

ЈАВНО ЗДРАВЈЕ

ИДЕНТИФИКАЦИЈА НА МИКРОФЛОРАТА ОД УСНАТА ПРАЗНИНА НА ЕГЗОТИЧНИ ЗМИИ ЧУВАНИ КАКО ДОМАШНИ МИЛЕНИЦИ

Марко Наумовски¹, Ивямариа Јовановска⁴, Каќа Поповска², Весна Велиќ Стефановска³, Гордана Мирчевска²¹ Медицински факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Република Северна Македонија² Институт за микробиологија и паразитологија, Медицински факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Република Северна Македонија³ Институт за епидемиологија и медицинска статистика, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Медицински факултет, Скопје, Република Северна Македонија⁴ Универзитет за аудиовизуелни уметности ЕФТА, Скопје, Република Северна Македонија

Извадок

Цитирање: Наумовски М, Јовановска И, Поповска К, Велиќ Стефановска В, Мирчевска Г. Идентификација на микрофлората од усната празнина на егзотични змии чувани како домашни миленици. *Арх Ј Здравје* 2020;12(2):56-63
DOI: <https://doi.org/10.3889/aph.2020.5219>

Клучни зборови: неотровни змии, миленици, усна празнина, микробиом

***Кореспонденција:** Марко Наумовски, Медицински факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ Скопје, Република Северна Македонија, e-mail: naumovskimarko7@gmail.com

Примено: 12-мар-2019; **Ревизирано:** 28-мај-2020; **Прифатено:** 30-мај-2020; **Објавено:** 15-јун-2020

Печатарски права: ©2020 Марко Наумовски. Оваа статија е со отворен пристап дистрибуирана под условите на некалализирана лиценца, која овозможува неограничена употреба, дистрибуција и репродукција на било кој медиум, доколку се цитираат оригиналниот(ите) автор(и) и изворот.

Конкурентски интереси: Авторот изјавува дека нема конкурентски интереси.

Последниве години змиите станаа актуелни домашни миленици за луѓето кои имаат малку слободно време. Но, при купување на овие животни се занемарува фактот дека се носители на голем број микроорганизми кои се патогени за човекот. Идејата на овој труд беше да се идентификуваат микроорганизмите во усната празнина кај егзотични змии кои се чуваат како домашни миленици во Република Северна Македонија, со што би помогнале во третманот на инфекции при каснување. Во студијата се опфатени 30 змии од 9 видови, од 3 фамилии на неотровни змии: Pythonidae, Boidae и Colubridae. Змиите се дел од 5 најголеми колекции на егзотични змии во Република Северна Македонија. Од секоја змија беше земен само по еден брис од усната шуплина. Брисевите беа културелно и микроскопски обработувани на Институтот за микробиологија и паразитологија на Медицинскиот факултет при УКИМ во Скопје. Од вкупно 59 изолирани микроорганизми од усната празнина на 30 егзотични змии, 37,3% беа Грам-позитивни бактерии, 61,01% беа Грам-негативни бактерии и 1,69% беа габи. Доминантни беа бактерии *Pseudomonas aeruginosa* со 27,11%, *Providencia rettgeri* / *Proteus vulgaris* со 18,64% и *KONS* / *Micrococcus luteus* со 16,94%. *Pseudomonas aeruginosa* беше застапен кај сите три фамилии на змии, и тоа со 62,5% кај фам. Pythonidae, 50% кај фам. Boidae и 50% кај фам. Colubridae. Изолатот *Providencia rettgeri* / *Proteus vulgaris* беше најмногу присутен кај фам. Colubridae со 71,43, потоа кај фам. Pythonidae 12,5%, но воопшто не беше изолиран кај ниту еден примерок од фам. Boidae. Микробиомот на неотровните змии беше составен од Грам-позитивни бактерии кај здрави змии. Кај змиите чувани во несоодветни хигиенски услови преобладаа Грам-негативните бактерии, од кои најзначајно беше присуството на *Pseudomonas aeruginosa*, кој често е отпорен на повеќе групи антимикробни средства. Змиите како домашни миленици бараат соодветно познавање на условите за чување и нега.

PUBLIC HEALTH

IDENTIFICATION OF THE MICROFLORA FROM THE ORAL CAVITY OF EXOTIC SNAKES KEPT AS PETS

Marko Naumovski¹, Ivamaria Jovanovska⁴, Katja Popovska², Vesna Velikj Stefanovska³, Gordana Mirchevska²¹ Faculty of Medicine, Ss Cyril and Methodius University, Skopje, Republic of North Macedonia² Institute of Microbiology and Parasitology, Faculty of Medicine, Ss Cyril and Methodius University, Skopje, Republic of North Macedonia³ Institute of Epidemiology and Biostatistics, Faculty of Medicine, Ss Cyril and Methodius, Skopje, Republic of North Macedonia⁴ University of Audiovisual Arts ESRJ, Skopje, Republic of North Macedonia

Abstract

Citation: Naumovski M, Jovanovska I, Popovska K, Velikj Stefanovska V, Mirchevska G. Identification of the microflora from the oral cavity of exotic snakes kept as pets. *Arch Pub Health* 2020; 12 (2): 56-63 (Macedonian) DOI: <https://doi.org/10.3889/aph.2020.5219>

Key words: non-venomous snakes, pets, oral cavity, microbiome

***Correspondence:** Marko Naumovski, Faculty of Medicine, Ss Cyril and Methodius University, Skopje, Republic of North Macedonia, e-mail: naumovskimarko7@gmail.com

Received: 12-Mar-2019; **Revised:** 28-May-2020;

Accepted: 30-May-2020; **Published:** 15-Jun-2020

Copyright: ©2020, Marko Naumovski. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited.

Competing Interests: The author have declared that no competing interests

In recent years, snakes have become suitable pets for people with little spare time. By buying these animals people ignore the fact that they carry many microorganisms that are pathogenic for humans. The idea of this study was to identify the microorganisms from the oral cavity of exotic snakes kept as pets in the Republic of North Macedonia, which can help in the treatment of bite infections if they occur. The study comprised 30 snakes of 9 species, from 3 families of non-venomous snakes: Pythonidae, Boidae and Colubridae. Snakes are part of the 5 largest collections of exotic snakes in the Republic of North Macedonia. Only one swab from the oral cavity was taken from each snake. The brushes were cultured and microscopically analyzed at the Institute of Microbiology and Parasitology at the Faculty of Medicine in Skopje. From 59 isolated microorganisms from the oral cavity of 30 exotic snakes, 37.3% were Gram-positive bacteria, 61.01% were Gram-negative bacteria and 1.69% were fungi. Of the total number of microorganisms, *Pseudomonas aeruginosa* was predominant with 27.11%, *Providencia rettgeri* / *Proteus vulgaris* with 18.64% and *KONS* / *Micrococcus luteus* with 16.94%. *Pseudomonas aeruginosa* was present in all three snake families, with 62.5% of the snake in the fam. Pythonidae; 50% in the fam. Boidae and 50% in the fam. Colubridae. The isolate *Providencia rettgeri* / *Proteus vulgaris* was most frequently found in the fam. Colubridae with 71.43%, followed by fam. Pythonidae with 12.5%, but was not isolated in any specimen of the fam. Boidae. The microbiome of the non-venomous snakes is composed of Gram-positive bacteria in healthy snakes, but also in snakes kept in inadequate hygienic conditions. Gram-negative bacteria were predominant, of which the most significant was the presence of multiple drug resistance *Pseudomonas aeruginosa*. Snakes as pets require proper knowledge of terms and conditions.

Вовед

Влечугите, особено змиите, во последните години претставуваат актуелни домашни миленици за луѓето кои имаат малку слободно време. Но, при купување на овие животни се занемарува фактот дека се носители на голем број микроорганизми кои се патогени за човекот, особено за имунокомпромитираните лица. Микроорганизмите најчесто се пренесуваат преку феко-орален пат, но чести се и каснувањата за време на чистење на живеалиштето, хранење или држење во раце. Питоните вообичаено не напаѓаат, освен кога се испровоцирани, но кога ќе се најдат загрозувани можат да предизвикаат агресивен и долготраен загриз¹. Питон поголем од 3 метри може да предизвика длабок загриз, при што забите може да навлезат до поткожното ткиво².

Од клинички аспект, секундарните инфекции како последица на каснување од змии^{3,4} често се состојат од мешани патогени причинители, како и кај другите каснувања од животни⁵. Се соопштуваат и септични состојби како последица на каснување од змија³. Не постојат многу студии во светот за дистрибуција на бактериите кај змии⁶. Досегашните студии за бактериската микрофлора кај змиите покажуваат огромен вариетет на изолирани бактерии од усната празнина. Според некои истражувања, доминантно се изолирани Грам-негативни бактерии со 81,5%, а Грам-позитивните бактерии со 16,3%³. Грам-позитивни бактерии како *Corynebacterium* и *Staphylococcus* се сметаат за дел од микробиомот кај здрави змии. Наодот, пак, на Грам-негативните бактерии и ентеробактериите, кои потекнуваат од клоаката на живот-

ните со кои тие се хранат, се налетна флора⁷.

До сега не се евидентирани записи за идентификација на микрофлората кај егзотични змии во нашата држава, и покрај тоа што постојат 5 големи колекции на истите кои се чуваат како домашни миленици.

Целта на овој труд беше да се идентификуваат микроорганизмите во усната празнина кај егзотични змии чувани како домашни миленици во Република Северна Македонија, што значајно би помогнало во третманот на инфекции при каснување и/или потенцијална сепса.

Материјали и методи

Во студијата беа опфатени 30 змии од девет видови, од три фамилии на неотровни змии: *Pythonidae*, *Boidae* и *Colubridae*. Во овие фамилии спаѓаат видовите: бурмански питон - *Python bivittatus* (Kahl, 1820), дијамантски питон - *Morelia spilota* (Lac p de, 1804); кралски топчест питон - *Python regius* (Shaw, 1802); боа - *Boa constrictor* (Linnaeus, 1758); змија со свински нос - *Heterodon nasicus* (Bairs & Giard, 1852); жолта анаконда - *Eunectes notaeus* (Cope, 1862); пченкарна змија - *Pantherophis guttatus* (Linnaeus, 1766); калифорниска кралска змија - *Lampropeltis californiae* (Blainville, 1835) и обична кралска змија *Lampropeltis getula* (Linnaeus, 1766). Студијата беше изведена во периодот од јуни 2019 година до октомври 2019 година. Змиите се дел од 5 големи колекции на егзотични змии во Република Северна Македонија (табела 1). Змиите вклучени во студијата се хранат со глодари, најчесто глувци и стаорци од сопствени фарми (слика 1).

Табела 1: Застапеност на видовите змии по колекции

Колекција 1	Колекција 2	Колекција 3	Колекција 4	Колекција 5
<i>B. constrictor</i>	<i>B. constrictor</i>	<i>P. guttatus</i>	<i>M. spilota</i>	<i>B. constrictor</i>
<i>E. notaeus</i>	<i>L. californiae</i>	<i>L. californiae</i>	<i>L. californiae</i>	<i>P. regius</i>
<i>P. bivittatus</i>	<i>P. bivittatus</i>		<i>H. nasicus</i>	
	<i>P. regius</i>		<i>L. getula</i>	
	<i>P. guttatus</i>			



Слика 1: Хранење на неотровна змија

Процесот на земање брис се изведуваше така што еден од соработниците со стерилен пеан ја држеше отворена устата на змијата, додека другиот соработник со стерилен брис ротирајќи го пребришуваше делот околу забите и лигавицата во усната празнина (слика 2). Воедно третиот соработник фотографски ја документираше постапката на земање брис. По еден брис беше земен од секоја змија. Брисевите беа културелно и микроскопски обработувани на Институтот за микробиологија и паразитологија на Медицинскиот факултет при УКИМ во Скопје, Република Северна Македонија. Брисевите се култивираа на 3 подлоги: крвен агар, CALB подлога и во гликозен бујон. Медиумите

се инкубираа 24/48 часа на температура од 37°C во аеробни услови. За идентификација на пораснатите бактериски колонии се користеа класични микробиолошки техники, а конфирмацијата на наодите беше изведена со автоматизиран метод - VITEK 2.

Податоците од изолираните бактерии се класифицираа според видовите на изолирани микроорганизми од усната празнина на егзотичните змии, застапеноста на изолираните микроорганизми по фамилии и застапеноста на микроорганизмите по колекции.

Податоците добиени во текот на истражувањето беа статистички обработени со користење на SPSS software package, version 22.0 for

Windows (SPSS, Chicago, IL, USA). Анализата на атрибутивните (квалитативни) серии беше правена преку одредување на коефициент на односи, пропорции и стапки, а беа прикажани како апсолутни и релативни броеви. Нумеричките (квантитативни) серии беа анализирани со употреба на мерките на централна

тенденција (просек, медијана, минимални вредности, максимални вредности, интерактивни рангови). За споредба на пропорциите беше користен Difference test. За утврдување на статистичка значајност се користеше ниво на сигнификантност од $p < 0,05$.

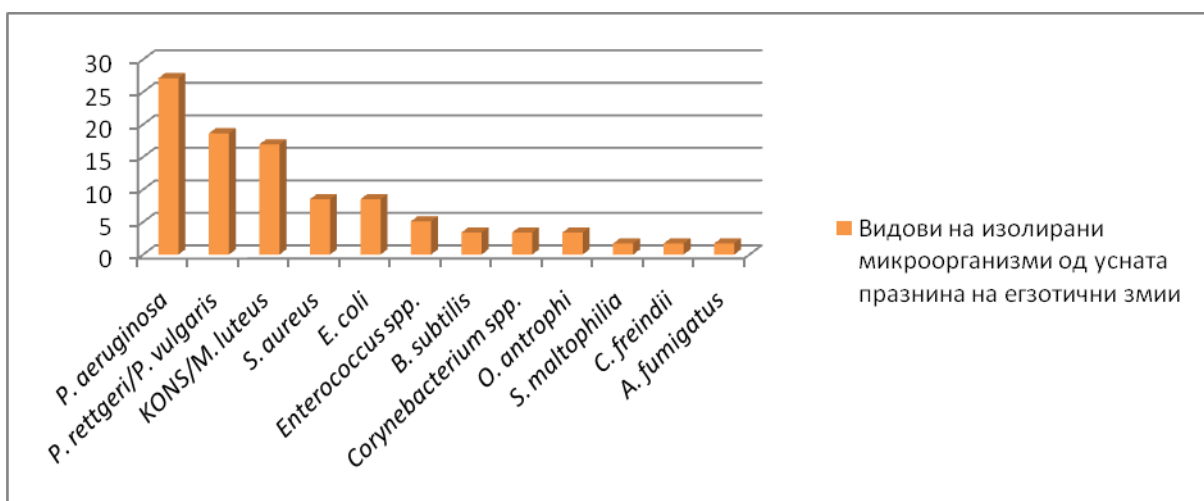


Слика 2: Процес на земање брис од усната празнина на змија

Резултати

На хранителните подлоги на кои беа засадени земените брисеви пораснаа полимикробни култури, со

различна дистрибуција кај разни видови змии, што е прикажано на графикон 1.



Графикон 1: Видови изолирани микроорганизми (N=59) од усната празнина на егзотични змии

Од графикон 1 се гледа дека од вкупно 59 изолирани микроорганизми од усната празнина на 30 егзотични змии, 37,3% се Грам-позитивни бактерии, 61,01% се Грам-негативни бактерии и 1,69% се габи. Доминантни беа бактериите *Pseudomonas aeruginosa* со 27,11%, *Providencia rettgeri/Proteus vulgaris* со 18,64% и KONS (коагулаза-негативен стафилокок) / *Micrococcus luteus* со 16,94%.

Статистичката анализа со компарација на пропорции покажа дека, за

$p > 0,05$, нема сигнификантна разлика во процентуалната застапеност помеѓу најчесто изолираните микроорганизми, и тоа *Pseudomonas aeruginosa*, *Providencia rettgeri/Proteus vulgaris* и KONS *Micrococcus luteus*. За $p > 0,05$, не беше утврдена сигнификантна процентуалната разлика во застапеноста на *Staphylococcus aureus*, односно *Escherichia coli* во однос на *Providencia rettgeri/Proteus vulgaris*, односно KONS/*Micrococcus luteus*.

Табела 2: Дистрибуција на изолираните микроорганизми според фамилиите на змии

Изолирани микроорганизми	Вкупен број егзотични змии по фамилии (N=30)					
	Фам. Pythonidae (N=8)		Фам. Boidae (N=8)		Фам. Colubridae (N=14)	
	N	%	N	%	N	%
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5	62,5	4	50	7	50
<i>Providencia rettgeri / Proteus vulgaris</i>	1	12,5	/	/	10	71,43
KONS / <i>Micrococcus luteus</i>	3	37,5	4	50	3	21,43
<i>Staphylococcus aureus</i>	2	25	1	12,5	2	14,29
<i>Escherichia coli</i>	1	12,5	1	12,5	3	21,43
*Останати Грам + бактерии	/	/	5	62,5	2	14,29
**Останати Грам - бактерии	2	25	1	12,5	1	7,149
<i>Aspergillus fumigatus</i>	/	/	1	12,5	/	/

*Останати Грам + бактерии (*Bacillus subtilis*, *Corynebacterium spp.*, *Enterococcus spp.*)

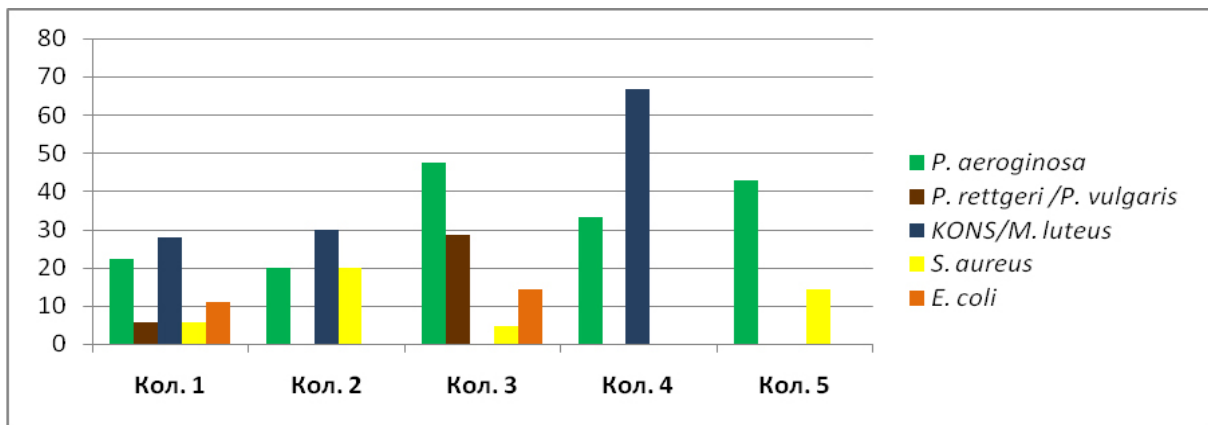
**Останати Грам – бактерии (*Ochrobactrum anthropi*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Citrobacter freundii*)

Од табела 2 се гледа дека *Pseudomonas aeruginosa* беше застапен кај сите три фамилии змии, и тоа со 62,5% кај фам. Pythonidae, 50% кај фам. Boidae и 50% кај фам. Colubridae. Впороранџираниоџ изолаџ *Providencia rettgeri/Proteus vulgaris* беше најмноџу џрисуџџен кај фам. Colubridae со 71,43, џоџџоа кај фам. Pythonidae 12,5%, но вооџџџџо не беше изолиран кај ниџџу еген џримерок од фам. Boidae. KONS/

Micrococcus luteus беше застаџџџен кај сиџџе џџри фамилии - 37,5% кај фам. Pythonidae, 50% кај фам. Boidae и 21,43% кај фам. Colubridae. *Staphylococcus aureus* беше застапен со 25% кај фам. Pythonidae, 12,5% кај фам. Colubridae, и 14,29% кај фам. Boidae. *Escherichia coli* беше подеднакво застапена со 12,5% кај фам. Pythonidae и фам. Boidae, додека со 21,43% кај фам. Colubridae. Од останатите Грам-по-

зитивни бактерии беше докажано присуство на *Bacillus subtilis*, *Corynebacterium* spp., *Enterococcus* spp., а од останатите Грам-негативни бактерии беше докажано присуство на *Ochrobactrum anthropi*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Citrobacter freundii*. Од габите беше изолиран *Aspergillus fumigatus* од усната празнина на фам. *Boidae*.

За $p > 0,05$, анализата покажа сигнификантна процентуална разлика помеѓу фамилиите *Pythonidae* и *Colubridea* во однос на застапеноста на *Providencia rettgeri*/*Proteus vulgaris* и помеѓу фамилиите *Boidae* и *Colubridea* во однос на застапеноста на останати Грам-позитивни бактерии. На графиконот 2 е претставена застапеноста на микроорганизмите по колекции.



Графикон 2: Застапеност на микроорганизмите по колекции

Од графиконот 2 се гледа дека бактеријата *Pseudomonas aeruginosa* е застапена во сите пет колекции на егзотични змии, со 22,1%, 20%, 47,61%, 33,33% и 42,9%, последователно. Изолатите *Providencia rettgeri/Proteus vulgaris* беа застапени во првата колекција со 5,6%, а во третата колекција со 28,57%.

KONS/Micrococcus luteus беа изолирани во првата колекција со 27,8%, во втората колекција со 30% и во четвртата колекција со 66,67%. *Staphylococcus aureus* беше застапен во првата колекција со 5,6%, во втората колекција со 20%, во третата колекција со 4,76%, во петтата колекција со 14,3%, додека во четвртата колекција воопшто не беше изолиран. *Escherichia coli* беше застапена во првата колекција со 11,1% и третата колекција со

14,3%. Останатите микроорганизми (Грам+ и Грам-) беа застапени спорадично.

Споредбата на процентуалната застапеност на изолирани микроорганизми според колекции, за $p > 0,05$, не покажа статистички сигнификантна разлика за ни една од испитуваните комбинации.

Дискусија

Егзотичните змии се присутни во нашата држава и се одгледуваат во неколку легла, од кои 5 се колекции со поголем број примероци. Овие змии не се отровници и пленот го убиваат со мускулна контракција. Кај одгледувачите, сепак, се случуваат каснувања особено во периодот на преслекување на кожата. Местото на гризнување

е рана контаминирана со бактерии од флората на усната шуплина на змијата која може да се развие во инфекција со полимикробна содржина⁸. Од клинички аспект, секундарните инфекции на рани како последица на каснување од змии, содржат мешани патогени микроорганизми, слично како и кај другите каснувања од животни⁵. Едни од најчестите бактериски изолати во усната шуплина на нашата збирка змии се *Pseudomonas aeruginosa* и *Providentia rettgeri*, што се совпаѓа со наодите на други испитувања кај неотровните змии, но и кај змии отровници каква што е кобрата⁷. Според податоците од Yeap и сор. и други истражувачи^{9,10,11} преобладајќи ја на *Pseudomonas aeruginosa* и *Providentia rettgeri* укажува на несоодветна хигиена и присуство на стоматит кај змиите.

Прикажаните микроорганизми по колекции имаа задача да го прикажат влијанието на условите на чување и начинот на исхрана во одредување на преобладајќи ја нормална флора. Змиите од колекцијата број 1 и колекцијата број 3 евидентно имаа полоши услови на хигиена и исхрана бидејќи кај нив беа присутни *Pseudomonas aeruginosa*, *Providentia rettgeri* како преобладајќи ја микроорганизми во усната шуплина. Овие змии се потенцијален ризик за инфективни заболувања кај луѓето. Од друга страна, во колекцијата број 2 *Pseudomonas aeruginosa* беше изолиран во најмал процент, а *Providentia rettgeri* беше отсутна, а беше присутна нормална флора, како и во колекцијата број 4 каде нормалната флора беше најзастапена (66%), што укажува дека *Pseudomonas aeruginosa* е само налетна транзи-

торна микрофлора. Liu и сор. докажуваат дека *Pseudomonas aeruginosa* изолиран од усната празнина на змиите е мултирезистентна бактерија, што укажува на можноста од настанување сериозни инфекции на раните (некроза или апсцес на ткивото), настанати со угриз од овие змии¹². Постојат и други природни резервоари на *P. aeruginosa* кај ограничен број животни како кучиња, мачки, лебеди и влекачи¹³. Повеќето студии за животински соеви на *P. aeruginosa* од регионите околу Пацификот покажуваат суптилна резистенција¹⁴. Настанатите угриз, најчесто на екстремитетите, бараат соодветен третман и нега. Иако отстранувањето на оштетеното ткиво и последователната обработка на раните се главна цел на третманот, антибиотската терапија се смета за важен додаток во овие случаи¹⁵.

Заклучок

Микробиомот на неотровните змии е составен од Грам-позитивни бактерии кај здрави змии, но кај змии чувани во несоодветни хигиенски услови преобладајќи ја Грам-негативните бактерии, од кои најзначајно е присуството на *Pseudomonas aeruginosa*. Змиите како домашни миленици бараат соодветно познавање за условите за чување и нега. Во случај на каснување, покрај хируршка обработка на раната, потребна е и орална апликација на антибиотици со широк спектар кој ќе дејствува на Грам-позитивните и Грам-негативните бактерии кои можат да се најдат во усната празнина на змиите.

Благодарност

Авторите сакаат да изразат благодарност до сопствениците на колекциите на егзотични змии, меѓу кои се д-р Игор Велевски, Војо Иванов и Борис Анастасов, како и на Сашо Панчев за неговата стручна соработка во овој проект.

Референци

1. Yak R, Lundin AC, Pin PY, Sebastian SJ. Oral bacterial microflora of freeliving reticulated pythons (*Python reticulatus*) in Singapore. *J Herpetol Med Surg* 2015;25:40-44.
2. Weed HG. Nonvenomous snakebites in Massachusetts: prophylactic antibiotics are unnecessary. *Ann Emerg Med* 1993;22(2):220-224.
3. Blaylock RSM. Normal oral bacterial flora from some southern African snakes. *Onderstepoort J Vet Res* 2001;68(3):175-182.
4. Janda JM, Abbott SL. The genus *Aeromonas*: taxonomy, pathogenicity, and infection. *Clin Microbiol Rev* 2010;23(1):35-73.
5. Liu PY, Weng LL, Tseng SY, Huang CC, Cheng CC, Mao YC, et al. Colistin Resistance of *Pseudomonas aeruginosa* Isolated from Snakes in Taiwan. *Can J Infect Dis Med Microbiol* 2017; 2017:1-5.
6. Jho YS, Park DH, Lee JH, Cha SY, Han JS. Identification of bacteria from the oral cavity and cloaca of snakes imported from Vietnam. *Lab Anim Res* 2011;27(3):213-217.
7. Sujogya Kumar Panda, Laxmiprya Padhi, Guananiidhi Sahoo. Oral bacterial flora of Indian cobra (*Naja naja*) and their antibiotic susceptibilities. *Heliyon* 2018;4(12): e011008
8. Krishnankutty SP, Muraleedharan M, Perumal RC, Michael S, Benny J, Balan B, et al. Next-generation sequencing analysis reveals high bacterial diversity in wild venomous and non-venomous snakes from India. *J Venom Anim Toxins incl Trop Dis* 2018;24(41).
9. Artavia-León A, Romero-Guerrero A, Sancho-Blanco C, Rojas N, Umaña-Castro R. Diversity of Aerobic Bacteria Isolated from Oral and Cloacal Cavities from Free-Living Snakes Species in Costa Rica Rainforest. *Int Sch Res Notices* 2017;2017:8934285.
10. Jho YS, Park DH, Leo JH, Lyoo YS. Aerobic bacteria from oral cavities and cloaca of snakes in petting zoo. *Korean J Vet Res* 2011;51(3):243-247.
11. Baron RS. Chapter 27: *Pseudomonas*. In: Iglewsk BH, editor. *Medical Microbiology*, 4th ed. Galveston: University of Texas Medical Branch and Galveston 1996.
12. Quiroga M, Avila-guero M., Faiongezicht I. Abscess secondary to facial snake bite. *J Venom Anim Toxins* 2000; 6(2):261-270.
13. Abrahamian FM, Goldstein EJC. Microbiology of animal bite wound infections. *Clin Microbiol Rev* 2011;24(2):231-246.
14. Lin D, Foely SL, Qi Y, et al. Characterization of antimicrobial resistance of *Pseudomonas aeruginosa* isolated from canine infections. *J Appl Microbiol* 2012; 113(1):16-23.
15. Wagener M, Naidoo M, Aldous C. Wound infection secondary to snakebite. *S Afr Med J* 2017; 107(4):315-319.