

Study of antibiotic resistance to *Escherichia coli* bacteria isolated from urinary tract ingress

A.S.Ahmed¹, A.K.AI-Masoodi², A.K.Abdullah³

¹General Directorate for Education of Diyala, Iraq;

²Quality Assurance Department, University of Diyala, Iraq;

³College of Medicine, University of Diyala, Iraq

Urinary tract infection (UTI) is the most common infection in hospitals and nursing homes. Typically, it is connected with catheterization. Over time, antibiotic resistance of bacterial uropathogens has become a global problem, particularly in third-world nations.

Patients and methods. A total of 152 urological catheter samples obtained from patients in the urology unit at Baquba Teaching Hospital, Diyala, Iraq, were examined to determine drug resistance in *Escherichia coli* and the presence of UTI-causing bacteria. The number of isolates that gave a positive result for bacterial culture was 115 (75.65%), 78 (78.78%) samples were from male patients and 41 (77.35%) were from female patients. After the bacteria were identified, 27 isolates of gram-negative bacteria that cause UTIs were found, of which 15 (55.5%) were of the *E. coli* bacterium, 7 (26%) – *Proteus mirabilis* bacterium, 3 (11.1%) – *Pseudomonas aeruginosa* bacterium, and 2 (7.4%) – *Klebsiella pneumoniae* bacterium.

Results. Trimethoprim (93.3%) and Cefoxitin (86.7%) had the highest levels of resistance, whereas Chloramphenicol (33%) exhibited the lowest levels of resistance.

Conclusion. Resistance of bacterial isolates to most antibiotics and their possession of multi-antibiotic resistance were noted between the isolates under study.

Key words: *Escherichia coli*, isolate, susceptibility, antibiotic resistance, urinary tract catheterization

For citation: Ahmed A.S., Al-Masoodi A.K., Abdullah A.K. Study of antibiotic resistance to *Escherichia coli* bacteria isolated from urinary tract ingress. Infekc. bolezni (Infectious Diseases). 2022; 20(4): 63–68. (In Russian). DOI: 10.20953/1729-9225-2022-4-63-68

Исследование антибиотикорезистентности изолятов бактерии *Escherichia coli*, при инфекциях мочевыводящих путей

А.С.Ахмед¹, А.К.Аль-Масуди², А.К.Абдулла³

¹Главное управление образования Диялы, Ирак;

²Отдел контроля качества Университета Диялы, Ирак;

³Медицинский колледж Университета Диялы, Ирак

Инфекции мочевыводящих путей (ИМП) являются самыми распространенными заболеваниями среди пациентов больниц и домов престарелых и, как правило, связаны с катетеризацией мочевого пузыря. Проблема антибиотикорезистентности уропатогенных бактерий становится все более актуальной во всем мире, особенно в развивающихся странах.

Пациенты и методы. Исследование антибиотикорезистентности *Escherichia coli* и наличия других бактерий, вызывающих ИМП, проводилось на 152 образцах мочи пациентов урологического отделения Учебной больницы Баакубы, Дияла, Ирак. При проведении бактериологического исследования было выявлено 115 изолятов грамположительных бактерий в образцах мочи пациентов, из них мужчин – 78 (78,78%), женщин – 41 (77,35%), и 27 изолятов грамотрицательных бактерий, вызывающих ИМП, из которых 15 (55,5%) относились к *E. coli*, 7 (26%) – к *Proteus mirabilis*, 3 (11,1%) – к *Pseudomonas aeruginosa* и 2 (7,4%) – к *Klebsiella pneumoniae*.

Результаты. Самые высокие показатели антибиотикорезистентности были выявлены к препаратам Триметоприм и Цефокситин (14 (93,3%) и 13 (86,7%) изолятов соответственно), а самые низкие – к препарату Хлорамфеникол (5 (33,3%)).

Заключение. Установлена устойчивость исследуемых бактериальных изолятов к большинству антибиотиков, а также наличие у них множественной резистентности.

Ключевые слова: *E. coli*, изолят, чувствительность, антибиотикорезистентность, катетеризация мочевого пузыря

Для цитирования: Ахмед А.С., Аль-Масуди А.К., Абдулла А.К. Исследование антибиотикорезистентности изолятов бактерии *Escherichia coli*, при инфекциях мочевыводящих путей. Инфекционные болезни. 2022; 20(4): 63–68. DOI: 10.20953/1729-9225-2022-4-63-68

For correspondence:

Atheer Shehab Ahmed, MSc, General Directorate for Education of Diyala, Baqubah, Iraq

Address: Baqubah, Diyala, 32001, Iraq

Phone: (+964) 07708615239

E-mail: atheershehab1981@gmail.com

ORCID: 0000-0002-5209-7233

The article was received 18.07.2022, accepted for publication 28.12.2022

Для корреспонденции:

Атир Шехаб Ахмед, магистр наук, Главное управление образования Диялы, Баакуба, Ирак

Адрес: Баакуба, Дияла, 32001, Ирак

Телефон: (+964) 07708615239

E-mail: atheershehab1981@gmail.com

ORCID: 0000-0002-5209-7233

Статья поступила 18.07.2022 г., принята к печати 28.12.2022 г.

Introduction

Urinary tract infections (UTIs) affect the general population and hospitalized patients worldwide, resulting in a reduced quality of life. Gram-negative bacilli *Enterobacteriaceae*, such as uropathogenic *Escherichia coli*, are the leading causes of UTIs [1]. Gram-negative bacteria, including *E. coli*, *Klebsiella*, *Proteus*, and *Pseudomonas*, and gram-positive bacteria, including *Streptococcus* spp., *Enterococcus* spp., and *Staphylococcus* spp., are a common cause of bacterial UTIs [2]. *E. coli* (UPEC) is responsible for 80% of global UTI infections [1]. UTIs are more prevalent during pregnancy due to bodily changes, particularly in the urinary system [3].

Antibiotic resistance is one of the major global health issues responsible for tens of thousands of deaths and is projected to develop over time [4]. Some estimate that by 2050 it will cause 10 million deaths yearly [5, 6]. *E. coli* is a multidrug-resistant bacterium (MDR) because it has a high potential for resistance to numerous antibiotics via a variety of mechanisms, including enzymes such as β -lactamase, which promotes resistance to β -lactam antibiotics, and other enzymes that induce resistance to aminoglycosides, quinolones, etc., as well as numerous other mechanisms [7]. Although UTI is a frequent condition, it is readily cured if antibiotics are administered in moderation [8]. Identifying the microorganisms that cause UTIs and examining antibiotic sensitivity patterns are useful therapy methods [9]. The aim of this study was to investigate the antibiotic resistance of *E. coli* bacteria isolated from urinary tract invasion.

Methodology

Sample collection

In this study, 152 urological catheter samples from patients admitted to the urology unit at Baquba Teaching Hospital were investigated. The age of patients ranged between 1 and 80 years. There were 99 samples from male patients and 53 samples from female patients obtained after the catheter tube was in place for more than 4 hours since it was found that the longer the catheter was in place, the denser the bacterial growth was, suggesting that it aids in the growth and proliferation of bacteria and increases their numbers. Traditional methods were used to find every isolate [10].

Ethical issues

Efforts were taken to ensure the legitimacy, privacy, and confidentiality of personal information and the rights of all participants in the current study. All ethical considerations were made, and the investigation was done with the Teaching Laboratories Division and hospital consent.

Antibiotic susceptibility test

A sensitivity test was conducted using antibiotic tablets, as 15 types of antibiotics were used [11]:

1. It started with an inoculation of 5 mL of the nutrient broth medium with 2–3 colonies of 24-hour-old pure bacterial cultures.
2. The tubes were shaken well and incubated at 37°C for 24 hours.
3. The turbidity of the growth was compared with the standard turbidity solution to give an approximate number equal to 1.5×10^8 cells/mL.

Введение

Инфекции мочевыводящих путей (ИМП) являются серьезной проблемой, оказывающей влияние на людей и госпитализированных пациентов во всем мире, что приводит к снижению качества жизни. Основными возбудителями ИМП являются грамотрицательные бациллы семейства *Enterobacteriaceae*, такие как уропатогенная *Escherichia coli* [1]. Грамотрицательные бактерии *E. coli*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Pseudomonas* и грамположительные бактерии *Streptococcus* spp., *Enterococcus* spp. и *Staphylococcus* spp. относятся к распространенным возбудителям бактериальных ИМП [2]. Уропатогенные *E. coli* (UPEC) ответственны за 80% случаев ИМП во всем мире [1]. У женщин ИМП чаще встречаются во время беременности из-за различных изменений, происходящих в организме, особенно в мочевыделительной системе [3].

Антибиотикорезистентность является одной из основных глобальных проблем здравоохранения, ответственной за десятки тысяч смертей, которая со временем будет только усугубляться [4]. По некоторым оценкам, к 2050 г. она будет вызывать около 10 млн смертей в год [5, 6]. *E. coli* относится к бактериям с множественной лекарственной устойчивостью, поскольку она обладает высоким потенциалом устойчивости к многочисленным антибиотикам посредством различных механизмов: в результате действия ферментов β -лактамаз, которые обеспечивают устойчивость к β -лактамам антибиотикам, и других ферментов, вызывающих устойчивость к аминогликозидам, хинолонам и так далее [7]. Несмотря на то, что ИМП является распространенным заболеванием, оно легко поддается лечению при умеренном применении антибиотиков [8]. Выявление микроорганизмов, вызывающих ИМП, и анализ их чувствительности к антибиотикам служат эффективным методом лечения [9]. Целью данного исследования было определение антибиотикорезистентности изолятов бактерии *E. coli*, выделенных от пациентов с инфекциями мочевыводящих путей.

Методология

Сбор образцов

В исследование были включены 152 образца мочи, полученных при помощи катетеризации у пациентов урологического отделения Учебной больницы Баакубы, Дияла, Ирак. Возраст пациентов (99 мужчин и 53 женщины) варьировался от 1 года до 80 лет. Образцы были взяты после проведения катетеризации длительностью более 4 ч, поскольку было обнаружено, что чем дольше катетер находился в мочевом пузыре, тем интенсивнее были рост и распространение бактерий. Для выявления изолятов применялись традиционные методы [10].

Этические принципы

В настоящем исследовании были предприняты все усилия по обеспечению принципа законности, конфиденциальности персональных данных и прав всех участников. Были учтены все этические вопросы, исследование проводилось после одобрения Отделом учебных лабораторий и разрешения больницы.

4. The bacterial suspension (0.1 mL) was transferred and spread on Mueller–Hinton Agar medium. The plate was left for 5 minutes at room temperature until the culture dried.

5. The antibiotic tablets were transferred to the surface of the culture media by sterile forceps, at a rate of 9 tablets per plate.

6. The dishes were incubated at 37°C for 18–24 hours, after which the diameters of the inhibition zones around each disk were measured. The bacteria were considered sensitive (S), resistant (R), or intermediate (I) according to the standard specifications contained in Clinical and Laboratory Standards Institute [12].

Results and discussion

Twenty-seven isolates of gram-negative bacteria that cause UTIs were obtained from a total of 152 urinary catheter samples from patients admitted to the urology unit at Baquba Teaching Hospital. Their ages ranged between 1 and 80 years, with 99 samples from male patients and 53 from female patients. The samples were collected after placing the catheter for more than 4 hours, as well after confirming the diagnosis of UTI. The presence of bacteria that cause UTI was investigated in 152 urine samples from urinary tract catheters. The number of isolates that gave a positive result for bacterial culture was 115 (75.65%); 78 (78.78%) samples were from males and 41 (77.35%) were from females, as shown in Table 1.

The number of isolates that gave a negative result was 33, with a percentage of 21.71%. This result does not differ from Al-Moussawi's [13] and Al-Jemeliy's [14], where the percentages of bacteria present in UTIs were 78.6% and 81.4%, respectively. The results differ from AL-Kubaisy's research (32.6%) [15] and Al-Naimi's research (38.3%) [16]. The variation in the incidence of UTIs between males and females was caused by differences in the size, environment, and nature of the sample, which may be attributed to the fact that the patients had taken antibiotics before taking the samples. So, it negatively affected the lack of bacterial growth. Also, the age increased the incidence of infection due to lack of immunity – the more advanced the age, the greater the exposure to nosocomial infections [17].

Bacterial susceptibility to antibiotics by the Kirby–Bauer tablet method

The sensitivity of the isolates under study was tested to 15 antibiotics distributed between the groups of β -lactams (Cefoxitin, Amoxicillin, Cephalexin, Ceftazidime, Augmentin, Cefotaxime, and Imipenem), aminoglycosides (Gentamycin, Amikacin), quinolones (Nalidixic acid), fluoroquinolones (Ciprofloxacin), tetracyclines (Tetracycline), rifamycins (Rifampicine), amphenicols (Chloramphenicol), and folic acid inhibitors (Trimethoprim), as seen in Table 2. The method was based on measuring the diameter of the bacterial growth inhibition zone for all antibiotics used in the study, compared to that mentioned in Clinical and Laboratory Standards Institute [12].

Trimethoprim had the highest resistance rate of 93.3%, and the lowest resistance was in Chloramphenicol (33.3%). In our study, *E. coli* bacteria showed resistance to Cefoxitin (86.7%), which differs from the results of another study conducted at Diyala University [18], where the resistance isolation rate was 26.7%. Amoxicillin had an anti-amoxicillin resistance rate of

Тест на чувствительность к антибиотикам

Чувствительность исследуемых изолятов к 15 антибиотикам проверяли с помощью диско-диффузионного метода Кирби–Бауэра [11]:

1) инокуляция: чистую 24-часовую культуру (2–3 колонии) наносили на поверхность среды (5 мл питательного бульона);

2) пробирки тщательно встряхивали и инкубировали при 37°C в течение 24 ч;

3) оптическую плотность бактериальной суспензии сравнивали со стандартом мутности ($1,5 \times 10^8$ КОЕ/мл);

4) приготовленную суспензию (0,1 мл) наносили на поверхность агара Мюллера–Хинтона и оставляли пластину на 5 мин при комнатной температуре, пока культура не высохнет;

5) таблетки антибиотика помещали на поверхность среды стерильным пинцетом из расчета 9 таблеток на пластину;

6) чашки инкубировали при 37°C в течение 18–24 ч, после чего измеряли диаметры зон ингибирования вокруг каждого диска. Бактерии оценивались как чувствительные (S), устойчивые (R) или промежуточные (I) в соответствии со стандартными спецификациями, содержащимися в Институте клинических и лабораторных стандартов [12].

Результаты и обсуждение

Было получено 27 изолятов грамотрицательных бактерий, вызывающих ИМП, из 152 образцов мочи пациентов, поступивших в урологическое отделение Учебной больницы Баакубы, Дияла, Ирак. Возраст пациентов (99 мужчин и 53 женщины) варьировался от 1 года до 80 лет. Образцы были взяты после проведения катетеризации длительно более 4 ч и подтверждения диагноза ИМП.

Анализ наличия бактерий, вызывающих ИМП, был проведен на 152 образцах мочи, полученных при помощи катетеризации. Количество изолятов, давших положительный результат на бактериальный посев, составило 115 (75,65%), в 78 (78,78%) образцах мочи мужчин и 41 (77,35%) – женщин, как показано в табл. 1.

Количество изолятов грамотрицательных бактерий составило 33 (21,71%). Полученный результат не отличается от результатов исследований Al-Moussawi [13] и Al-Jemeliy [14], где количество (%) грамположительных бактерий при ИМП составило 78,6% и 81,4% соответственно, но отличается от результатов исследований AL-Kubaisy (32,6%) [15] и

Table 1. Number of urinary tract infections among the sample type for males and females and their percentages

Таблица 1. Количество случаев инфекции мочевыводящих путей среди мужчин и женщин и их процентное соотношение

Sample type / Результат посева	Male / Мужчины number / количество	%	Female / Женщины number / количество	%	Total / Всего
Positive culture / Грамположительные бактерии	78	78.78	41	77.35	152
Negative culture / Грамотрицательные бактерии	21	22.22	12	22.65	
Total / Всего	99	100	53	100	

73.3%, which is fairly consistent with the 100% compared with the Al-Khalidi's research [19]. The anti-Cephalexin resistance rate was 60%, which is 8.33% higher than in the study by Amila et al. [20]. The anti-Ceftazidime resistance rate was 73.3%, which is consistent with the study by Al-Naimi (76%) [16]. The anti-Augmentin resistance rate was 40%, which is reasonably consistent with the research by Mahdi D.M. [21]. The rate of resistance of bacteria to Cefotaxime was 40%, and this result is close to the results in Al-Dulaimi's study (26.7%) [22], and to Imipenem it was 66.7%, which differs from the results in the study by Najar et al. [23], which found an antibody-resistant *E. coli* isolation rate of 100%.

The antagonists of the aminoglycoside group are Gentamycin and Amikacin. Their resistance rate was 40% and 60%, respectively. It differs from the study by researcher Rajab [24], where it reached 81% and 43.2%, respectively. The resistance percentage to Ciprofloxacin and Nalidixic acid reached 40%. It partially corresponds to the results in the study by Al-Jemely [14] conducted in Diyala Province, Iraq (40% and 80%, respectively). The current study indicated that the rate of resistance to antibiotics Tetracycline, Rifampicin, Chloramphenicol and Trimethoprim was 73.3%, 66.7%, 33.3%, and 93.3%, respectively. In contrast, Z.Ali's study results [25] indicated that the percentages of bacterial resistance to these antibiotics were 100%, 100%, 25% and 50%, respectively (Figure).

Conclusions

Urinary tract infections are one of the most common infections in women. They occur in women of all ages, with the highest incidence among pregnant women and postmenopausal patients. UTIs are often associated with vaginal infections and are usually caused by pathogens in the digestive tract's final part.

Bacteria have multiple mechanisms of antibiotic resistance through indiscriminate use and lack of health awareness, which affected the emergence of resistant strains to most antibiotics and their possession of multi-antibiotic resistance, which was noted to be common among the isolates under study.

Recommendations

Antibiotics are not always necessary for treating asymptomatic bacteriuria since overuse of them may result in the formation of antibiotic-resistant bacteria. Alternative treatments to lower the likelihood of recurrence should be considered when treating persistent infections and silent bacteriuria. Based on behavioral treatments and immune system modulation, non-antibiotic prophylaxis is advised as the first line of treatment for recurring urinary tract infections. The length of an antibiotic course should be kept to a minimum, with the kind of infection determining the precise dosage and timing.

Acknowledgements

We would like to express our gratitude to all the staff at Baquba Teaching Hospital for their cooperation, especially the members of the Department of Urology, without whose help and support this work would not have been possible. We also thank the public health laboratory staff for their tremendous efforts in testing, storing samples, and collecting data for this large-scale study.

Al-Naimi (38,3%) [16]. Разница в заболеваемости ИМП у мужчин и женщин обусловлена различиями в размере, среде и характере образца, что может быть связано с тем, что пациенты принимали антибиотики до взятия образцов. Это могло препятствовать росту бактерий. Кроме того, повышению уровня заболеваемости способствует возраст – чем старше человек, тем больше он подвержен нозокомиальным инфекциям [17].

Определение чувствительности бактерий к антибиотикам с помощью диско-диффузионного метода Кирби–Бауэра

Проверяли чувствительность исследуемых изолятов к 15 антибиотикам, распределенным между группами β-лактамов (цефокситин, амоксициллин, цефалексин, цефтазидим, аугментин, цефотаксим и имипенем), аминогликозидов (гентамицин, амикацин), хинолонов (налидиксовая кислота), фторированных хинолонов (ципрофлоксацин), тетрациклинов (тетрациклин), рифамицинов (рифампицин), амфениколов (хлорамфеникол) и ингибиторов синтеза фолиевой кислоты (триметоприм) (табл. 2). Используемый метод основан на измерении диаметра зоны ингибирования роста бактерий, образование которой происходит в результате диффузии антибиотиков из диска в питательную среду, по сравнению с указанным в Институте клинических и лабораторных стандартов [12].

Самые высокие показатели антибиотикорезистентности были выявлены к препарату триметоприм (93,3%), а самые низкие – к хлорамфениколу (33,3%). Настоящее исследование выявило антибиотикорезистентность бактерий *E. coli* к цефокситину (86,7%), что отличается от результатов другого исследования, проведенного в Университете Диялы (26,7%) [18]. Уровень антибиотикорезистентности к амоксициллину составил 73,3%, что вполне соответствует 100% по сравнению с исследованием Al-Khalidi [19]; к цефалексину – 60%, что на 8,33% выше, чем в исследовании Amila et al. [20]; к цефтазидиму – 73,3%, что соответствует исследованию Al-Naimi (76%) [16]; к аугментину – 40%, что соответствует

Table 2. Number of bacterial isolates and their percentages resistant to the antibiotics used

Таблица 2. Количество изолятов бактерий, устойчивых к используемым антибиотикам, и их процентное соотношение

Antibiotic / Антибиотик	<i>E. coli</i>	
	Number of isolates / Количество изолятов	%
Cefoxitin / Цефокситин	13	86.7
Amoxicillin / Амоксициллин	11	73.3
Cephalexin / Цефалексин	9	60
Ceftazidime / Цефтазидим	11	73.3
Augmentin / Аугментин	6	40
Cefotaxime / Цефотаксим	6	40
Imipenem / Имипенем	10	66.7
Gentamycin / Гентамицин	6	40
Amikacin / Амикацин	9	60
Nalidixic acid / Налидиксовая кислота	7	46.7
Ciprofloxacin / Ципрофлоксацин	9	60
Tetracycline / Тетрациклин	11	73.3
Rifampicin / Рифампицин	10	66.7
Trimethoprim / Триметоприм	14	93.3
Chloramphenicol / Хлорамфеникол	5	33.3

References / Литература

- Korbel L, Howell M, Spencer J. The clinical diagnosis and management of urinary tract infections in children and adolescents. *Paediatrics and International Child Health*. 2017;37(4):1-7. DOI: 10.1080/20469047.2017.1382046
- Kumar A, Kamal CM, Dermurari D, Singh SN. Ofloxacin and Nitrofurantoin sensitivity pattern in patient of urinary tract infection (UTI) at a tertiary care teaching hospital (LABCR). *International Archives of Bio Medical and Clinical Research*. July–Sept 2015;1(1):17.
- Ahmed MG, Yosry LM. Genotypic detection of the virulence factors of uropathogenic *Escherichia coli* (UPEC) strains isolated from pregnant females and their correlation with Antibiotic Resistance Pattern. *Al-Azhar Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2021;63:149-165.
- Adzitey F. Incidence and antimicrobial susceptibility of *Escherichia coli* isolated from beef (meat muscle, liver, and kidney) samples in Wa Abattoir, Ghana. *Cogent Food Agricult*. 2020;6:1718269. DOI: 10.1080/23311932.2020.1718269
- Bengsston-Palme J, Kristiansson E, Larsson DGJ. Environmental factors influencing the development and spread of antibiotic resistance. *FEMS Microbiol Rev*. 2018;42:68-80. DOI: 10.1093/femsre/fux053
- Praveenkumarreddy Y, Akiba M, Guruge, KS, Balakrishna K, Vandana KE, Kumar V. Occurrence of antimicrobial-resistant *Escherichia coli* in sewage treatment plants of South India. *J Water Sanit Hygiene Devel*. 2020;10:48-55. DOI: 10.2166/washdev.2020.051
- Kapoor G, Saigal S, Elongavan A. Action and resistance mechanisms of antibiotics: a guide for clinicians. *Journal of Anaesthesiology, Clinical Pharmacology*. 2017;33:300-305. DOI: 10.4103/joacp.JOACP_349_15
- Mody L, Juthani-Mehta M. Urinary tract infections in older women: A clinical review. *JAMA*. 2014;311:844-54.
- Farrell DJ, Morrissey I, De Rubeis D, Robbins M, Felmingham D. A UK multicentre study of the antimicrobial susceptibility of bacterial pathogens causing urinary tract infection. *J Infect*. 2003;46:94-100.
- Baron EJ, Thomson RB. *Manual of Clinical Microbiology*. Vol. 10. American Society of Microbiology; 2011. Specimen collection, transport and processing: Bacteriology; pp. 228-71. [Google Scholar]
- Morello JA, Mizer HE, Granato PA. *Laboratory Manual and Workbook in Microbiology*, 8th ed. McGraw-Hill Higher Education. New York, 2006.
- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). *Performance Standards for Laboratory Antimicrobial Testing*, 30th ed. Wayne, Pennsylvania, USA, 2020.
- Al-Moussawi ANH. Isolation and genetic stabilization of urinary tract bacterial and fungal infections and their relationship to diabetes among pregnant women in Al-Qadisiyah Governorate. PhD thesis. College of Education. Al-Qadisiyah University, 2006.
- Al-Jemeliy HT. A comparative study of the bacterial virulence factors isolated from urinary tract infections for cardiac care unit patients. Master thesis. College of Education for Pure Sciences. University of Diyala, 2017.
- AL-Kubaisy RS. Prevalence of virulence factors and antibiotics resistance among locally isolated uropathogenic *E. coli* from pregnant women. Master thesis, College of Science, AL-Mustansiriyah University, 2013.
- Al-Naimi HAD. Molecular diversity of *Escherichia coli* isolated from different local sources and its relationship to antibiotic resistance. Master thesis, University of Diyala, 2018.
- Araujo, Katy LB, Juthani-Mehta M, Pisani MA, Van Ness P-H. Outcomes of older adults with sepsis at admission to an intensive care unit. *National Institutes of Health, Open Forum Infectious Diseases*, Jan 2016.
- Sabah ZA. Bacteriological and molecular study of *Escherichia coli* isolated from urinary tract infections of refugees camps and investigation of its bacteriophages. Master thesis, College of Science, University of Diyala, 2018.

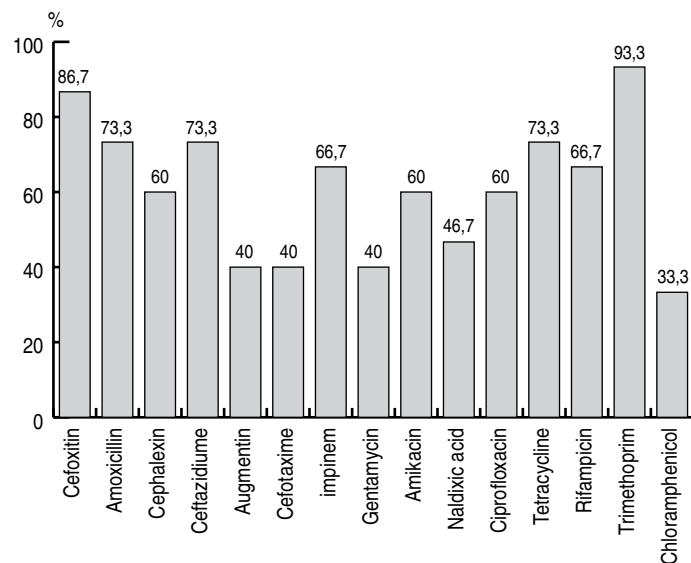


Figure. Percentages of the response of *E. coli* isolates to antibiotics.

Рисунок. Процентное соотношение реакции изолятов *E. coli* на антибиотики.

исследованию Mahdi D.M. [21]; к цефотаксиму – 40%, что близко к результатам исследования Al-Dulaimi (26,7%) [22]; к имипенему – 66,7%, что отличается от результатов исследования Najar et al. (100%) [23].

Показатели антибиотикорезистентности к препаратам группы аминогликозидов, гентамицину и амикацину, составили 40 и 60% соответственно, что отличается от результатов исследования Rajab (81 и 43,2% соответственно) [24]. Уровень бактериальной устойчивости к ципрофлоксацину и налидиксовой кислоте достиг 40% – полученные результаты частично соответствуют результатам исследования Al-Jemely [14], проведенного в провинции Дияла, Ирак (40 и 80% соответственно). В отношении других антибиотиков в настоящем исследовании были получены следующие результаты: тетрациклин – 73,3%, рифампицин – 66,7%, хлорамфеникол – 33,3% и триметоприм – 93,3%, отличные от исследования Z.Ali [25] (100, 100, 25 и 50% соответственно) (рисунок).

Выводы

Инфекции мочевыводящих путей являются одними из наиболее распространенных заболеваний у женщин всех возрастов, с наибольшей частотой среди беременных женщин и пациенток в постменопаузе. ИМП часто ассоциируются с вагинальными инфекциями и обычно вызываются патогенными микроорганизмами, которые размножаются в конечной части пищеварительного тракта.

Бактерии обладают множественными механизмами устойчивости к антибиотикам вследствие неизбирательного использования антибактериальной терапии и недостаточной осведомленности о рисках для здоровья, что повлияло на появление штаммов, устойчивых к большинству антибиотиков, и формирование у них множественной антибиотикорезистентности, как было показано на примере исследуемых изолятов.

19. Al-Khalidi ZK. Bacteriological study of some gram-negative bacteria isolated from vaginal infections. Master thesis, College of Education for Pure Sciences, University of Diyala, 2016.
20. Abduzaimovic A, Aljicevic M, Rebic V, Vranic SM, Abduzaimovic K, Sestic S. Antibiotic Resistance in Urinary Isolates of *Escherichia coli*. Mater Sociomed. 2016 Dec;28(6):416-419. DOI: 10.5455/msm.2016.28.416-419. PMID: 28144190; PMCID: PMC5239647.
21. Mahdi DM. Effect of lactobacilli bacteria on the growth of *Escherichia coli* isolated from diarrheal infections in infants. Master Thesis, College of Science, University of Diyala, 2018.
22. Al-Dulaimi IM. Investigation of some toxins genes of *E. coli* bacteria causing diarrhea in children in Baquba city. Master thesis, College of Education for Pure Sciences, University of Diyala, 2018.
23. Najar PeerayehShahin, Eslami Majid, Talebi Bezmin Abadi Amin, Bakhshi Bita. Host characteristics and virulence typing of *Escherichia coli* isolated from diabetic patients. Gene Reports. 2019;15. DOI: 10.1016/j.genrep.2019.100371
24. Rajab IA. Bacteriological study of *Proteus mirabilis* isolated from different clinical infections in the city of Muqadadiya. Master thesis, College of Education for Pure Sciences, University of Diyala, 2014.
25. Zahra Muhsin Ali. Horizontal gene conjugative transmission acquisition and transfer of antibiotic-resistance genes in bacteria. Scientific Journal of Medical Research. Spring 2018;2(6):70-74.

Information about co-authors:

Aliea K. Al-Masoodi, MSc, Quality Assurance Department,
University of Diyala, Baqubah, Iraq
Phone: (+964) 07727410974
E-mail: alieakalmasoodi@uodiyala.edu.i

Ahmed Khalid Abdullah, PhD, Department of Physiology,
College of Medicine, University of Diyala, Baqubah, Iraq
Phone: (+964) 07730343542
E-mail: abdullah@uodiyala.edu.i
ORCID: 0000-0001-6449-8723

Рекомендации

Применение антибиотиков не всегда необходимо для лечения бессимптомной бактериурии, поскольку их чрезмерное использование может привести к образованию устойчивых бактерий. При лечении персистирующих инфекций и бессимптомной бактериурии следует принимать во внимание альтернативные методы лечения, снижающие вероятность рецидива. В качестве первой линии лечения рецидивирующих ИМП рекомендуется профилактика без назначения антибиотиков, основанная на поведенческой терапии и модуляции иммунной системы. Продолжительность курса антибактериальной терапии должна быть минимальной, а точная дозировка и сроки определяются видом инфекции.

Благодарности

Мы хотели бы выразить благодарность всему персоналу Учебной больницы Баакубы за оказанное ими содействие, особенно сотрудникам отделения урологии, без помощи и поддержки которых эта работа была бы невозможна. Мы также выражаем благодарность сотрудникам лаборатории общественного здравоохранения за их огромные усилия по проведению тестирований, хранению образцов и сбору данных для данного крупномасштабного исследования.

Информация о соавторах:

Алия К. Аль-Масуди, магистр наук, отдел контроля качества
Университета Диялы, Баакуба, Ирак
E-mail: alieakalmasoodi@uodiyala.edu.i

Ахмед Халид Абдулла, кандидат наук, кафедра физиологии
Медицинского колледжа Университета Диялы, Баакуба, Ирак
E-mail: abdullah@uodiyala.edu.i
ORCID: 0000-0001-6449-8723