Опыты проведены на 32 кроликах-самцах голландской породы возрастом 9 месяцев, которые были равномерно распределены на четыре группы: контрольную (КГ) и экспериментальные (I, II, III) группы по 8 животных в каждой. Установлено, что лечение с помощью НОТ приводит к ухудшению состояния сосудов МЦР, развитию ишемии и некрозу слизистой оболочки полости рта. Использование антибактериальных препаратов на фоне НОТ приводит к мало выраженному эффекту, который развивается достаточно поздно (на 20-е сутки в исследуемой группе кроликов). Наиболее эффективным методом лечения является использование PRP-терапии с выраженным уже с первых дней, сильным и долговременным эффектом при минимуме противопоказаний к процедуре.

Ключевые слова: микроциркуляторное русло, PRP-терапия, неизменная ортодонтическая техника.

I. Kovach, N. Gutarova, V. Alekseeva

THE EFFECT OF PRP-THERAPY ON THE STATE OF THE MICROCIRCULATORY BED USING FIXED ORTHODONTIC APPLIANCES

The effect of PRP-therapy on the state of the vessels of the microvasculature was determined using invariable orthodontic appliances (FOAs). The experiments were carried out on 32 male rabbits of the Dutch breed aged 9 months, which were evenly distributed into four groups: control and experimental groups (I, II, III), 8 animals each. It has been established that treatment with FOAs leads to deterioration of the microcirculatory bed vessels, the development of ischemia and necrosis of the oral mucosa. The use of antibacterial drugs against the background of FOAs leads to a weakly pronounced effect, which develops quite late (on the 20th day in the studied group of rabbits). The most effective method of treatment is the use of PRP-therapy with a pronounced, strong and long-term effect from the very first days with a minimum of contraindications to the procedure.

Keywords: microcirculatory bed, PRP-therapy, permanent orthodontic technique.

Надійшла до редакції 08.01.2020

Контактна інформація

Ковач Ілона Василівна – доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри стоматології дитячого віку Дніпровської державної медичної академії.

Адреса: Україна, 49044, м. Дніпро, вул. Володимира Вернадського, 9.

Тел.: +38 (050) 342-77-22

E-mail: doc.ilakovach@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5887-4136>.

Гутарова Наталія Володимирівна – генеральний директор КЗ «Новомосковська міська стоматологічна поліклініка» Дніпропетровської обласної ради».

Адреса: Україна, 51200, Дніпропетровська обл., м. Новомосковськ, вул. Велика Ковалівка, 26.

Тел.: +38 (050) 295-50-01

E-mail: gutarovan@ukr.net

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9738-7368>.

Алексєєва Вікторія Вікторівна – асистент кафедри гістології, цитології та ембріології Харківського національного медичного університету.

Адреса: Україна, 61022, м. Харків, пр. Науки, 4.

Тел.: +38 (099) 966-89-76

E-mail: vik13052130@i.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5272-8704>.