

АНТИБІОТИКОРЕЗИСТЕНТНІСТЬ ЕНТЕРОБАКТЕРІЙ У СОБАК: ОГЛЯД

Мурашко О. І., Мельник В. В. (ORCID ID 0000-0002-9386-8620)

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна, e-mail: sunsetmur@gmail.com

Резюме. Зниження чутливості мікроорганізмів до антибіотиків є важливою проблемою для вирішення в наш час. Кількість домашніх тварин є великою, та постійно збільшується. Собаки та кішки мають спільне середовище існування з людиною. Для їх лікування застосовують спільні як для людини, так і для тварин препарати, що призводить до формування та поширення антибіотикорезистентності. Наслідки стійкості бактерій до антимікробних препаратів в основному однакові – втрата можливостей для ефективного лікування, що призводить до економічних збитків через збільшення витрат на терапевтичні заходи. Поширення резистентних до антибіотиків мікроорганізмів є проблемою для здоров'я як людей, так і тварин. Мета полягала у дослідженні потенційної передачі стійких до антимікробних препаратів бактерій від домашніх тварин до людини. Методи: систематичний огляд усіх досліджень, опублікованих наукових базах з 2012 по 2022 рр., включав аналіз повідомлень про появу антибіотикорезистентних штамів у домашніх тварин, та їх потенційну або доведену передачу людині. Результати: Випадки виявлення стійких до антибіотиків ентеробактерій були виявлені у Америці, Азії, та Європі. Передачу мультирезистентної *E. coli* у собак і котів з досить високою поширеністю описано у країнах Північної Америки. Висновки: Міжвидова передача стійких до антибіотиків мікроорганізмів становить ризики для здоров'я населення. Дослідження поширеності з використанням молекулярно-генетичних і класичних мікробіологічних методів необхідні для кращого вивчення проблеми антибіотикорезистентності.

Ключові слова: антибіотикорезистентність, ентеробактерії, зоонози.

Термін «One Health», який набуває дедалі більш широкого застосування, передбачає, що існує лише одне, спільне поняття “здоров'я”, яке стосується людей, тварин та екосистеми. Те, що впливає на один з цих компонентів у підсумку впливає на всі три. Цей підхід також застосовується для боротьби з резистентністю збудників бактеріальних хвороб до антимікробних препаратів. Протягом останнього часу спостерігається прогресуюче підвищення рівня антибіотикорезистентності у бактерій, ізольованих від тварин-компаньйонів. Наприклад, стійкість *Enterobacteriaceae*, виділених від собак до карбопенемів (Ortiz-Díez et al., 2023).

По всій Північній Америці спостерігається циркуляція стійких до цефалоспоринів широкого спектру ентеробактерій (Pauline et al., 2018). Це зумовлено експресією бета-лактамаз розширеного спектру, а також карбапенемаз. Стійкість ентеробактерій собак до дії протимікробних препаратів також становить потенційну небезпеку для громадського здоров'я, оскільки домашні тварини можуть бути резервуарами стійких бактерій, до яких сприйнятливою є людина.

Метою роботи була оцінка факторів ризику, пов'язаних з поширенням резистентності до антибіотиків ентеробактерій у собак та котів, які було описано в науковій літературі до цього часу.

Матеріали та методи. Пошук в базах наукових досліджень статті, використовуючи комбінацію термінів, які відповідають ключовим словам. Не встановлювалося жодних обмежень щодо мови чи типів статей. Переглянуто всі доступні заголовки та анотації.

Критерії включали два типи статей:

Усі статті, що описують появу антибіотикорезистентних *Enterobacteriaceae* у зразках, отриманих від тварин-компаньйонів (собаки, коти) або людей, які безпосередньо контактували з усіма вищезазначеними тваринами.

Дослідження поширеності таких мікроорганізмів з використанням селективного методу скринінгу (культура або молекулярний підхід безпосередньо зі зразка були включені, навіть якщо відповідні бактерії не були виявлені).

Статті про присутність антибіотикорезистентних штамів ентеробактерій у довіллі, а також у організмі сільськогосподарських та диких тварин, або дослідження, що описують лише експерименти *in vitro*, не враховували.

Основним аналізованим результатом було виявлення резистентних штамів мікроорганізмів до одного або більше препаратів у визначених зразках; вторинні результати включали їх поширеність і дані про антимікробну чутливість.

Результати. Дослідженнями, проведеними в Кореї показано, що ізоляти, ентеробактерій і *Enterococcus* spp. від бродячих собак, госпіталізованих собак і ветеринарного персоналу виявляють резистентність принаймні до одного препарату і можуть діяти як резервуар антимікробної резистентності, яка може передаватися від собак до людей, а також від людей до собак (Jung et al., 2020).

Кілька авторів (Hordijk et al., 2013; Baede et al., 2017) показали, що вживання сирого їжі є фактором ризику колонізації собак резистентними ентеробактеріями. Передача ентеробактерій була задокументована між тваринами та їх власниками, включаючи організми, що виробляють бета-лактамази, або карбапенемази можуть передаватися від тварин, які живилися сирими продуктами, людям аліментарно (Derakhshandeh et al., 2018).

Схоже дослідження, де було взято 550 пар зразків фекалій від людей і собак і 282 пари зразків від людей і котів. Поширеність ентеробактерій з наявними бета-лактамазами розширеного спектру у цих групах становила 3.8 % для людей, 10.7 % для собак і 1.4 % для котів відповідно. Спільного носійства між власниками котів і їх тваринами не виявлено. У семи власників собак були виділені ентеробактерії з бета-лактамазами розширеного спектру, п'ять з яких містили той самий ген (Van den Bunt et al., 2019).

Поширеність резистентності до цефалоспоринов серед ізолятів взятих у собак у Канаді становила 10.5 % (Pauline et al., 2018). П'ятнадцять із цих резистентних ізолятів були *E. coli*, три – *Enterobacter cloacae*, два – *Enterobacter aerogenes* та по одному – *Citrobacter braakii* і *Proteus mirabilis*. Один ізолят *E. coli* та два ізоляти *E. cloacae* мали знижену сприйнятливість до ертапенему. Поширеність резистентності до цефалоспоринов *E. coli* в іншому дослідженні в Онтаріо була вищою (12.4 %). Більшість ізолятів були *E. coli*, а також *Klebsiella pneumoniae* та *Proteus mirabilis*.

В Японії від собак і котів, які особливо тісно контактували з людьми, були ізольовані штами ентеробактерій. Було встановлено, що рівень резистентності ізолятів кишкової палички до цефотаксиму становить 21.3 %, однак для *K. pneumoniae*, рівень резистентності до цефотаксиму клінічних ізолятів собак і котів був набагато вищим □ 42.0 % (Maeyama et al., 2018).

У дослідженні, яке проводилося у Кореї серед 389 зразків тварин-компаньйонів (315 собак та 74 котів), 81 людини (48 власників і 33 співробітники) і 352 зразків з поверхонь ветеринарних клінік, загалом було виявлено 236 ізолятів, стійких до цефалоспоринов першого покоління, включаючи 195 ізолятів *E. coli* та 41 ізолят *K. pneumoniae* (Hong et al., 2019). Були випадки, коли ізоляти *E. coli* і *K. pneumoniae*, стійкі до цефалоспоринов першого покоління, були одночасно відібрані з 17 собак, одного kota та одного зразка навколишнього середовища. З 195 ізолятів кишкової палички першого покоління, стійких до цефалоспоринов, 44.7 % було отримано від тварин. Серед ізолятів *E. coli* від домашніх тварин рівень резистентності для собак (49.2 %) був значно вищим, ніж для ізолятів від котів (25.7 %). Показник виділених ізолятів *K. pneumoniae* резистентних до цефалоспоринов у собак (8.3 %) статистично не відрізнявся від показника у котів (4.1 %).

Розповсюдженість мультирезистентних ізолятів *K. pneumoniae* від хворих собак і котів визначали в різних регіонах Китаю. Дослідники припускають, що розвитку мультирезистентності сприяє зловживання комбінованими препаратами (амоксацилін–клавуланат) у ветеринарній лікарні (Zhang et al., 2022). Було зібрано 1500 клінічних зразків від тварин-компаньйонів для виділення *K. pneumoniae* і дослідили поширеність резистентності до антибіотиків. Тридцять п'ять ізолятів *K. pneumoniae* (2.3 %) було ідентифіковано, що є нижчим рівнем порівняно з іншими аналогічними дослідженнями (Maeyama et al., 2018; Marques et al., 2019; Hong et al., 2019). Резистентність до амоксицилін–клавуланату та триметоприм–сульфаметоксазолу у цих мікроорганізмів становила 82.9 % і 77.1 % відповідно.

Дослідження в Бразилії показали, що 25.0 % відібраних зразків від собак були резистентними до цефалоспоринов (Salgado-Caxito et al., 2021). *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Citrobacter koseri* і *Morganella morganii* були ідентифіковані як види бактерій, що продукують бета-лактамази розширеного спектру дії (ESBL). Резистентності до цефокситину та карбапенемів не спостерігалось. Серед ізолятів було три різні профілі резистентності до цефалоспоринов і азтреонаму:

1. цефтріаксон, цефподоксим і цефотаксим (8 ізолятів);
2. цефтріаксон, цефподоксим, цефотаксим і азтреонам (8 ізолятів);
3. цефтріаксон, цефподоксим, цефотаксим, цефтазидим і азтреонам (2 ізоляти).

Показано (Groat et al., 2022), що собаки, які харчуються сирим м'ясом, мають вищу імовірність носійства сальмонел, а також антибіотикорезистентних *E. coli* (приблизно 30.0 %), порівняно з іншими дослідженнями у Великій Британії, в яких не приверталося уваги до ролі дієт у розповсюдженні антибіотикорезистентності. Резистентність до ампіциліну була виявлена у 37.7 % собак-сироїдів і лише 11.8 % у собак, які не харчуються сирим м'ясом. Схожа також ситуація з резистентністю до тетрацикліну – 46.5 % у сироїдів та 13.2 % у інших відповідно. Тетрацикліни та β-лактами (в основному пеніциліни) є протимікробними препаратами першого ряду і складають більшу частину від загальної кількості антибіотиків. Резистентність до ципрофлоксацину не була виявлена в жодній *E. coli*, незважаючи на виявлення генів, які забезпечують низький рівень резистентності до хінолонів.

Обговорення. *Enterobacteriaceae* – це коменсальні бактерії шлунково-кишкового тракту, які можуть викликати такі інфекції, як інфекції сечовивідних шляхів, кишкові або системні інфекції як у тварин, так і у людей.

В останні роки зросла поширеність виділених від собак β -лактам резистентних штамів, включаючи цефалоспорины першого покоління (Chen et al., 2019; Pepin-Puget et al., 2020). У цьому огляді ми мали на меті визначити, де та які типи резистентності зустрічаються собак, котів та людей, які з ними співіснують, на основі систематичного аналізу літературних джерел. Чи можлива зоонозна передача антибіотикорезистентності. Однак для оцінки значущості цієї передачі для охорони здоров'я є необхідність отримання додаткових даних про ймовірність передачі.

За останні два десятиріччя ентеробактерії, що продукують β -лактамази, все більше виділяються від людей, з харчових продуктів тваринного походження, а також від домашніх м'ясоїдних тварин в усьому світі (Bevan et al., 2017). *Enterobacteriaceae*, продуценти β -лактамаз або карбапенемаз, також були виділені з місць інфікування тварин-компаньйонів у різних країнах (Guo et al., 2015). Більшість виявлених звітів були результатами спостереження.

E. coli – найчисленніша факультативно анаеробна грам-негативна паличка в ШКТ ссавців і, як і багато коменсалів, вони потенційно патогенні, також може виступати в якості резервуарів генів антимікробної резистентності і є загрозою як для здоров'я людей, так і для тварин, збільшуючи залежність від препаратів нового покоління, включаючи ті, що визначені як найбільш пріоритетні (фторхінолони та цефалоспорины третього покоління). Поширеність та передачу мультирезистентних бактерій *E. coli*, виявленої в Америці, викликає занепокоєння (Thungrat et al., 2015, Pauline et al., 2018). Це спостереження може вказувати на вплив внаслідок призначення антибіотиків, збільшення кількості таких ізолятів через навколишнє середовище через специфічне харчування, а також збільшення передачі у ветеринарних лікарнях.

Одним із найпоширеніших збудників у світі серед ентеробактерій є *Klebsiella pneumoniae*. Деякі штами *K. pneumoniae*, що продукують карбапенемазу, належать до клональних груп CG258 (включаючи ST11) і CG307, є одними з клонів високого ризику з найвищою антимікробною стійкістю, зареєстрованою в усьому світі. Більшість інфекцій, спричинених *K. pneumoniae*, є опортуністичними інфекціями, при яких тяжкість і смертність можуть різко зрости за наявності стійкості до карбапенемів та/або факторів вірулентності (Brilhante et al., 2021).

Стійкість до карбапенемів зазвичай опосередковується карбапенемазами, які класифікуються за класами (A, B, D). Група D представляє різноманітну групу ферментів OXA, у яких «фантомні» OXA-48-подібні ензими демонструють низьку карбапенемазну активність, що робить їх детекцію складною. OXA-48-подібні ензими все частіше зустрічаються в *Enterobacterales* від тварин у Європі, США та Північній Африці (Haenni et al., 2012; Marques et al., 2019), і зазвичай переносяться плазмідами.

Marques et al. (2019) було виділено резистентну *K. pneumoniae* з ізолятів у 38 % собак і людей. Ізольований від собак штам *K. pneumoniae* належав до ST17, ST188, ST252, ST281, ST423, ST1093, ST1241, ST3398 і ST3399. Жоден із ізолятів *K. pneumoniae* не був мультирезистентним або гіпервірулентним. При цьому один собака мав спільний штам *K. pneumoniae* ST17 з двома людьми з різних домогосподарств. Отже результати підкреслюють потенційну роль собак як резервуару перенесення резистентної *K. pneumoniae* до людей і навпаки.

Висновки. Стійкість до антимікробних препаратів є проблемою громадського здоров'я у всьому світі і, ймовірно, буде основною глобальною проблемою у наступному десятиріччі. Це явище є складним і включає багато видів бактерій, механізмів опору, передачі та резервуарів. Хоча основні наслідки більш помітні в клінічних умовах, виникнення та поширення резистентності відбувається в першу чергу в мікробіоті навколишнього середовища.

Поліпшення здоров'я собак і котів було досягнуто появою ветеринарних лікарень і прийняттям клінічних процедур, подібних до тих, що використовуються в медицині людини, включаючи використання антибіотиків і протимікробних препаратів. Домашні тварини під час лікування антибіотиками надали сценарій, який сильно сприяє виникненню та поширенню антибіотикорезистентності, подібного до того, що відбувається при лікуванні людини.

Вироблення бета-лактамаз широкого спектру дії надає бактеріям стійкість до більшості широко використовуваних бета-лактамних протимікробних препаратів, включаючи цефалоспорины 3-го покоління через розщеплення кільцевої системи бета-лактаму шляхом гідролізу. Це в подальшому стає проблемою для лікування через зв'язок із механізмами резистентності до інших антимікробних препаратів (фторхінолони, аміноглікозиди).

Кишкова паличка може бути використана для відстеження еволюції стійкості до антибіотиків у різних екосистемах не тільки завдяки її важливій ролі як акцептора та донора трансмісивних генів стійкості до ліків, до бактерій, але й тому, що вона зазвичай зустрічається в кишковому тракті людей і тварин і широко поширена в забрудненій воді, ґрунті та їжі.

Популяції *E. coli* включають коменсальні і патогенні штами. У порівнянні з коменсальними штамми, патогенні штами частіше несуть ряд генів вірулентності, які можуть полегшити захворювання. Кишечник

здорових людей та інших тварин може бути резервуаром штамів, які потенційно зоонозні, і можуть бути розділені між людьми та домашніми тваринами вдома.

Їжа, особливо куряче м'ясо, також є джерелом отримання факторів зниженої чутливості до антибіотиків для людей і собак. У дослідженні 73 здорових собак Великобританії автори довели, що годування сирым м'ясом є фактором ризику отримання антибіотикорезистентності в цілому (Schmidt et al., 2015).

З огляду на тісний контакт між домашніми тваринами і їх господарями, існує можливість передачі таких бактерій між ними. Цей ризик загострюється потенційною резистентністю до антимікробних препаратів, що виникає внаслідок застосування тих самих препаратів у гуманній та ветеринарній медицині, сприяючи неефективному лікуванню антибіотиками та створюючи економічні проблеми та проблеми для охорони здоров'я в усьому світі.

REFERENCES

1. Ortiz-Díez, G., Mengibar, R., Turrientes, M. C., Baquero Artigao, M. R., Gallifa, R., Tello, A., Pérez, C. F. and Santiago, T. (2023) 'Prevalence, incidence and risk factors for acquisition and colonization of extended-spectrum beta-lactamase- and carbapenemase-producing Enterobacteriaceae from dogs attended at a veterinary hospital in Spain', *Comparative Immunol Microbiol Infect Dis*, 92. doi:10.1016/j.cimid.2022.101922.
2. Pauline, L. C. Zhang, Xiao Shen, Gabhan Chalmers, Richard J. Reid-Smith, Durda Slavic, Hani Dick and Patrick Boerlin. (2018) 'Prevalence and mechanisms of extended-spectrum cephalosporin resistance in clinical and fecal Enterobacteriaceae isolates from dogs in Ontario, Canada', *Vet Microbiol*, 213, pp. 82–88. doi:10.1016/j.vetmic.2017.11.020.
3. Thungrat, K., Stuart, B., Price, D., Mark Carpenter and Dawn Merton, Boothe. (2015) 'Antimicrobial susceptibility patterns of clinical Escherichia coli isolates from dogs and cats in the United States: January 2008 through January 2013', *Vet Microbiol*, 179, pp. 287–295. doi:10.1016/j.vetmic.2015.06.012.
4. Jung, W. K., Shin, S., Park, Y. K., Noh, S. M., Shin, S. R., Yoo, H. S., Park, S. C., Park, Y. H. and Park, H. T. (2020) 'Distribution and antimicrobial resistance profiles of bacterial species in stray dogs, hospital-admitted dogs, and veterinary staff in South Korea', *Prev Vet Med*, 184. doi:10.1016/j.prevetmed.2020.105151
5. Marília Salgado-Caxito, Julio A. Benavides, Jose M. Munita, Lina Rivas, Patricia García, Fernando J. P. Listoni, Andrea I. Moreno-Switt and Antonio C. Paes. (2021) 'Risk factors associated with faecal carriage of extended-spectrum cephalosporin-resistant Escherichia coli among dogs in Southeast Brazil', *Prev Vet Med*, 190. doi:10.1016/j.prevetmed.2021.105316.
6. Hong, J. S., Song, W., Park, H.-M., Oh, J.-Y., Chae, J.-C., Shin, S. and Jeong, S. H. (2019) 'Clonal Spread of Extended-Spectrum Cephalosporin-Resistant Enterobacteriaceae Between Companion Animals and Humans in South Korea', *Front Microbiol*, 10. doi:10.3389/fmicb.2019.01371.
7. Zhenbiao Zhang, Liu Zhang, ... and Zhao Fei Xia. (2022) 'Multidrug-Resistant Klebsiella pneumoniae Complex From Clinical Dogs and Cats in China: Molecular Characteristics, Phylogroups, and Hypervirulence-Associated Determinants', *Front Vet Sci*, 9. doi:10.3389/fvets.2022.816415
8. Groat, E. F., Williams, N. J., Pinchbeck, G., Warner, B., Simpson, A. and Schmidt, V. M. (2022) 'UK dogs eating raw meat diets have higher risk of Salmonella and antimicrobial-resistant Escherichia coli faecal carriage', *Small Anim Pract*, 63(6), pp. 435–441. doi:10.1111/jsap.13488.
9. Schmidt, V. M., Pinchbeck, G. L., Nuttall, T., McEwan, N., Dawson, S. and Williams, N. J. (2015) 'Antimicrobial resistance risk factors and characterisation of faecal E. coli isolated from healthy Labrador retrievers in the United Kingdom', *Prev Vet Med*, 119(1-2), pp. 31–40. doi:10.1016/j.prevetmed.2015.01.0
10. Rumi, M., Mas, J., Alan, E., Cerdeira, L., Muñoz, M., Lincopan, N., Gentilini, É., Di Conza, J. and Gutkind, G. (2016) 'Co-occurrence of clinically relevant β -lactamases and MCR-1 encoding genes in Escherichia coli from companion animals in Argentina', *Vet Microbiol*, 230, pp. 228–234. doi:10.1016/j.vetmic.2019.02.006.
11. M. Yousfi, A. Mairi, S. Bakour, A. Touati, L. Hassissen, L. Hadjadj and J.-M. Rolain. (2015) 'First report of NDM-5-producing Escherichia coli ST1284 isolated from dog in Bejaia, Algeria', *New Microb New Infect*, 8, pp. 17–18. doi:10.1016/j.nmni.2015.09.002.
12. Maeyama, Y., Taniguchi, Y., Hayashi, W., Ohsaki, Y., Osaka, S., Koide, S., ... and Nagano, N. (2018) 'Prevalence of ESBL/AmpC genes and specific clones among the third-generation cephalosporin-resistant Enterobacteriaceae from canine and feline clinical specimens in Japan', *Vet Microbiol*, 216, pp. 183–189. doi:10.1016/j.vetmic.2018.02.020.
13. Bevan, E. R., Jones, A. M. and Hawkey, P. M. (2017) 'Global epidemiology of CTX-M β -lactamases: temporal and geographical shifts in genotype', *J Antimicrob Chemotherapy*, 72(8), pp. 2145–2155. doi:10.1093/jac/dkx146.
14. Meyer, E., Gastmeier, P., Kola, A. and Schwab, F. (2012) 'Pet animals and foreign travel are risk factors for colonisation with extended-spectrum β -lactamase-producing Escherichia coli', *Infect*, 40(6), pp. 685–687. doi:10.1007/s15010-012-0324-8.
15. Karkaba, A., Grinberg, A., Benschop, J. and Pleydell, E. (2017). 'Characterisation of extended-spectrum β -lactamase and AmpC β -lactamase-producing Enterobacteriaceae isolated from companion animals in New Zealand', *New Zealand Vet J*, 65(2), pp. 105–112. doi:10.1080/00480169.2016.1271730.
16. Guo, S., Wakeham, D., Brouwers, H. J., Cobbold, R. N., Abraham, S., Mollinger, J. L., Johnson, J. R., Chapman, T. A., Gordon, D. M., Barrs, V. R. and Trott, D. J. (2015) 'Human-associated fluoroquinolone-resistant Escherichia coli clonal lineages, including ST354, isolated from canine feces and extraintestinal infections in Australia', *Microb Infect*, 17(4), pp. 266–274. doi:10.1016/j.micinf.2014.12.016.
17. Liu, X., Thungrat, K. and Boothe, D. M. (2016) 'Occurrence of OXA-48 carbapenemase and other β -lactamase genes in ESBL-producing multidrug resistant Escherichia coli from dogs and cats in the United States, 2009–2013', *Front Microbiol*, 7, pp. 1057. doi:10.3389/fmicb.2016.01057.

18. Rzewuska, M., Stefanska, I., Kizerwetter-Swida, M., Chrobak-Chmiel, D., Szczygielska, P., Lesniak, M. and Binek, M. (2015) 'Characterization of extended-spectrum β -lactamases produced by *Escherichia coli* strains isolated from dogs in Poland', *Polish J Microbiol*, 64, pp. 285–288. doi.:10.5604/01.3001.0009.2124.
19. Wieler, L. H., Ewers, C., Guenther, S., Walther, B. and Lübke-Becker, A. (2011) 'Methicillin-resistant staphylococci (MRS) and extended-spectrum beta-lactamases (ESBL)-producing Enterobacteriaceae in companion animals: Nosocomial infections as one reason for the rising prevalence of these potential zoonotic pathogens in clinical samples', *Int J Med Microbiol*, 301(8), pp. 635–641. doi.:10.1016/j.ijmm.2011.09.009.
20. Dazio, V., Nigg, A., Schmidt, J. S., Brilhante, M., Mauri, N., Kuster, S. P., ... and Schuller, S. (2021) 'Acquisition and carriage of multidrug-resistant organisms in dogs and cats presented to small animal practices and clinics in Switzerland', *J Vet Int Med*, 35(2), pp. 970–979. doi.:10.1111/jvim.16038.
21. Van den Bunt, G., Fluit, A. C., Spaninks, M. P., Timmerman, A. J., Geurts, Y., Kant, A., ... and Hordijk, J. (2019) 'Faecal carriage, risk factors, acquisition and persistence of ESBL-producing Enterobacteriaceae in dogs and cats and co-carriage with humans belonging to the same household', *J Antimicrob Chemotherapy*, 75(2), pp. 342–350. doi.:10.1093/jac/dkz462.
22. Marques, C., Belas, A., Aboim, C., Cavaco-Silva, P., Trigueiro, G., Gama, L. T. and Pombo, C. (2019) 'Evidence of *Klebsiella pneumoniae* sharing between healthy companion animals and co-habiting humans', *J Clin Microbiol*, 57(6). doi.:10.1128/jcm.01537-18.
23. Derakhshandeh, A., Eraghi, V., Boroojeni, A. M., Niaki, M. A., Zare, S. and Naziri, Z. (2018) 'Virulence factors, antibiotic resistance genes and genetic relatedness of commensal *Escherichia coli* isolates from dogs and their owners', *Microb Pathogen*, 116, pp. 241–245. doi.:10.1016/j.micpath.2018.01.041.
24. Baede, V. O., Broens, E. M., Spaninks, M. P., Timmerman, A. J., Graveland, H., Wagenaar, J. A., Duim, B. and Hordijk, J. (2017) 'Raw pet food as a risk factor for shedding of extended-spectrum beta-lactamase producing Enterobacteriaceae in household cats', *PLoS One*, 12(11). doi.:10.1371/journal.pone.0187239.
25. Haenni, M., Ponsin, C., Métayer, V., Médaille, C. and Madec, J. Y. (2012) 'Veterinary hospital-acquired infections in pets with a ciprofloxacin-resistant CTX-M-15-producing *Klebsiella pneumoniae* ST15 clone', *J Antimicrob Chemotherapy*, 67(3), pp. 770–771. doi.:10.1093/jac/dkr527.
26. Brilhante, M., Gobeli Brawand, S., Endimiani, A., Rohrbach, H., Kittl, S., Willi, B. and Perreten, V. (2021) 'Two high-risk clones of carbapenemase-producing *Klebsiella pneumoniae* that cause infections in pets and are present in the environment of a veterinary referral hospital', *J Antimicrob Chemotherapy*, 76(5), pp. 1140–1149. doi.:10.1093/jac/dkab028.
27. Leite-Martins, L., Meireles, D., Beça, N., Bessa, L. J., de Matos, A. J. F. and Martins da Costa, P. (2015) 'Spread of multidrug-resistant *Escherichia coli* within domestic aggregates (humans, pets, and household environment)', *J Vet Behavior: Clin Appl Res*, 10(6), pp. 549–555. doi.:10.1016/j.jveb.2015.07.040.

ANTIBIOTIC RESISTANCE OF ENTEROBACTERIA IN DOGS: A REVIEW

O. Murashko, V. Melnyk

National University of Life and Environmental science of Ukraine, Kyiv, Ukraine, e-mail: sunsetmur@gmail.com

Abstract. Reduction the sensitivity of microorganisms to antibiotics is an important problem to be solved in our time. The number of domestic animals is large and increasing. Dogs and cats share a common habitat with humans. Similar drugs are used for their treatment, which leads to the transmission of antibiotic resistance between humans and animals. The consequences of bacterial resistance to antimicrobial drugs are basically the same – loss of effective treatment, as well as economic losses due to increased treatment costs. The spread of antibiotic-resistant microorganisms is a public health problem for both humans and animals. The goal of this work is study of potential transfer of antimicrobial-resistant bacteria from pets to humans. Methods: systematic review of studies published in scientific databases from 2012 to 2022. It included reports of the emergence of antibiotic-resistant strains in domestic animals, and their potential or recorded transmission to humans. Results: Reports of such cases of antibiotic-resistant enterobacterias in America, Asia, and Europe. Transmission of multidrug-resistant *E. coli* in dogs and cats has been found to be quite common in North America. Conclusions: The interspecies transmission of antibiotic-resistant microorganisms produces risks for public health. Prevalence studies using molecular and classical microbiological methods are needed to define and control the problem.

Keywords: antibiotic resistance, *Enterobacteriales*, zoonotic diseases.

DOI: 10.31073/onehealthjournal2023-II-05