

УДК 636.7.09:616.02:579.6

DOI: 10.31073/onehealthjournal2023-II-04

СТАФІЛОКОКОЗИ СОБАК: КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗБУДНИКІВ

Гарагуля Г. І. (ORCID ID 0000-0003-4990-2489), Северин Р. В. (ORCID ID 0000-0001-6740-6396),
Баско С. О. (0000-0001-8314-2490), Мурзакова Г. Ф., Фільштинська-Лялько В. Л.

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна, e-mail: vetvir.galina@gmail.com

Резюме. Огляд присвячено характеристиці збудників стафілококової інфекції як однієї з найпоширеніших інфекційних патологій собак. Серед властивостей збудників найбільшу увагу приділено таким характеристикам: класифікації бактерій роду *Staphylococcus*, опису їх основних морфологічних властивостей, факторів їх патогенності та антибіотикорезистентності. Розглянуто основні напрями досліджень зарубіжних та вітчизняних вчених щодо ролі стафілококів в патології собак та поширення стафілококозів. Важливим є поява нових видів бактерій роду *Staphylococcus*, які були виділені при вивченні цієї патології. Особливу увагу автори приділяють питанню стійкості стафілококів до антибіотиків та ролі резистентності бактерій під час діагностики та вибору методів терапії.

Ключові слова: стафілококоз, собаки, рід *Staphylococcus*.

Стафілококові інфекції представляють особливу групу дуже різних за клінічними ознаками захворювань людини та тварин. У собак стафілококоз діагностується досить часто. Перебіг може бути гострим або хронічним, мати ознаки місцевого чи генералізованого патологічного процесу, вражати будь-які органи та системи, виникати у новонароджених цуценят і старих тварин. Стафілококоз часто ускладнює перебіг інших інфекцій і може набувати рекурентного характеру. Діагностика стафілококових інфекцій ускладнюється через достатньо велику кількість видів бактерій роду *Staphylococcus*, ідентифікація яких рутинними методами не завжди можлива, а використання сучасних генетичних методів дослідження доступна не в усіх лабораторіях. До всього перерахованого слід додати можливість стійкості збудника до протимікробних препаратів, що дуже ускладнює вибір антибіотиків для терапії, особливо у випадках рецидивів. Всі ці властивості роблять тему стафілококозу актуальною.

Завданням нашого дослідження був аналіз літературних даних про поширення стафілококових інфекцій собак у світі та характеристики властивостей бактерій роду *Staphylococcus*. Робота виконана на кафедрі епізоотології і мікробіології Державного біотехнологічного університету (м. Харків, Україна).

Матеріали та методи дослідження. Матеріалом дослідження були дані доступних літературних джерел, метод дослідження – ретроспективний аналіз результатів мікробіологічних та статистичних досліджень, отриманих із літературних даних.

Результати дослідження. За даними статистики, кожна п'ята міська сім'я утримує собаку або кішку. Крім того, у містах живуть тисячі безпритульних тварин. Отже, близько 70 % ветеринарних лікарів зайняті у сфері обслуговування тварин у місті. Вони кожного дня стикаються з хворобами собак, у тому числі інфекційними (Santos Costa, 2022). Стафілококові інфекції у собак можуть мати дуже різний характер: від безсимптомного бактеріоносійства (Cox, 1988) до дерматитів, отитів, піодермій або патологій у новонароджених цуценят (Krogh, 1976; Noble, 1992; May, 2005; Philbey, 2013; Zakošek Pipan, 2019).

Інфекції, зумовлені бактеріями роду *Staphylococcus*, є однією із важливих і складних проблем як у гуманній, так і у ветеринарній медицині. Зацікавленість у вивченні проблеми стафілококозів тварин обумовлена тим, що хворі тварини та тварини-бактеріоносії можуть бути джерелом інфекції для здорових тварин та людей, і навпаки, люди можуть бути джерелом інфекції для тварин (Guardabassi, 2004; van Duijkeren, 2011; Maluping, 2014; Börjesson, 2015; Lozano, 2017). Висока небезпека зараження людей патогенними стафілококами від собак має стати однією з проблем, які вивчають в ініціативі "One Health" (Hnilica Keith, 2019; Santos Costa, 2022).

У доступній науковій літературі ми знайшли ґрунтовні огляди, присвячені проблемі стафілококозів собак. За даними різних авторів, від 18 до 30 % інфекційних хвороб собак – це стафілококові інфекції. До того ж, алергічні хвороби собак у 80 % випадків ускладнюється саме стафілококами (Hnilica Keith, 2019). Рецидивуючий характер цих патологій провокує формування стійкості до протибактеріальних препаратів (Onuma, 2012).

Цілий ряд досліджень доводить, що стафілококи – це важливі представники нормальної мікрофлори шкіри та слизових оболонок здорових тварин. Більше 30 років тому американські вчені впродовж року вивчали мікрофлору шкіри та слизових оболонок 11 здорових собак (Cox, 1988) і виділили 804 ізоляти стафілококів, з яких найбільшу частку становив вид *Staphylococcus intermedius*; причому дві собаки не

виявилися носіями цього виду мікроорганізму. Harvey із співавт. (1998) від 150 здорових собак виділяли стафілококи з поверхні шкіри, із носової та ротової порожнини. Вже на початку нашого століття Schmidt із співавт. (2014) виділили 102 ізоляти стафілококів від 75 клінічно здорових лабрадорів, вчені Данії виділяли стафілококи від здорових собак, коней, свиней та корів (Bagcigil, 2007).

Ми проаналізували більше 200 статей, присвячених проблемам стафілококозів собак та інших тварин. Звертали увагу на ті статті, що були присвячені вивченню чутливості стафілококів до антибіотиків та можливості інфікування людини від тварин і навпаки, тобто, присутність стафілококів одночасно у людей і тварин. В таблиці 1 наведені результати аналізу літературних даних, що стосувалися лише великих кількостей ізолятів (штамів).

Таблиця 1

Аналіз літературних даних щодо вивчення стафілококозів тварин та людей

Країна, де проводилися дослідження	Кількість ізолятів (штамів) та види, від яких виділені стафілококи			Літературне джерело (номер у списку)
	людина	собаки	собаки та інші види тварин	
Австрія			4299	27
Бразилія		104		41
Велика Британія	78	4390	12	24, 25, 26, 42
Данія	100	323	354	2
Ірландія			35	33
Італія		51		43
Німеччина		79	400	40
Норвегія	60			23
Португалія		55	632	8, 19
США	144	844	2230	4, 9, 15, 20, 46
Україна			9	1
Японія	2	276	27	3, 47, 47
Інші країни		45	22046	12, 19, 37, 45
Разом: 35963	384	6167	30044	

Як видно із таблиці 1, вивченням стафілококових інфекцій займаються в країнах Європи, Америки та Сходу. Отже, проблема стафілококозів – це світова проблема і не лише ветеринарної, а й гуманної медицини. Судячи з даних, проаналізованих нами в доступній літературі, найбільше досліджень проведено у Великій Британії (12.4 %) та США (8.9 %). На жаль, українські дослідники проводили лише поодинокі дослідження щодо стафілококозів собак (Перетятко, 2020).

Рід *Staphylococcus* включає грампозитивні бактерії кокоподібної форми, факультативні анаероби з характерними культуральними та біохімічними властивостями, що розташовуються в мазку у вигляді скупчень (нагадують гроно винограду). Клітинна стінка стафілококів має товстий шар пептидоглікану, який пронизують тейхоеві кислоти. Окремі найбільш вірулентні штами стафілококів формують капсулу, до того ж синтезують ряд ферментів патогенності та токсини.

Збудниками захворювання визнано кілька видів стафілококів, які за визначником Берджі, відносяться до 14-ої групи, родини *Micrococcaceae*, роду *Staphylococcus*, куди включені такі види: *S. aureus*, *S. epidermidis*, *S. saprophyticus*. Наразі відкрито інші види стафілококів: *S. xylosus*, *S. haemolyticus*, *S. cohnii*, *S. warneri*, *S. cupitis*, *S. scirri*, *S. simulans*, *S. hominis*, *S. hyicus*, *S. intermedius*. Найвідомішим є *S. aureus* (так званий, золотистий стафілокок).

Наразі кілька видів стафілококів вважають патогенними для людини і тварин. Від тварин різних видів виділяють такі види: *S. intermedius*, *S. pseudintermedius*, *S. delphini*, *S. epidermidis*, *S. schleiferi*, *S. xylosus*, *S. hyicus*, *S. haemolyticus* та *S. aureus*. Історично, із середини минулого століття головним збудником вважали *S. aureus*.

Krogh (1976) вивчав склад нормальної мікрофлори шкіри собак і виявив крім золотистого інші види стафілококів у 90 % здорових собак. Новий вид *S. intermedius* був внесений в систему класифікації у 1976 році. Biberstein (1984), Talan (1989) та Harvey (1994) виділяли два основних види збудників стафілококозів у собак: *S. aureus* і *S. intermedius*; пізніше кількість збудників поповнилася ще двома видами, а саме: *S. pseudintermedius* і *S. schleiferi* (Devriese, 2005; May, 2005), причому ці мікроорганізми через 5 – 7 років вже виділяли не лише від собак, а й від хворих людей (Kelesidis, 2010; Papadogiannakis, 2017). *S. schleiferi* визнано повноцінним видом у 1988 році (Hnilica Keith, 2019). Наразі, за даними літератури, від хворих та клінічно здорових собак найчастіше виділяють три види стафілококів: *S. intermedius*, *S. pseudintermedius* та *S. schleiferi* відповідно.

В 2007 році було підтверджено генетичну спорідненість трьох видів – *S. intermedius*, *S. pseudintermedius* та *S. delphini*, які наразі відносяться до групи *S. intermedius*. За результатами ряду досліджень (Devriese, 2005; Boost, 2007; Karen C. Carroll, 2021) вчені встановили генетичний зв'язок різних видів стафілококів та представили його у вигляді схеми (рис.1).

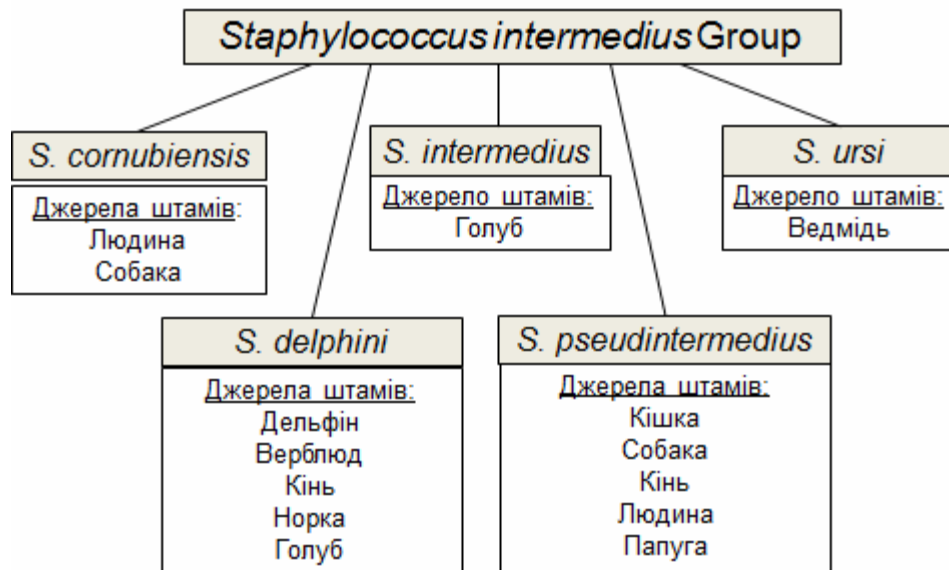


Рисунок 1. Типові штами групи *S. intermedius* та джерела їх виділення (Diekema, 2001).

Стафілококів поділяють на дві групи: коагулазопозитивні (CoPS) та коагулазонегативні (CoNS). Перші синтезують фермент плазмокоагулазу, завдяки чому згортають плазму крові, і раніше лише такі стафілококи вважалися патогенними. До коагулазопозитивних відносять такі види: *S. aureus*, *S. delphini*, *S. hyicus*, *S. intermedius*, *S. lutrae*, *S. schleiferi subsp. coagulans*. До коагулазонегативних відносять *S. haemolyticus*, *S. vitulinus*, *S. sciuri*, *S. epidermidis*, *S. warneri* (Loeffler, 2005; Bagcigil, 2007; Papadogiannakis, 2017). Наразі встановлено, що у тварин частіше викликають захворювання саме коагулазопозитивні стафілококи. Але патогенний потенціал є і у коагулазонегативних видів стафілококів, до того ж вони можуть слугувати джерелом генів антибіотикорезистентності (Bagcigil, 2007).

Здатність викликати патологічні процеси залежить від біологічних властивостей мікроорганізмів, які об'єднують у групу факторів патогенності збудників. Щодо стафілококів, то до основних факторів патогенності цього роду бактерій відносять наявність капсули, адгезивні та гемолітичні властивості, формування біоплівки, здатність до синтезу специфічних ферментів та токсинів. Є свідчення про зв'язок між патогенними властивостями стафілококів та їх чутливістю до протибактеріальних препаратів. Так, корейські вчені (Пак, 1999) виявили здатність до утворення капсули та синтезу токсинів у 83.3 % штамів золотистого стафілококу, резистентного до метициліну, в той час, як чутливі до цього антибіотику штами лише у 14.3 % випадків були токсигенними.

Вірулентні штами стафілококів після проникнення прикріплюються до клітин-мішеней шкіри за допомогою факторів адгезії. Функцію таких факторів виконують термостабільні трипсинрезистентні структури. Саме адгезивні властивості дозволяють формувати біоплівку на поверхнях предметів зовнішнього середовища, медичних інструментів і матеріалів. Така біоплівка захищає стафілококи від висихання, і в такому стані мікроорганізми значно стійкіші до дії дезінфікуючих речовин. Був також виділений глікопротеїн, який відповідає за згортання фібрину та фібриногену у тих штамів стафілококів, що мають плазмокоагулазну активність. Є повідомлення про наявність у стафілококів рецепторів, які можуть зв'язуватися із базальною мембраною судинної стінки. Вважають, що це може відігравати роль у проникненні стафілококів через стінку кровоносних судин. Описані рецептори, які зв'язують колаген, що прямо корелює із здатністю стафілококів викликати патологічні процеси в шкірі (Lloyd, 1996; Garbacz, 2013; Karen C. Carroll, 2021).

Важливим фактором патогенності є синтез екзо- та ендотоксинів. Наразі виявлено до 30 різних продуктів стафілококів, які мають властивості токсинів. Наприклад, гемолізени та лейкотоксини, які руйнують еритроцити та лейкоцити відповідно. Крім того, у стафілококів досліджено кілька типів ексfolіативного токсину. Руйнівна дія таких токсинів базується на здатності викликати гідроліз компонентів мембрани клітин. Ефект залежить від присутності іонів окремих металів, наприклад, магнію. Навпаки, при збільшенні кількості іонів кальцію ефект лізису відмінюється. Усі ці фактори патогенності відіграють роль в ініціації процесів утворення гнійних мас шляхом лізису лейкоцитів в ділянці запалення (Hnilica Keith, 2019; Karen C. Carroll, 2021).

Дотепер ідентифіковано шість стафілококових ентеротоксинів (A; B; C; D; E; F), які викликають переважно реакції типу кормових отруєнь у підсисних цуценят в перші дні життя і значно рідше у дорослих тварин. Энтеротоксини стафілококів це білкові молекули, точний механізм дії яких вивчений недостатньо, але виявлена здатність здійснювати ферментативний гідроліз NAD. В результаті може пригнічуватися активність АТФ-зв'язуючих білків клітин кишкового епітелію та зміну в роботі клітинних

регуляторів функцій K-Na насосу ентероцитів. При цьому вода не всмоктується, а навпаки, виділяється в просвіт кишечника, що спричиняє діарею та зневоднення. Таким чином, в результаті життєдіяльності стафілококів відбувається лізис клітин господаря, розвивається запальна реакція, порушується нормальна функція тканин і органів, що призводить до появи клінічних симптомів: дерматитів, отитів, вагінітів, кормових отруєнь, тощо (Gordon, 2021).

При стафілококозах розвивається як гуморальний, так і клітинний імунітет. Імунні реакції направлені на знешкодження бактеріальних клітин та продукти їх життєдіяльності (токсинів). Однак, вірулентні стафілококи здатні пригнічувати імунну відповідь. Так, капсула оберігає бактерії від дії бактерицидних речовин (комплемент, перекисі, гідролітичні ферменти). Клітинна стінка багатьох штамів патогенних стафілококів містить цікавий білок A, що може адсорбувати антитіла (IgG), причому не через Fab-фрагмент, як це буває зазвичай, а навпаки, через протилежний кінець – Fc-фрагмент. У результаті стафілокок може вкриватися антитілами, які приєднані «навпаки», ефекту опсонізації не відбувається, і це не активує ні фагоцитоз, ні дію комплементу (Gordon, 2021).

Крім того, деякі компоненти бактеріальної клітинної стінки та його токсини мають інтерферогенні властивості. Накопичуючись у великих кількостях, вони викликають надмірне подразнення імунної системи з наступним пригніченням її функціональної активності. Це може бути проілюстровано тим, що носії стафілококів значно слабше реагують на антигени інших бактерій під час вакцинації, тобто, імунологічна активність при носійстві стафілококів знижується (Gordon, 2021). Дуже важливим є факт, що часто патологічні процеси мають рецидивуючий характер, що пояснюється появою резистентних штамів стафілококів і необхідністю використання нових протимікробних препаратів (DeBoer Douglas, 2010; Zur, 2016).

Проблема появи антибіотикорезистентних штамів бактерій важлива і для гуманної, і для ветеринарної медицини. Сучасні методи дослідження явища антибіотикорезистентності включають як класичні культуральні методи (дискодифузійний та метод визначення мінімальної інгібуючої концентрації), так і сучасні – молекулярно-генетичні (різні варіанти полімеразної ланцюгової реакції – ПЛР).

Резистентність стафілококів, виділених від хворих собак, вивчаються ветеринарними спеціалістами всього світу. Показники частки резистентних стафілококів коливаються від 8 – 9 % до 99 % у різних дослідженнях, що залежить від країни, де проводили дослідження, а також від методики виділення мікроорганізмів (здорові та хворі собаки, гострі чи хронічні інфекції та ін.).

Крім того, результати досліджень свідчать про поступове збільшення частки резистентних стафілококів, особливо швидко цей процес відбувається в останні 20 років. Підтвердження цьому є в кількох роботах. Так, вчені Великої Британії (Lloyd, 1996) впродовж 1980 – 1996 років виділили від собак 2296 ізолятів стафілококів. За 16 років резистентність до пеніциліну, еритроміцину, лінкоміцину та котримоксазолу зросла від 69.0 % до 89.3 %, а чутливість до окситетрацикліну знизилася на 40.0 %. Американські вчені вивчали динаміку змін чутливості до антибіотиків впродовж 2001 – 2005 років на прикладі 1772 ізолятів (Jones, 2007). Частка резистентних стафілококів трьох основних видів зросла з 4 – 21 % до 25 – 46 %, причому формувалась мультирезистентність (стійкість до кількох видів препаратів). В Японії порівнювали чутливість стафілококів, виділених від здорових собак та хворих на піддермію з 2000 до 2009 рр. Резистентність мікроорганізмів до оксациліну, цефалоспоринолу та оксацикліну збільшилась у різних ізолятів на 11.4 – 12.5 % (Onuma, 2012).

В Україні проводили дослідження музейних штамів *S. aureus* (Перетятко, 2020), які зберігалися з 60-х рр. минулого століття. Аналіз результатів проведеного дослідження показав, що у 60-ті роки вже циркулювали штами золотистого стафілококу, резистентні до антибіотиків, широке використання яких у клінічній практиці лише розпочалося у зазначений період (ампіцилін, карбеніцилін, доксициклін). Крім того, серед досліджених штамів виявлено стійкість до антибіотиків, виробництво яких розпочалося значно пізніше, лише у 80-ті – 90-ті рр. (азитроміцин, кларитроміцин). Отже, автори висловили припущення, що антибіотикорезистентність мікроорганізмів є результатом впливу не лише антропогенних факторів, а й складних екологічних та еволюційних стосунків між самими бактеріями, що склались задовго до появи людини як біологічного виду (Перетятко, 2020).

Механізми формування антибіотикорезистентності вивчаються понад 60 років. Генетичні методи дозволяють виявити гени резистентності значно точніше, ніж класичні культуральні методи. Так, в Австрії провели дослідження 4299 штамів стафілококів, виділених від домашніх та диких тварин, і виявили в частині бактерій ген резистентності (Bagcigil, 2007). Використання ПЛР дозволило американським вченим вивчити поширення резистентних штамів стафілококів і встановити тенденцію до появи нових популяцій мультирезистентних стафілококів. В Португалії група вчених впродовж 16 років вивчала еволюцію стійкості різних видів стафілококів, виділених від різних тварин (собаки, коти, коні та інші). Визначали чутливість 632 штамів до 38 протимікробних препаратів відповідно. Двадцять генів стійкості були перевірені за допомогою ПЛР. У результаті цих досліджень гени резистентності були виявлені у стафілококів різних видів. Так, гени стійкості до метициліну виявили у 11.6 % досліджених штамів, з яких 40.7 % були мультирезистентними, причому з часом кількість резистентних штамів значно збільшувалась (Hnilica Keith, 2019).

Ряд робіт присвячено вивченню зв'язку між використанням антибіотиків та формуванням резистентності до них. У ході одного з перших таких досліджень властивостей стафілококів, виділених від 120 собак з піодермією, вчені виявили прямий зв'язок мультирезистентності бактерій із попереднім використанням антибіотиків та хронічним перебігом і глибоким ураженням шкіри собак (Medleau, 1986). Група вчених у 1986 р. опублікувала результати з вивчення 215 ізолятів стафілококів, отриманих від 210 собак з гнійними ураженнями шкіри. 197 ізолятів виявилися мультирезистентними, причому нечутливість до ампіциліну, пеніциліну та тетрацикліну не була пов'язана із використанням антибіотиків раніше, а резистентність до хлорамфеніколу, кліндаміцину та еритроміцину – пов'язана з попередньою антибіотикотерапією. Аналогічні результати отримала інша група вчених (Videla, 2018). Виявилося, що використання бета-лактамних антибіотиків призвело до формування резистентності у 48.1 % ізолятів стафілококів, причому якщо така терапія використовувалась впродовж одного місяця поспіль, рівень резистентності підвищувався до 61.9 % і не тільки до вказаної групи препаратів, а й до інших антибіотиків.

Вчені з Великобританії та Румунії провели показове порівняльне дослідження ізолятів *S. pseudintermedius*, ізольованих від собак з поверхневою піодермією в обох країнах (Hritcu Ozana, 2020), де в останні роки відмічають ввезення домашніх тварин із країн Східної Європи. Результати досліджень свідчать про необхідність суворого дотримання правил використання та схем призначення протимікробних препаратів з метою попередження циркуляції і передачі резистентних штамів стафілококів. Вивчення проблеми циркуляції стійких штамів стафілококів, пов'язаних із ввезенням домашніх тварин, викликає у вчених занепокоєння та вимагає подальшого вивчення.

Висновки. Інфекції, що викликають бактерії із роду *Staphylococcus*, є однією із важливих і складних проблем як в гуманній, так і у ветеринарній медицині. Збудниками захворювання у собак є кілька видів роду *Staphylococcus*. У собак найчастіше виділяють *S. aureus*, *S. intermedius*, *S. pseudintermedius*.

Вивчено ряд факторів патогенності стафілококів. Серед них формування капсули та фермент плазмокоагулаза, що інгібує фагоцитоз, фактори адгезії, які забезпечують прикріплення до базальної мембрани судин, завезпечуючи проникнення бактерій в кровоток.

Вірулентні штами стафілококів синтезують до 30 видів екзотоксинів та ендотоксинів. Серед них гемолізини та лейкоцитоксини (руйнують еритроцити і лейкоцити, відповідно), ексfolіативний токсин та кілька ентеротоксинів, дія яких спричинює появу ряду патологій: дерматити, отити, вагініти, кормові отруєння, тощо. Крім того, високопатогенні штами стафілококів здатні пригнічувати імунну відповідь шляхом синтезу білка А, що зв'язує антитіла і блокує дію комплементу і активність фагоцитів. Інтерферогенні властивості стафілококів викликають надмірне подразнення імунної системи з наступним пригніченням її функціональної активності.

Важливою властивістю збудника є його чутливість до протимікробних препаратів. Поява антибіотикорезистентних штамів стафілококів вивчається кілька десятиків років. Науковці виявили небезпечну тенденцію до збільшення кількості стійких штамів збудника, довели можливість поширення таких штамів та розробили методи генетичного дослідження резистентності стафілококів до протимікробних препаратів.

REFERENCES

1. Peretiatko, O. H., Iahniuk, Yu. A., Skliar, N. I., Bolshakova, H. M. and Kholodna, T. V. (2020) 'Susceptibility to antibiotics in strains of *Staphylococcus aureus*, extracted in the 60s of the last century' [Chutlyvist do antybiotykyv u shtamiv *Staphylococcus aureus*, vyluchenykh u 60-ti roky mynulooho stolittia], *Mikrobiolohiia, virusolohiia ta imunolohiia v suchasni klinichnii i laboratornii medytsyni: mater. nauk.-prakt. dystant. konf., prysviach. pamiaty prof. I. L. Dykoho (19 bereznia 2020 roku)*, Kharkiv, p. 63. (in Ukrainian).
2. Bagcigil, F. A., Moodley, A., Baptiste, K. E., Jensen, V. F. and Guardabassi, L. (2007) 'Occurrence, species distribution, antimicrobial resistance and clonality of methicillin- and erythromycin-resistant staphylococci in the nasal cavity of domestic animals', *Vet Microbiol*, 121(3–4), pp. 307–315. PMID: 17270365 doi:10.1016/j.vetmic.2006.12.007.
3. Bardiau, M., Yamazaki, K., Ote, I., Misawa, N. and Mainil, J. G. (2013) 'Characterization of methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* isolated from dogs and cats', *Microbiol Immunol*, 57, pp. 496–501. PMID: 23607810. doi:10.1111/1348-0421.12059.
4. Bergstrom, A., Gustafsson, C., Leander, M., Fredriksson, M., Gronlund, U. and Trowald-Wigh, G. (2012) 'Occurrence of methicillin-resistant staphylococci in surgically treated dogs and the environment in a Swedish animal hospital', *J Small Anim Pract*, 53(7), pp. 404–410. doi:10.1111/j.1748-5827.2012.01238.x.
5. Biberstein, E. L., Jang, S. S. and Hirsh, D. C. (1984) 'Species distribution of coagulase-positive staphylococci in animals', *J Clin Microbiol*, 19, pp. 610–615. doi:10.1128/jcm.19.5.610-615.1984.
6. Boost, M. V., O'Donoghue, M. M. and Siu, K. H. (2007) 'Characterisation of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolates from dogs and their owners', *Clin Microbiol Infect*, Jul, 13(7), pp. 731–3. doi:10.1111/j.1469-0691.2007.01737.x. Epub 2007 May 2. PMID: 17484762.
7. Börjesson, S., Gómez-Sanz, E., Ekström, K., Torres, C. and Grönlund, U. (2015) 'Staphylococcus *pseudintermedius* can be misdiagnosed as *Staphylococcus aureus* in humans with dog bite wounds', *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*, 34, pp. 839–44. pmid:25532507. doi:10.1007/s10096-014-2300-y.

8. Couto, N., Monchique, C., Belas, A., Marques, C., Gama, L.T. and Pomba, C. (2016) 'Trends and molecular mechanisms of antimicrobial resistance in clinical Staphylococci isolated from companion animals over a 16 year period', *J Antimicrob Chemother*, 71, pp. 1479–87. doi:10.1093/jac/dkw029. PMID: 26944924.
9. Cox, H. U., Hoskins, J. D., Newman, S. S., Foil, C. S., Turnwald, G. H. and Roy, A. F. (1988) 'Temporal study of staphylococcal species on healthy dogs', *Am J Vet Res*, 49(6), pp. 747–751. PMID: 3400910.
10. DeBoer Douglas, J. (2010) 'Recurrent staphylococcal infections in dogs // World Small Animal Veterinary Association World Congress Proceedings. – 2010'. <https://www.vin.com/apputil/content/defaultadv1.aspx?pld=11310&catId=33759&id=4516246>.
11. Devriese, L. A., Vancanneyt, M., Baele, M., Vaneechoutte, M., De Graef, E., Snauwaert, C., Cleenwerck, I., Dawyndt, P., Swings, J. and Decostere, A. (2005) 'Staphylococcus pseudintermedius sp. nov., a coagulase-positive species from animals', *Int J Syst Evol Microbiol*, 55(Pt 4), pp. 1569–1573. PMID: 16014483. doi:10.1099/ijs.0.63413-0.
12. Diekema, D. J., Pfaller, M. A., Schmitz, F. J., Smayevsky, J., Bell, J., Jones, R. N. and Beach, M. (2001) 'Survey of infections due to Staphylococcus species: frequency of occurrence and antimicrobial susceptibility of isolates collected in the United States, Canada, Latin America, Europe, and the Western Pacific region for the SENTRY Antimicrobial Surveillance Program, 1997–1999', *Clin Infect Dis*, 32(Suppl 2), pp. S114–S132. PMID: 11320452. doi:10.1086/320184.
13. Garbacz, K., Zarnowska, S., Piechowicz, L. and Haras, K. (2013) 'Pathogenicity potential of Staphylococcus pseudintermedius strains isolated from canine carriers and from dogs with infected signs', *Virulence*, 4, pp. 255–9. doi:10.4161/viru.23526. PMCID: PMC3711984. PMID: 23328490.
14. Gordon, Y. C., Cheung, Justin S. Bae and Michael Otto. (2021) 'Pathogenicity and virulence of Staphylococcus aureus', *Virulence*, 12(1), pp. 547–569. doi:10.1080/21505594.2021.1878688. PMCID: PMC7872022. PMID: 33522395.
15. Gortel, K., Campbell, K. L. and Kakoma, I. (1999) 'Methicillin resistance among staphylococci isolated from dogs', *Am J Vet Res*, 60(12), pp. 1526–1530. PMID: 10622162
16. Guardabassi, L., Loeber, M. E. and Jacobson A. (2004) 'Transmission of multiple antimicrobial-resistant Staphylococcus intermedius between dogs affected by deep pyoderma and their owners', *Vet Microbiol*, 98, pp. 23–7. pmid:14738778. doi:10.1016/j.vetmic.2003.09.021.
17. Harvey, R. G., Marples, R. R. and Noble, W. C. (1994) 'Nasal Carriage of Staphylococcus intermedius in Humans in Contact with Dogs', *Microb Ecol Health D*, 7, pp. 225–227. doi:10.3109/08910609409141358.
18. Hnilica Keith, A. and Elizabeth May. (2019) 'Staphylococcal Pyoderma': An Emerging Problem, Mar 8. <https://www.vetfolio.com/learn/article/staphylococcal-pyoderma-an-emerging-problem>.
19. Hritcu, Ozana M., Vanessa M. Schmidt, Shebl E. Salem, Iuliana E. Maciuca, Ramona F. Moraru, Irina Lipovan, Mihai Mareş, Gheorghe Solcan and Dorina Timofte. (2020) 'Geographical variations in virulence factors and antimicrobial resistance amongst staphylococci isolated from dogs from the United Kingdom and Romania', *Front Vet Sci*, 21 July. PMID: 32851008. PMCID: PMC7396606. doi:10.3389/fvets.2020.00414.
20. Jones, R. D., Kania, S. A., Rohrbach, B. W., Frank, L. A. and Bemis, D. A. (2007) 'Prevalence of oxacillin- and multidrug-resistant staphylococci in clinical samples from dogs: 1,772 samples (2001–2005)', *J Am Vet Med Assoc*, 230(2), pp. 221–227. PMID: 17223755. doi:10.2460/javma.230.2.221.
21. Karen, C. Carroll, Carey-Ann, D. Burnham and Lars, F. (2021) 'From canines to humans: Clinical importance of Staphylococcus pseudintermedius', *Westblade*, Published: December 2. doi:10.1371/journal.ppat.1009961. PMCID: PMC8638991. PMID: 34855921
22. Kelesidis, T. and Tsiodras, S. (2010) 'Staphylococcus intermedius is not only a zoonotic pathogen, but may also cause skin abscesses in humans after exposure to saliva', *Int J Infect Dis*, 14, pp. e838–e841. doi:10.1016/j.ijid.2010.02.2249.
23. Krogh, H.V. and Kristensen, S. (1976) 'A study of skin diseases in dogs and cats. II, Microflora of the normal skin of dogs and cats', *Nordisk veterinærmedicin*, 28, pp. 459–463. PMID: 980697.
24. Kruse, H., Hofshagen, M., Thoresen, S. I., Bredal, W. P., Vollset, I. and Soli, N. E. (1996) 'The antimicrobial susceptibility of Staphylococcus species isolated from canine dermatitis', *Vet Res Commun*, 20(3), pp. 205–214. PMID: 8739519. doi:10.1007/BF00366918.
25. Lloyd, D. H., Lamport, A. I. and Feeney, C. (1996) 'Sensitivity to antibiotics amongst cutaneous and mucosal isolates of canine pathogenic staphylococci in the UK, 1980–96', *Vet Dermatol*, 7, pp. 171–175. PMID: 34644984. doi:10.1111/j.1365-3164.1996.tb00242.x.
26. Loeffler, A., Boag, A.K., Sung, J., Lindsay, J. A., Guardabassi, L., Dalsgaard, A., Smith, H., Stevens, K. B. and Lloyd, D. H. (2005) 'Prevalence of methicillin-resistant Staphylococcus aureus among staff and pets in a small animal referral hospital in the UK', *J Antimicrob Chemother*, 56(4), pp. 692–697. PMID: 16141276. doi:10.1093/jac/dki312.
27. Loncaric, I., Kubber-Heiss, A., Posautz, A., Ruppitsch, W., Lepuschitz, S. and Schauer, B. (2019) 'Characterization of mecC gene-carrying coagulase-negative Staphylococcus spp. isolated from various animals', *Vet Microbiol*, 230, pp. 138–44. doi:10.1016/j.vetmic.2019.02.014. PMID: 30827379.
28. Lozano, C., Rezusta, A., Ferrer, I., Pérez-Laguna, V., Zarazaga, M. and Ruiz-Ripa, L. (2017) 'Staphylococcus pseudintermedius human infection cases in Spain: dog-to-human transmission', *Vector Borne Zoonotic Dis*. doi:10.1089/vbz.2016.2048. PMID: 28075235.
29. Maluping, R. P., Paul, N. C. and Moodley, A. (2014) 'Antimicrobial susceptibility of methicillin-resistant Staphylococcus pseudintermedius isolated from veterinary clinical cases in the UK', *Br J Biomed Sci*, 71, pp. 55–7. pmid:24974679. doi:10.1080/09674845.2014.11669965.
30. May, E. R., Hnilica, K. A., Frank, L. A., Jones, R. D. and Bemis, D. A. (2005) 'Isolation of Staphylococcus schleiferi from healthy dogs and dogs with otitis, pyoderma, or both', *J Am Vet Med Assoc*, 227(6), pp. 928–931. https://www.unboundmedicine.com/medline/citation/16190591/Isolation_of_Staphylococcus_schleiferi_from_healthy_dogs_and_dogs_with_otitis_pyoderma_or_both_. PubMed ID 16190591.
31. Medleau, L., Long, R. E., Brown, J. and Miller, W. H. (1986) 'Frequency and antimicrobial susceptibility of Staphylococcus species isolated from canine pyodermas', *Am J Vet Res*, 47(2), pp. 229–231. PMID: 3954195.

32. Noble, W. C. and Kent, L. E. (1992) 'Antibiotic resistance in *Staphylococcus intermedius* isolated from cases of pyoderma in the dog', *Vet Dermatol*, 3(20), pp. 71–74. doi:10.1111/j.1365-3164.1992.tb00147.x.
33. O'Mahony, R. (2005) 'Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) isolated from animals and veterinary personnel in Ireland', *Vet Microbiol*, 109, pp. 285–296. PMID: 16026939. doi:10.1016/j.vetmic.2005.06.003.
34. Onuma, K., Tanabe, T. and Sato, H. (2012) 'Antimicrobial resistance of *Staphylococcus pseudintermedius* isolates from healthy dogs and dogs affected with pyoderma in Japan', *Vet Dermatol*, 23(1), pp. 17–22. e15. PMID: 21745248. doi:10.1111/j.1365-3164.2011.00995.x.
35. Pak, S. I., Han, H. R. and Shimizu, A. (1999) 'Characterisation of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolated from dogs in Korea', *J Vet Med Sci*, 60, pp. 1526–1530. PMID: 10535519. doi:10.1292/jvms.61.1013.
36. Papadogiannakis, E., Velonakis, E. and Vatopoulos, A. (2016) 'Ever-increasing emergence of multi-drug resistant *Staphylococcus pseudintermedius* in the dog and its zoonotic potentials', *J Hellenic Vet Med Society*, 67(2). doi:10.12681/jhvms.15629.
37. Perreten, V., Kadlec, K., Schwarz, S., Gronlund Andersson, U., Finn, M., Greko, C., Moodley, A., Kania, S. A., Frank, L. A. and Bemis, D. A. (2010) 'Clonal spread of methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* in Europe and North America: an international multicentre study', *J Antimicrob Chemother*, 65(6), pp. 1145–1154. doi:10.1093/jac/dkq078. <http://jac.oxfordjournals.org/content/65/6/1145.abstract>.
38. Philbey, A. W., Taylor, D. J., Robb, A., Gibbons, J. F., Irvine, R. M. and Thompson, H. (2013) 'Staphylococcal dermatitis/pododermatitis and septicemia in neonatal puppies', *Vet Rec*, 173, p. 424. PMID: 24097817. doi:10.1136/vr.101832.
39. Santos Costa S., Rute Ribeiro, Maria Serrano, Ketlyn Oliveira, Carolina Ferreira, Marta Leal, Constança Pomba, and Isabel Coutoet. (2022) 'Staphylococcus aureus Causing Skin and Soft Tissue Infections in Companion Animals: Antimicrobial Resistance Profiles and Clonal Lineages', *Antibiotics*, 11(5), p. 599. doi:10.3390/antibiotics11050599.
40. Schäfer-Somi, S., Spargser, J., Breitenfellner, J. and Aurich, J. E. (2003) 'Bacteriological status of canine milk and septicemia in neonatal puppies – a retrospective study', *J Vet Med B Infect Dis Vet Public Health*, 50, pp. 343–6. PMID: 14535933. doi:10.1046/j.1439-0450.2003.00672.x.
41. Scherer, C. B., Botoni, L. S., Coura, F. M. and Silva, R. O. (2018) 'Frequency and antimicrobial susceptibility of *Staphylococcus pseudintermedius* in dogs with otitis externa', *Cienc Rural*, 48(4). <https://www.scielo.br/cr/a/QhX3Vq7RJdV3KwsxZT48JwK/?lang=en>.
42. Schmidt, V. M., Williams, N. J., Pinchbeck, G., Corless, C. E., Shaw, S., McEwan, N., Dawson, S. and Nuttall, T. (2014) 'Antimicrobial resistance and characterisation of staphylococci isolated from healthy Labrador retrievers in the United Kingdom', *BMC Vet Res*, Jan 14, 10, p.17. doi:10.1186/1746-6148-10-17. PMID: 24423104; PMCID: PMC3896740.
43. Stefanetti, V., Bietta, A., Pascucci, L., Marenzoni, M. L., Coletti, M., Franciosini, M. P., Passamonti, F. and Casagrande, Proietti P. (2017) 'Investigation of the antibiotic resistance and biofilm formation of *Staphylococcus pseudintermedius* strains isolated from canine pyoderma', *Vet Ital*, 53, pp. 289–296. doi:10.12834/vetit.465.2275.6 PMID: 29307122.
44. Talan, D., Goldstein, E., Staats, D. and Overturf, G. D. (1989) 'Staphylococcus intermedius: Clinical presentation of a new human dog bite pathogen', *Annals Emerg Med*, 18(4), April 01, pp. 410–413. doi:10.1016/S0196-0644(89)80582-7. [https://www.annemergmed.com/article/S0196-0644\(89\)80582-7/pdf](https://www.annemergmed.com/article/S0196-0644(89)80582-7/pdf).
45. Van Duikeren, E., Kamphuis, M., Van der Mije, I.C., Laarhoven, L. M., Duim, B., Wagenaar, J. A. and Houwers, D. J. (2011) 'Transmission of methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* between infected dogs and cats and contact pets, humans and the environment in households and veterinary clinics', *Vet Microbiol*, 150(3–4), pp. 338–343. PMID: 21420256. doi:10.1016/j.vetmic.2011.02.012.
46. Videla, R., Solyman, S. M., Brahmabhatt, A., Sadeghi, L., Bemis, D. A. and Kania, S. A. (2018) 'Clonal complexes and antimicrobial susceptibility profiles of *Staphylococcus pseudintermedius* isolates from dogs in the United States', *Microb Drug Resist*, 24, pp. 83–88. pmid:28504897. doi:10.1089/mdr.2016.0250.
47. Yamashita, K., Shimizu, A., Kawano, J., Uchida, E., Haruna, A. and Igimi, S. (2005) 'Isolation and characterization of staphylococci from external auditory meatus of dogs with or without otitis externa with special reference to *Staphylococcus schleiferi* subsp. *coagulans* isolates', *J Vet Med Sci*, 67(3), pp. 263–268. PMID: 15805728. doi:10.1292/jvms.67.263.
48. Zakošek, Pipan M., Tanja Švara, Irena Zdovc, Bojan Papić, Jana Avberšek and Darja Kušar Janko. (2019) 'Mrkun *Staphylococcus pseudintermedius* septicemia in puppies after elective cesarean section: confirmed transmission via dam's milk', *BMC Vet Res*, 15(41). <https://bmcbvetres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12917-019-1795-y>.
49. Zur, G., Gurevich, B. and Elad, D. (2016) 'Prior antimicrobial use as a risk factor for resistance in selected *Staphylococcus pseudintermedius* isolates from the skin and ears of dogs', *Vet Dermatol*, 27, pp. e468–e125. PMID: 27870236. doi:10.1111/vde.12382.

STAPHYLOCOCCAL INFECTIONS IN DOGS: CLASSIFICATION AND THE MAIN PROPERTIES OF THE PATHOGENS

G. Garagulya, R. Severyn, S. Basko, G. Murzakova, V. Filshtinska-Lyalko

State University of Biotechnology, Kharkiv, Ukraine, e-mail: vetvir.galina@gmail.com

Abstract. The review is devoted to the characteristics of the causative agents of staphylococcal infection as one of the most common infectious pathologies in dogs. Among the properties of pathogens, the most attention is paid to the following characteristics: classification of bacteria of the genus *Staphylococcus*, description of their main factors of pathogenicity and antibiotic resistance. The main areas of research by foreign and domestic

scientists regarding the role of staphylococci in the pathology of dogs and the spread of staphylococci are considered. The appearance of new species of bacteria of the genus Staphylococcus, which were isolated during the study of this pathology, is important. The authors pay special attention to the issue of resistance of staphylococci to antibiotics and the role of bacterial resistance during diagnosis and selection of therapy methods.

Keywords: staphylococcal infections, dogs, genus *Staphylococcus*.

DOI: 10.31073/onehealthjournal2023-II-04