



MICROBIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF BACTERIAL CONTAMINATION
OF PAPER BANKNOTES IN CIRCULATION

Zamira Rakhmatovna Fayzullaeva
Malika Akramzhanovna Yusubzhanova
Sarvinoz Sardorbek Azamzhanova

Department of Medical Microbiology, Virology,
and Immunology, Tajik State Medical University.

E-mail: fz1392fz@gmail.com

Abstract. The article presents the results of an experimental microbiological study assessing bacterial contamination of paper banknotes in active circulation among students. Swab samples collected from the surface of banknotes were examined using classical bacteriological culture methods on differential and selective media. The findings demonstrated a high degree of contamination with opportunistic microorganisms. Staphylococci and enteric bacteria predominated among the isolated microorganisms. Detection of β -hemolytic strains as well as mannitol-positive isolates indicates the potential epidemiological significance of paper currency as a factor in the transmission of infectious diseases.

Purpose - to evaluate the degree of bacterial contamination of paper banknotes and determine the frequency of detection of potentially pathogenic microorganisms.

Materials and methods - fifteen paper banknotes in active circulation were examined. Sterile swabs were taken from two separate areas of each banknote surface using cotton swabs moistened with physiological saline. Samples were cultured on blood agar to assess hemolytic activity and on Endo medium to detect lactose-positive enterobacteria. Incubation was carried out at 37°C for 24–48 hours. Suspected staphylococcal colonies were subcultured onto Mannitol Salt Agar (7.5% NaCl) to determine mannitol fermentation.

Results - microbial growth was detected in 100% of the samples. Colonies varied in morphology and pigmentation (yellow, yellow-green, pink). β -hemolysis was observed in 60% of the samples on blood agar. Lactose-positive colonies characteristic of *Escherichia coli* were identified in 73% of cases on Endo medium. Mannitol fermentation was detected in 53% of isolates, suggesting the presence of *Staphylococcus aureus*. Staphylococci were the most frequently isolated microorganisms (80%).

Conclusion - paper banknotes serve as a reservoir of opportunistic and potentially pathogenic microorganisms and may act as an additional factor in the transmission of infectious diseases.

Keywords: banknotes, bacterial contamination, *staphylococci*, *Escherichia coli*, hemolysis, mannitol fermentation.

ANNOTATSIYA. Maqolada talabalar muomalasida bo‘lgan qog‘oz pul kupyularining bakterial kontaminatsiyasi bo‘yicha o‘tkazilgan eksperimental mikrobiologik tadqiqot natijalari keltirilgan. Kupyuralar yuzasidan olingan surtma namunalari differensial-diagnostik va selektiv oziqa muhitlariga ekish orqali tekshirildi. Tadqiqot natijalari kupyuralarda shartli patogen mikrofloraning yuqori darajada mavjudligini ko‘rsatdi. Ajratilgan mikroorganizmlar orasida stafilokokklar va ichak guruhi bakteriyalari ustunlik qildi. β -gemolitik shtammlar hamda mannitolni fermentatsiya qiluvchi izolyatlarning aniqlanishi pul kupyularining epidemiologik ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi. **Maqsad** - qog‘oz pul kupyularining bakterial ifloslanish darajasini baholash va potentsial patogen mikroorganizmlarni aniqlash chastotasini o‘rganish.



Material va usullar - muomaladagi 15 ta pul kupyurasi tekshirildi. Har bir kupyuraning ikki qismidan fiziologik eritma bilan namlangan steril tampon yordamida surtma olindi. Namunalar qonli agar va Endo muhitiga ekildi. 37°C haroratda 24–48 soat inkubatsiyadan so'ng koloniyalarning morfologiyasi va gemolitik faolligi baholandi. Stafilokokklarga shubhali koloniyalar mannitol-tuzli agarga ko'chirilib, mannitol fermentatsiyasi aniqlandi. **Natijalar** – barcha 15 namunada (100%) mikroorganizmlar o'sishi kuzatildi. Koloniyalar turli morfologik belgilarga va ranglarga ega bo'ldi (sariq, sarg'ish-yashil, pushti). 60% holatda β -gemoliz qayd etildi. 73% namunada Endo muhitida *Escherichia coli* ga xos laktaza-musbat koloniyalar aniqlandi. 53% holatda mannitol fermentatsiyasi kuzatildi, bu *Staphylococcus aureus* mavjudligini taxmin qilish imkonini beradi. Eng ko'p uchragan mikroorganizmlar stafilokokklar (80%) bo'ldi. **Xulosa** - qog'oz pul kupyuralari shartli patogen va potentsial patogen mikroorganizmlar rezervuari hisoblanadi hamda infeksiyon kasalliklarning tarqalishida qo'shimcha omil bo'lishi mumkin.

Kalit so'zlar: pul kupyuralari, bakterial kontaminatsiya, *stafilokokklar*, *Escherichia coli*, gemoliz, mannitol fermentatsiyasi.

Аннотация. В статье представлены результаты экспериментального микробиологического исследования бактериальной контаминации бумажных денежных купюр, находящихся в активном обращении среди студентов. Проведен лабораторный анализ смывов с поверхности купюр методом классического бактериологического посева на дифференциально-диагностические и селективные питательные среды. Установлено, что исследованные банкноты характеризуются высокой степенью обсеменённости условно-патогенной микрофлорой. Выявлены стафилококки, в том числе штаммы, ферментирующие mannitol, а также представители кишечной группы, идентифицированные по росту на среде Эндо. Обнаружение β -гемолитических форм указывает на потенциальную эпидемиологическую значимость бумажных купюр как фактора передачи инфекционных заболеваний. **Цель** - провести микробиологическую оценку степени бактериальной контаминации бумажных денежных купюр и определить частоту выявления потенциально патогенных микроорганизмов. **Материал и методы** - исследовано 15 денежных купюр, находившихся в обращении у студентов. С поверхности каждой купюры выполнен стерильный смыв из двух участков. Материал высевали на кровяной agar и среду Эндо. После инкубации при 37°C в течение 24–48 часов оценивали морфологию колоний, гемолитическую активность и пигментацию. Подозрительные на стафилококки колонии пересевали на mannitol-солевой agar (7,5% NaCl) для определения способности ферментировать mannitol. **Результаты** - рост микроорганизмов выявлен в 100% исследованных образцов. Колонии различались по размеру, форме и окраске (желтые, желтовато-зеленоватые, розовые). На кровяном agarе у 60% образцов отмечен β -гемолиз. На среде Эндо в 73% случаев выявлены лактозоположительные колонии, характерные для *Escherichia coli*. На mannitol-солевом agarе у 53% образцов зарегистрирована ферментация маннитола, что свидетельствует о вероятном присутствии *Staphylococcus aureus*. Наиболее часто выявлялись стафилококки (80%). **Заключение** - бумажные денежные купюры являются стабильным резервуаром условно-патогенных и потенциально патогенных микроорганизмов и могут играть роль в передаче как кожных, так и кишечных инфекций.

Ключевые слова: денежные купюры, бактериальная контаминация, *стафилококки*, *Escherichia coli*, β -гемолиз, mannitol.



Актуальность исследования. Бумажные денежные купюры относятся к объектам повседневного пользования, обладающим высокой степенью циркуляции в популяции. В процессе обращения они многократно переходят из рук в руки, контактируют с кожей, предметами быта, пищевыми продуктами и различными поверхностями. В условиях отсутствия регулярной дезинфекции купюры становятся потенциальным резервуаром микроорганизмов [1,2,3,4]. Материал современных банкнот (хлопково-льняная основа) характеризуется пористой структурой, способной адсорбировать влагу, кожные выделения и органические частицы, что создаёт благоприятные условия для персистенции бактерий. Устойчивые к высушиванию микроорганизмы, в частности стафилококки, способны сохранять жизнеспособность на подобных поверхностях в течение длительного времени [5,6,7,8]. С эпидемиологической точки зрения особое значение имеют представители рода *Staphylococcus*, а также семейства *Enterobacteriaceae*, включая *Escherichia coli*, являющуюся индикатором фекального загрязнения. Наличие β -гемолитических форм указывает на потенциальную патогенность выделенных штаммов [9,10,11,12]. В связи с этим актуальным является изучение степени бактериальной контаминации бумажных денежных купюр и оценка их роли как возможного фактора передачи инфекционных заболеваний [13,14].

Материал и методы исследования. Исследование проведено в учебной аудитории среди 15 студентов. Объектом исследования являлись бумажные денежные купюры различного номинала, находившиеся в активном обращении. С поверхности каждой купюры выполнялся стерильный смыв из двух различных участков с использованием ватного тампона, предварительно смоченного физиологическим раствором натрия хлорида. Полученный материал высевали методом штрихового посева на следующие питательные среды:

- кровяной агар — для оценки гемолитической активности;
- среду Эндо — для выявления лактозоположительных энтеробактерий.

Инкубацию проводили при температуре 37°C в течение 24–48 часов в аэробных условиях. После первичного анализа роста подозрительные на стафилококки колонии пересевали на маннитол-солевой агар (7,5% NaCl) для определения способности ферментировать маннитол.

Оценка результатов проводилась по следующим критериям:

- наличие или отсутствие роста;
- морфология и пигментация колоний;
- наличие β -гемолиза;
- ферментация маннитола;
- рост лактозоположительных бактерий на среде Эндо.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием расчёта относительных показателей (%).

Таблица-№1

Частота выявления микроорганизмов среди исследованных образцов (n=15)

| Показатель | Количество случаев | % |
|-------------------------------|--------------------|------|
| Общий рост микроорганизмов | 15 | 100% |
| Стафилококки | 12 | 80% |
| Маннитол-положительные штаммы | 8 | 53% |
| <i>Escherichia coli</i> | 11 | 73% |



| | | |
|-------------------------|---|-----|
| β-гемолитические штаммы | 9 | 60% |
|-------------------------|---|-----|

Результаты и их обсуждение. Рост микроорганизмов выявлен во всех исследованных образцах (100%), что свидетельствует о высокой степени бактериальной контаминации денежных купюр. Колонии отличались разнообразием морфологических признаков: округлая форма, гладкая поверхность, блеск, различный диаметр. Отмечалась желтая и желтовато-зеленоватая пигментация, характерная для стафилококков.

На кровяном агаре у 60% образцов выявлен β-гемолиз, проявлявшийся зоной просветления вокруг колоний. Данный признак свидетельствует о продукции гемолизинов и указывает на потенциальную патогенность выделенных штаммов.

На среде Эндо у 73% образцов обнаружены ярко-розовые колонии, характерные для лактозоположительных энтеробактерий, включая *Escherichia coli*. Выявление кишечной палочки свидетельствует о возможном фекальном загрязнении купюр и недостаточном уровне гигиенической культуры.

На маннитол-солевом агаре у 53% образцов зарегистрирована ферментация маннитола, что указывает на вероятное присутствие *Staphylococcus aureus*. Известно, что данный микроорганизм обладает выраженными факторами патогенности и может вызывать гнойно-воспалительные заболевания.

Преобладание стафилококков (80%) объясняется их устойчивостью к высушиванию и способностью длительно сохраняться на абиотических поверхностях.

Полученные данные подтверждают, что бумажные денежные купюры могут рассматриваться как дополнительный фактор передачи как кожных, так и кишечных инфекций.

Выводы

➤ Все исследованные денежные купюры характеризуются бактериальной контаминацией.

➤ Наиболее часто выделялись стафилококки (80%) и представители кишечной группы (73%).

➤ В 60% случаев выявлены β-гемолитические штаммы.

➤ У 53% образцов обнаружены маннитол-положительные изоляты.

➤ Денежные купюры обладают потенциальной эпидемиологической значимостью.

Заключение

Проведённое исследование продемонстрировало высокую степень бактериальной обсеменённости бумажных денежных купюр, находящихся в обращении среди студентов. Выявление стафилококков, маннитол-положительных штаммов и *Escherichia coli* свидетельствует о возможности присутствия условно-патогенных и потенциально патогенных микроорганизмов.

Полученные результаты подтверждают необходимость соблюдения гигиены рук после контакта с наличными денежными средствами и обосновывают актуальность внедрения профилактических мер, направленных на снижение микробной контаминации объектов повседневного пользования.

Список использованной литературы

1. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология / под ред. В.В. Зверева. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021.
2. Murray P.R., Rosenthal K.S., Pfaller M.A. Medical Microbiology. — Elsevier, 2020.



3. Cheesbrough M. District Laboratory Practice in Tropical Countries. — Cambridge University Press, 2018.
4. Angelakis E. et al. Paper money and coins as potential vectors of transmissible disease // International Journal of Infectious Diseases. — 2014.
5. Neel R. et al. Bacterial contamination of currency notes // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. — 2013.
6. World Health Organization. Guidelines on Hand Hygiene in Health Care. — Geneva, 2009.
7. Yodgorova N. T., Fayzullaeva Z. R., Sh M. F. Changes in the intestinal microflora in the baby and the ways of their correction //World Bulletin of Public Health. – 2022. – T. 17. – С. 37-41.
8. Mamatmusaeva Fatima, Tuychiev Laziz, Nuruzova Zuhra, Yodgorova Nodira, Orinbaeva Zuhra. International Journal of Pharmaceutical Research (09752366), 2020, Vol 12, Issue 4, p536. DOI 10.31838/ijpr/2020.12.04.087
9. Fayzullaeva Z. R., Yodgorova N. Bacteriological Methods Determination of the Respiratory Way in Chronic Infection //Eurasian Medical Research Periodical. – 2022. – Т. 15. – С. 47-50.
10. Файзуллаева З. и др. Фармакологические и микробиологические аспекты комплексного соединения никеля с пиридоксином и амидом никотиновой кислоты //Современные проблемы науки и образования. – 2016. – №. 2. – С. 4-4.
11. Fayzullayeva, Z., Akbar , A., & Abdusattarov, A. (2024). Dempfirlash hadiga, o'zgaruvchan zichlikka ega diffuziya jarayonlarini modellashtirish: Dempfirlash hadiga, o'zgaruvchan zichlikka ega diffuziya jarayonlarini modellashtirish. Modern problems and prospects of applied mathematics, 1(01). Retrieved from <https://ojs.qarshidu.uz/index.php/mp/article/view/433>
12. Fayzullayeva Zamira Raxmatovna, Yodgorova Nodira Turgunbaevna, Izzatullaeva Shahlokhon Inoyatullokhon Qizi, Tojalieva Munira Bakhodir Qizi. Microbiological methods for determination of respiratory tract microorganisms in chronic infection. Science and innovation. 2024. 3, Special Issue 54, 160-163.
13. ZR Fayzullaeva, L Sh Eshbekova. Modern methods of checking the characteristics of oncoviruses. Journal of healthcare and life-science research. 2023/12/16, 2(12), 132-136.
14. Sadullaeva, Sh, and Z. Fayzullaeva. "Investigation on Self-Similar Analysis of the Problem Biological Population Kolmogorov-Fisher Type System." International Journal on Orange Technologies, vol. 3, no. 11, 2021, pp. 20-24, doi:10.31149/ijot.v3i11.2371.