



## Errors in the interpretation of x-ray images

**Elena Chernomortseva**

Doctor of Medical Sciences, Professor  
Immanuel Kant Baltic Federal University  
236041, 14 A. Nevsky Str., Kaliningrad, Russian Federation  
<https://orcid.org/0000-0002-2161-6061>

**William Borodulin\***

Undergraduate Student  
Kursk State Medical University  
305041, d.3 K. Marx Str., Kursk, Russian Federation  
<https://orcid.org/0009-0008-7762-3587>

**Richard Borodulin**

Undergraduate Student  
Kursk State Medical University  
305041, d.3 K. Marx Str., Kursk, Russian Federation  
<https://orcid.org/0009-0009-0513-6760>

**Stanislav Chernomortsev**

Undergraduate Student  
Kazan State Medical University  
420012, 49 Butlerov Str., Kursk, Russian Federation

**Abstract.** X-ray examinations remain one of the most common and accessible methods of visual diagnosis, widely used in clinical practice. The quality of X-ray interpretation directly affects the accuracy of diagnosis and the effectiveness of subsequent stages of treatment, but for medical students, this process is often quite difficult. In this regard, it is necessary to study the causes of errors in the interpretation of X-ray images at the stage of professional training. The study aimed to identify the main causes of errors in the interpretation of X-ray images and the characteristics associated with the training profile of students. The study involved 164 medical university students studying paediatrics (n = 62), general medicine (n = 88) and preventive medicine (n = 14). Data were collected through an anonymous online questionnaire that included closed and open-ended questions aimed at assessing the difficulties of interpreting radiographic images, the level of confidence and the amount of practical experience. Descriptive statistics, one-way analysis of variance, Kruskal-Wallis test,  $\chi^2$  and Pearson's correlation analysis were used for statistical analysis. The study determined that the most common errors were missing pathological changes, incorrect localisation of foci and misinterpretation of artefacts. The greatest difficulties were caused by chest X-rays, lateral projections, and images of the musculoskeletal system. The average level of confidence of students in interpreting X-rays was low, at  $4.1 \pm 1.7$  points. Medical students demonstrated a higher level of confidence and a lower error rate compared to students from other disciplines. A moderate negative correlation was found between the level of confidence and the number of errors made. The results obtained indicate the need to expand the scope of practice-oriented training, introduce a systematic approach to the interpretation of X-ray images, and use modern digital educational tools to improve the quality of training for future doctors

**Keywords:** radiology; image interpretation; diagnostic errors; students; medical education

### Introduction

X-ray examinations remain one of the key diagnostic tools in clinical practice, providing timely detection of a wide range of pathological conditions [1-3]. However, interpreting X-rays requires advanced analytical skills

### Suggested Citation:

Chernomortseva E, Borodulin W, Borodulin R, Chernomortsev S. Errors in the interpretation of x-ray images. Eurasian Health J. 2025;17(4):186-198. DOI: 10.54890/1694-8882-2025-4-186

\*Corresponding author



Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

and a systematic approach, which is challenging for medical students. Errors in reading images can lead to diagnostic delays, reducing the quality of future clinical work [4,5]. The relevance of studying interpretation errors is due to the fact that radiography remains one of the most sought-after and accessible methods of visual diagnosis, and the quality of its analysis directly affects the effectiveness of subsequent stages of clinical practice. With the active development of digital technologies and the expanding use of visual data, there is a growing need for comprehensive training of future specialists in working with radiographic images and determining the factors that affect the accuracy of their assessment [6]. In this regard, there is growing interest in researching educational strategies aimed at improving the quality of student training.

The process of interpreting X-rays is a complex cognitive task involving visual analysis, comparison of anatomical structures, recognition of pathological signs, and clinical decision-making in conditions of incomplete information. For medical students, this process is complicated by limited practical experience, insufficiently developed algorithmic thinking, and difficulties in spatial perception of two-dimensional images. Errors at this stage may be related to both a lack of theoretical knowledge and a lack of systematic image analysis skills, which makes the problem of X-ray interpretation particularly relevant in an educational context. A review of the literature shows that errors in reading X-ray images are widespread not only among students but also among doctors with limited experience [7]. However, during the training period, stable patterns of perception and interpretation of images are formed, which in the future can either contribute to accurate diagnosis or reinforce erroneous analysis algorithms. In this regard, identifying typical errors and the factors that contribute to their occurrence is a substantial task for medical education and clinical radiology.

The students' training profile is central to the formation of errors. Differences in curricula, the amount of clinical practice, and the focus of professional activity lead to varying levels of training in radiology. For example, medical students generally have more contact with clinical cases and visual diagnostic materials, while students in paediatrics and preventive medicine encounter radiological examinations less frequently and in a more limited context. This can affect both their confidence and the accuracy of their interpretation of images. The psychological aspect of interpreting X-rays is noteworthy. The level of confidence students have in personal skills directly influences their image analysis strategy: uncertain students are more likely to miss pathological changes, avoid making decisions, and tend to view images superficially. At the same time, excessive confidence with insufficient training can also lead to diagnostic errors. Thus, studying the relationship between subjective confidence and objective interpretation

results is of great interest in terms of developing clinical thinking. Current trends in medical education emphasise the need to move from predominantly theoretical training to practice-oriented and interactive forms of training. The use of digital educational platforms, simulators, virtual trainers, and interactive image databases can be used for repeated practise in a safe environment and timely feedback. Studies show that a systematic approach to image viewing and regular error correction significantly reduces the probability of diagnostic errors and contributes to the formation of sustainable visual diagnostic skills [8].

The research novelty is determined by a comprehensive analysis of the most common errors in interpreting X-ray images among students of various training profiles, as well as in studying the influence of experience, confidence, and educational process characteristics on the frequency of these errors. This approach further demonstrates the structure of difficulties and determines directions for further improvement of training [9,10]. In addition, the study examines the relationship between subjective assessment of one's skills and actual results, which has previously been studied to a limited extent. Of additional interest is the consideration of the role of modern educational technologies, including interactive platforms, simulators, and digital trainers, in the formation of visual diagnostic skills [11]. These tools can be used for safe practise of image analysis skills and provide immediate feedback, making the learning process more effective and sustainable. Strengthening the digital component may become a notable direction for further development of specialist training [12]. The study aimed to identify the main causes of errors in the interpretation of X-ray images by medical students and to identify features related to the training profile.

## Materials and Methods

The study included 164 medical university students: 62 studying paediatrics, 88 studying medicine, and 14 studying preventive medicine. The survey was conducted online and included closed and open questions aimed at assessing difficulties in analysing X-rays, confidence levels, and subjective assessments of the quality of training. Most respondents were in their fourth to sixth years of study. Data collection was conducted anonymously. Statistical data processing was conducted using descriptive statistics methods: for quantitative indicators, mean values, standard deviations, median and interquartile range were calculated. To compare quantitative indicators between three independent groups, one-way analysis of variance (ANOVA) was used, provided that the data distribution was normal. In cases where the distribution deviated from normal, the non-parametric Kruskal-Wallis test was used. The  $\chi^2$  test was used to analyse differences in categorical indicators. The choice of statistical methods was

determined by the type of data analysed and the nature of its distribution. The relationship between the level of confidence and the number of errors was assessed using Pearson’s correlation coefficient, as well as Spearman’s rank correlation coefficient, incorporating the discrete nature of the “number of errors” indicator. The study was conducted based on the ethical principles of the World Medical Association [11]. Due to the anonymous nature of the survey and the absence of interference in the condition of the participants, approval from the local bioethics committee was not required.

**Results and Discussion**

The analysis of the questionnaire showed that the most common mistakes made by students when interpreting X-rays were missing pathological changes (74% of responses), incorrect localisation of foci (58%) and incorrect interpretation of artefacts (42%). Chest X-rays

proved to be the most problematic: 69% of students reported difficulties in identifying focal shadows and densities characteristic of inflammatory diseases, as well as in recognising signs of pneumothorax. Lateral projections caused difficulties for 63% of respondents, with most students unable to accurately determine the position of structures in three-dimensional projection. Errors in the analysis of the musculoskeletal system included confusion between fractures and normal anatomical lines (41%) and difficulties in assessing bone density (37%). The average level of confidence of students in interpreting X-rays on a 10-point scale was  $4.1 \pm 1.7$ , indicating low self-assessment of personal skills. Confidence was significantly higher among medical students ( $4.8 \pm 1.5$ ) than among paediatric ( $3.6 \pm 1.4$ ) and preventive medicine students ( $3.1 \pm 1.2$ ), with the differences being statistically significant (ANOVA:  $F = 12.47$ ;  $p < 0.001$ ) (Table 1).

**Table 1.** Level of confidence among students from different disciplines

Profile	Average level of confidence	Comment
Medical practice	$4.8 \pm 1.5$	Highest confidence
Paediatric	$3.6 \pm 1.4$	Difficulties in photographing adults
Medical and preventive	$3.1 \pm 1.2$	Minimum training in radiology

**Note:** values are given as averages  $\pm$  standard deviation

**Source:** compiled by the authors

A posteriori analysis of intergroup differences showed that statistically significant differences in confidence levels and number of errors were observed between medical students and paediatric and preventive medicine students. The differences between paediatric and medical-preventive profiles in a number of indicators did not reach statistical significance, which is associated with the smaller size of the latter group. The influence of the training profile on the level of confidence was moderate ( $\eta^2 = 0.13$ ), which indicates a clinically and pedagogically significant effect. A comparison of the number of errors between profiles showed that medical students made an average of 3 errors per X-ray (IQR 2-4), paediatric students made 5 errors (IQR 3-6), and medical and preventive students made 6 errors (IQR 4-7); the differences were also significant

( $H = 18.32$ ;  $p < 0.001$ ). A moderate negative correlation was found between the number of errors made and the level of confidence ( $r = -0.46$ ;  $p < 0.01$ ), confirming the influence of subjective confidence on the accuracy of interpretation. Analysis of practical experience showed that students who had more than 20 hours of practice with radiographic images per semester made fewer errors ( $\chi^2 = 9.84$ ;  $p = 0.003$ ) than students with less practice (Table 2). Moreover, students who regularly participated in the analysis of clinical cases demonstrated greater confidence and a systematic approach when evaluating complex images. Furthermore, students who regularly participated in clinical case reviews demonstrated greater confidence and a systematic approach when evaluating complex images, including the identification of rare pathologies.

**Table 2.** The influence of practical experience on the number of errors

Group	Practical training (per semester)	Characteristics of the result
Group 1	> 20 hours	Fewer errors
Group 2	< 20 hours	More errors

**Note:** More significant practical experience correlates with a reduction in the number of interpretation errors

**Source:** compiled by the authors

When comparing the types of errors, certain patterns emerged: paediatric students often had difficulty interpreting images of adult patients, while medical students reported fewer problems identifying areas of inflammation but experienced difficulties with rare or atypical cases. Medical and preventive medicine students had

virtually no systematic training in radiology, which explains the high frequency of errors and low confidence. Additional observations showed that 78% of students believe that there are not enough practical examples in the learning process, and 85% expressed interest in interactive platforms, simulators, and the use of digital

tools with feedback. Students also noted the influence of psychological factors: stress, fatigue, and fear of making mistakes reduced the accuracy of analysis, especially in the early years and when analysing complex cases.

Students cited a lack of practical experience and self-confidence as the main reasons for their mistakes. More than 70% of respondents noted that they find radiology to be a difficult field (Table 3). They feel that their theoretical knowledge is insufficient for confident image analysis. There is a weak correlation between lecture material and clinical practice. Many believe that training is not sufficiently visualised and is not focused

enough on real cases [12]. Some admitted that they saw real X-ray images for the first time only during clinical practice. The study also noted that during training, there is no feedback from teachers on the interpretation of images. As a result, students cannot assess how well information was interpreted. The level of training in radiology varies between different profiles. For example, paediatricians often have difficulty interpreting images of adult patients. Medical students complain about the lack of practice with paediatric cases. The medical and preventive profile has no systematic course in radiology, which also affects the results.

**Table 3.** Main causes of errors in interpretation

Cause	Student percentage (M ± m, %)
Lack of practice	72 ± 3.6
Uncertainty	65 ± 3.7
Interpretation difficulty	58 ± 3.8
Lack of a systemic approach	45 ± 3.9
Fear of error	40 ± 3.8

**Note:** M – average percentage of students experiencing difficulties for each reason; m – standard error of the mean, calculated for N = 164 students

**Source:** compiled by the authors

The results demonstrate a systemic problem of insufficient preparation for interpreting radiological images, significant differences between training profiles, and the need to introduce practice-oriented and interactive educational tools to improve students' accuracy and confidence. The results of the study confirm the high importance of developing X-ray image interpretation skills during medical university education. The data obtained was used not only to identify the most common types of errors, but also further determine mechanisms of their occurrence, their connection with the level of training, and the psychological aspects of visual information perception. A comparison of the results obtained with data from the literature indicates that students, regardless of their specialisation, face similar difficulties, but the severity of these difficulties and the nature of the errors vary significantly depending on the characteristics of their educational trajectory.

One of the key findings is the difference between training profiles: medical students demonstrated greater confidence and fewer errors, while paediatric and preventive medicine students showed more pronounced difficulties. This confirms that the scope and consistency of practical training directly affect the quality of image interpretation [13]. It is worth noting that student confidence has not only subjective but also objective significance: the negative correlation found between the level of confidence and the number of errors shows that the development of confidence is a substantial pedagogical factor, not just a psychological parameter. Confidence probably serves as an indicator of the development of clinical thinking, the ability to perform

structured visual analysis, and mastery of image evaluation algorithms [14].

The role of practical experience deserves special attention. Students who had more than 20 hours of experience working with X-rays made significantly fewer mistakes. This highlights the need to increase the proportion of practice-oriented classes, including clinical case studies, independent work with real images, and the use of digital educational platforms. Studies indicate that tools such as simulators, interactive modules, and automated feedback systems significantly improve the quality of visual diagnostic skills development [15-17]. The results obtained are fully consistent with this conclusion: 85% of students expressed a need for interactive platforms, which demonstrates a high demand for modern teaching methods.

It is also worth noting the psychological aspects identified during the study. Students reported that stress, fatigue, and fear of making mistakes affected the quality of their image analysis. This was particularly true for junior students, whose limited experience was compounded by high emotional tension. These observations indicate the need to include elements of psychological adaptation and the formation of sustainable skills for working in conditions of uncertainty. One possible direction for improving training is the introduction of step-by-step modules with increasing complexity, gradually introducing students to analysis of complex cases and reducing the impact of stress factors [18]. It should be noted that a significant proportion of students highlighted insufficient visualisation of the teaching material and a lack of systematic feedback on the results of image analysis. This can lead to the

formation of incorrect interpretation algorithms and the reinforcement of misconceptions [19]. In this regard, a substantial direction for the development of educational programmes is the structuring of training modules on radiology, the creation of uniform image analysis algorithms, and the strengthening of the feedback component from teachers. Studies show that regular correction of errors contributes to a significant reduction in their frequency in the future and the formation of stable skills.

It is worth noting that the group of medical and preventive medicine students was small ( $n = 14$ ). This reduces the statistical power of the intergroup analysis and limits the generalisability of the results obtained for this category of students. Although medical and preventive medicine students had the highest average number of errors (6 [IQR 4-7]) and the lowest level of confidence ( $3.1 \pm 1.2$  points), these results should be interpreted with caution and considered preliminary. The results obtained are consistent with Hegazi's data, according to which the key reasons for errors in the interpretation of X-rays are a lack of practical experience and the absence of a structured image analysis algorithm [20]. The role of modern digital tools and image viewing systems deserves special attention. According to E.M. Kok, they contribute to the formation of stable visual diagnostic skills and a reduction in the frequency of diagnostic errors, which emphasises the relevance of this study [21]. Thus, the study identified a set of factors that influence the accuracy of X-ray image interpretation: training profile, amount of practice, level of confidence, availability of feedback, and psychological readiness. The combination of these factors determines both the level of competence of students and the effectiveness of the formation of radiological diagnostic skills in general [22]. The obtained results emphasise the need for an integrative approach to teaching that combines practical experience, modern digital technologies, step-by-step analysis algorithms, and elements of psychological and pedagogical support [23].

## Conclusions

The study showed that the main mistakes made by students when interpreting X-ray images are missing pathological changes (74%), incorrect localisation of detected foci (58%) and incorrect interpretation of artefacts (42%). The most pronounced difficulties were observed in the analysis of chest images, where 69% of respondents noted difficulties in recognising focal shadows and signs of pneumothorax, as well as in working with lateral projections, which caused difficulties for 63% of students. It was found that the level of confidence has a significant impact on the quality of interpretation: the average score was  $4.1 \pm 1.7$  points, with a moderate negative correlation between confidence and the number of errors ( $r = -0.46$ ;  $p < 0.01$ ). Medical students made an average of 3 errors, while paediatric students made 5 and preventive medicine students made 6, confirming statistically significant differences between the groups ( $H = 18.32$ ;  $p < 0.001$ ). A substantial factor in the accuracy of the analysis was the presence of practical experience: students who had more than 20 hours of experience working with X-rays demonstrated significantly better results ( $\chi^2 = 9.84$ ;  $p = 0.003$ ). Participation in clinical reviews also contributed to increased confidence and the development of a systematic approach. The data obtained emphasises the need to expand the scope of practice-oriented training and integrate modern digital tools, which will improve the quality of training and reduce the probability of diagnostic errors in future clinical practice.

## Acknowledgements

None.

## Funding

None.

## Conflict of Interest

None.

## References

- [1] Preobrazhenskaya EV, Kislova AV, Kharitonov NA. [Detection of errors in a three-dimensional model of a dual-focus X-ray tube cathode using 3D scanning](#). In: Advanced materials and technologies (AMT-2024): Proceedings of the international scientific and technical conference. Moscow: MIREA – Russian Technological University; 2024. 257–62.
- [2] Grabar DM, Ivanov YuS. Study of methods and algorithms for image pattern recognition. *Sci Notes Komsomol Amur State Technol Univ.* 2023;7(71):20–7. DOI: [10.17084/20764359-2023-71-20](#)
- [3] Marchenko OV. Time series analysis using neural networks. *Sci Notes Komsomol Amur State Technol Univ.* 2022;7(63):77–85. DOI: [10.17084/20764359-2022-63-77](#)
- [4] Konakov AS, Tislenko VI, Shavrin VV. [A-priori error of the initial conditions while solving the problem of space vehicle navigation using pulsar signals](#). *J Sib Fed Univ Math Phys.* 2016;9(3):310–9.
- [5] Stelmashchuk SV. [Assessment of the quality of an automatic control system based on a simplified model](#). *Sci Notes Komsomol Amur State Technol Univ.* 2010;1(1):36–9.
- [6] Khasanshin SD, Grigorieva AL. [Mathematical modeling of chest X-ray image recognition using deep learning](#). In: Youth and science: Current problems of fundamental and applied research. Komsomolsk-on-Amur: Komsomolsk-on-Amur State University; 2025. 592–6.

- [7] National Institutes of Health. NIH Chest X-Ray Dataset [Internet]. [cited 2025 November 21]. Available from: <https://www.kaggle.com/datasets/nih-chest-xrays/data>
- [8] Zhbanov VA, Abarnikova EB. Design and development of a neural network model for determining similarity of two unstructured data samples. *Sci Notes Komsomol Amur State Technol Univ.* 2023;1(65):47–53. DOI: [10.17084/20764359-2023-65-47](https://doi.org/10.17084/20764359-2023-65-47)
- [9] Yakovleva EA, Borodulin VP, Borodulin RP. [Comparative assessment of nutrition organization among students of different faculties.](#) *Probl Sch Univ Med Health.* 2025;(4):20–6.
- [10] Podgalo DD. [Medical errors associated with incorrect interpretation of X-ray images.](#) In: *Youth in science: New arguments.* Lipetsk: Argument; 2018. 177–82.
- [11] Alekseeva NT, Karandeeva AM, Kvaratskhelia AG. [Use of X-ray anatomy laboratory materials in practical classes.](#) In: *Proceedings dedicated to the 115<sup>th</sup> anniversary of M.G. Prives.* Voronezh: Nauchnaya Kniga; 2019. 9–12.
- [12] Kislyakov VV, Krasnova TS, Leonov SS, Fomin VA. [Application of a digital training complex for X-ray research in technological education.](#) *Top Issues Account Manag Inf Econ.* 2024;(6):567–71.
- [13] Borisova NA, Shelukhina AN, Dorofeeva SG. [Awareness of medical students about chronic coronary syndrome.](#) In: *Propedeutics of internal diseases: Proceedings.* Kursk: Kursk State Medical University; 2024. 36–40.
- [14] Borodulin VP, Borodulin RP. [The image of a modern physician in the media space.](#) In: *Bioethics and global challenges of medicine in the 21<sup>st</sup> century: Proceedings of the international conference.* Kursk: Kursk State Medical University; 2023. 13–6.
- [15] Samedov VV. Fluctuations of induced charge caused by fluctuations of the X-ray quantum absorption point in a semiconductor detector. *Nucl Phys Eng.* 2023;14(3):248–57. DOI: [10.56304/S2079562922050426](https://doi.org/10.56304/S2079562922050426)
- [16] Strok TA, Gubar LM. [X-ray computed tomography: possible errors in interpretation.](#) In: *Modern issues of radiation medicine.* Grodno; 2021. 225–8.
- [17] Avrunin AS, Tikhilov RM, Shubnyakov II, Ganeva DG, Pliev VV, Popov ID, et al. [Reproducibility error of dual-energy X-ray absorptiometry in studying the periprosthetic zone around the femoral component Spotorno.](#) *Travmatol Ortop Russ.* 2009;2(52):89–95.
- [18] Sizov AA, Tarasov YuA, Borodulin VP, Borodulin RP. [Fundamentals of effective discussion in intercultural space.](#) *Intercult Commun Educ Med.* 2025;4(21):12–20.
- [19] Rumyantsev AA, Bikmuratov FM, Pashin NP. Entropy estimation of lung X-ray image fragments. *Cybern Program.* 2021;(1):20–6. DOI: [10.25136/2644-5522.2021.1.31676](https://doi.org/10.25136/2644-5522.2021.1.31676)
- [20] Hegazi T, Kurdi K, Alfayez A, Alhammad A, Aldakheel A, Alshahrani R, et al. Clinical-year students' competency in chest X-ray interpretation: A theoretical-based intervention. *Saudi J Med Med Sci.* 2025;13(2):133–41. DOI: [10.4103/sjmms.sjmms\\_623\\_24](https://doi.org/10.4103/sjmms.sjmms_623_24)
- [21] Kok EM, Jarodzka H, de Bruin AB, BinAmir HA, Robben SG, van Merriënboer JJ. Systematic viewing in radiology: Seeing more, missing less? *Adv Health Sci Educ Theory Pract.* 2016;21(1):189–205. DOI: [10.1007/s10459-015-9624-y](https://doi.org/10.1007/s10459-015-9624-y)
- [22] Truten VP, Lubasheva OYa. Dependence of diagnostic quality on compliance with standard dental X-ray positioning. *Endodont Today.* 2020;18(2):16–21. DOI: [10.36377/1683-2981-2020-18-2-16-21](https://doi.org/10.36377/1683-2981-2020-18-2-16-21)
- [23] Chernomortseva ES, Chueva TV, Borodulin VP, Borodulin RP, Chernomortsev SE. [Analysis of the effectiveness of self-study methods among medical students in human anatomy.](#) In: *The world through the eyes of youth: Student readings: Proceedings of the VIII international student conference.* Kursk: Kursk State Medical University; 2025. 285–7.

## Рентгендик чечимдөөдөгү каталар

### Елена Черноморцева

Медицина илимдеринин доктору, профессор  
Иммануил Кант атындагы Балтика Федералдык университети  
236041, А. Невский көч., 14, Калининград ш., Россия Федерациясы  
<https://orcid.org/0000-0002-2161-6061>

### Уильям Бородулин

Студент  
Курск мамлекеттик медициналык университети  
305041, К. Маркс көч., д.3, Курск ш., Россия Федерациясы  
<https://orcid.org/0009-0008-7762-3587>

### Ричард Бородулин

Студент  
Курск мамлекеттик медициналык университети  
305041, К. Маркс көч., д.3, Курск ш., Россия Федерациясы  
<https://orcid.org/0009-0009-0513-6760>

### Станислав Черноморцев

Студент  
Казан мамлекеттик медициналык университети  
420012, Бутлеров көч., 49, Казань ш., Россия Федерациясы

**Аннотация.** Рентгенологиялык изилдөөлөр клиникалык практикада кеңири колдонулган эң кеңири таралган жана жеткиликтүү Сүрөт диагностикасынын бири бойдон калууда. Рентгенограммалардын интерпретациясынын сапаты диагностиканын тактыгына жана дарылоонун кийинки этаптарынын натыйжалуулугуна түздөн-түз таасир этет, бирок медициналык ЖОЖдордун студенттери үчүн бул процесс көп учурда олуттуу татаалдыкты билдирет. Ушуга байланыштуу, кесиптик окутуу этабында радиологиялык сүрөттөрдү чечмелөөдө каталардын себептерин изилдөө актуалдуу болуп саналат. Максаты – студенттердин даярдоо кароо менен байланышкан рентгенологиялык сүрөттөрдү жана өзгөчөлүктөрүн чечмелөөдө каталардын негизги себептерин аныктоо. Изилдөөгө педиатрия (СЧ = 62), дарылоо (СЧ = 88) жана медициналык-профилактикалык (мд = 14) профилдери боюнча окуган медициналык университеттин 164 студенти катышкан. Маалыматтарды чогултуу рентгенологиялык сүрөттөрдү чечмелөөдөгү кыйынчылыктарды, ишеним деңгээлин жана практикалык тажрыйбанын көлөмүн баалоого багытталган жабык жана ачык суроолорду камтыган анонимдүү онлайн-анкета аркылуу жүргүзүлдү. Статистикалык анализ үчүн сыпаттама статистикасынын ыкмалары, бир факторлуу дисперсиялык анализ (вес), краскел-Уоллис критерийи,  $\chi^2$  жана Пирсон корреляциялык анализи колдонулган. Эң кеңири таралган каталар патологиялык өзгөрүүлөрдү өткөрүп жиберүү, очокторду туура эмес локалдаштыруу жана артефакттарды туура эмес чечмелөө экени аныкталган. Эң чоң кыйынчылыктар көкүрөк рентгенографиясы, каптал проекциялар жана таяныч-кыймыл аппаратынын сүрөттөрү болгон. Студенттердин рентгенографияны чечмелөөгө болгон ишениминин орточо деңгээли төмөн болуп, 4,1 т1,7 баллды түздү. Дарылоо профилинин студенттери башка профилдеги окуучуларга салыштырмалуу ишенимдин жогорку деңгээлин жана катанын төмөндүгүн көрсөтүштү. Ишеним деңгээли менен кетирилген каталардын санынын ортосунда орточо терс корреляция аныкталды. Алынган жыйынтыктар практикалык багытталган окутуунун көлөмүн кеңейтүү, рентгенологиялык сүрөттөрдү чечмелөөгө системалуу мамилени киргизүү жана келечектеги дарыгерлерди даярдоонун сапатын жогорулатуу үчүн заманбап санариптик билим берүү инструменттерин колдонуу зарылдыгын көрсөтүп турат

**Негизги сөздөр:** радиология; сүрөттөрдү чечмелөө; диагностикалык каталар; студенттер; медициналык билим берүү



## Ошибки интерпретации рентгеновских снимков

**Елена Черноморцева**

Доктор медицинских наук, профессор  
Балтийский федеральный Университет имени Иммануила Канта  
236041, ул. А. Невского, 14, г. Калининград, Российская Федерация  
<https://orcid.org/0000-0002-2161-6061>

**Вильям Бородулин\***

Студент  
Курский государственный медицинский университет  
305041, ул. К. Маркса, д.3, г. Курск, Российская Федерация  
<https://orcid.org/0009-0008-7762-3587>

**Ричард Бородулин**

Студент  
Курский государственный медицинский университет  
305041, ул. К. Маркса, д.3, г. Курск, Российская Федерация  
<https://orcid.org/0009-0009-0513-6760>

**Станислав Черноморцев**

Студент  
Казанский государственный медицинский университет  
420012, ул. Бутлерова, 49, г. Казань, Российская Федерация

**Аннотация.** Рентгенологические исследования остаются одним из наиболее распространённых и доступных методов визуальной диагностики, широко используемых в клинической практике. Качество интерпретации рентгенограмм напрямую влияет на точность диагностики и эффективность последующих этапов лечения, однако для студентов медицинских вузов данный процесс нередко представляет значительную сложность. В связи с этим актуальным является изучение причин ошибок при интерпретации рентгенологических изображений на этапе профессионального обучения. Цель – выявить основные причины ошибок при интерпретации рентгенологических изображений и особенности, связанные с профилем подготовки студентов. В исследовании приняли участие 164 студента медицинского университета, обучающиеся по педиатрическому ( $n = 62$ ), лечебному ( $n = 88$ ) и медико-профилактическому ( $n = 14$ ) профилям. Сбор данных осуществлялся посредством анонимного онлайн-анкетирования, включавшего закрытые и открытые вопросы, направленные на оценку трудностей интерпретации рентгенологических изображений, уровня уверенности и объёма практического опыта. Для статистического анализа использовались методы описательной статистики, однофакторный дисперсионный анализ, критерий Краскела-Уоллиса,  $\chi^2$  и корреляционный анализ Пирсона. Установлено, что наиболее распространёнными ошибками являлись пропуск патологических изменений, неверная локализация очагов и неправильная трактовка артефактов. Наибольшие затруднения вызывали рентгенограммы грудной клетки, латеральные проекции и изображения опорно-двигательного аппарата. Средний уровень уверенности студентов в интерпретации рентгенограмм был низким и составил  $4,1 \pm 1,7$  балла. Студенты лечебного профиля демонстрировали более высокий уровень уверенности и меньшую частоту ошибок по сравнению с обучающимися других профилей. Выявлена умеренная отрицательная корреляция между уровнем уверенности и количеством допущенных ошибок. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости расширения объёма практико-ориентированного обучения, внедрения системного подхода к интерпретации рентгенологических

### Suggested Citation:

Chernomortseva E, Borodulin W, Borodulin R, Chernomortsev S. Errors in the interpretation of x-ray images. Eurasian Health J. 2025;17(4):186-198. DOI: 10.54890/1694-8882-2025-4-186.

\*Corresponding author



Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

изображений и использования современных цифровых образовательных инструментов для повышения качества подготовки будущих врачей

**Ключевые слова:** рентгенология; интерпретация изображений; ошибки диагностики; студенты; медицинское образование

### Введение

Рентгенологические исследования остаются одним из ключевых инструментов диагностики в клинической практике, позволяя своевременно выявлять широкий спектр патологических состояний [1-3]. Однако интерпретация рентгенограмм требует развитых аналитических навыков и системного подхода, что представляет сложность для студентов медицинских вузов. Ошибки при чтении изображений могут приводить к диагностическим задержкам, снижая качество будущей клинической работы [4,5]. Актуальность изучения ошибок интерпретации обусловлена тем, что рентгенография остаётся одним из наиболее востребованных и доступных методов визуальной диагностики, а качество её анализа напрямую влияет на эффективность последующих этапов клинической работы. В условиях активного развития цифровых технологий и расширения использования визуальных данных возрастает необходимость всесторонней подготовки будущих специалистов к работе с рентгенологическими изображениями и пониманию факторов, влияющих на точность их оценки [6]. В этой связи возрастает интерес к исследованию образовательных стратегий, направленных на повышение качества подготовки студентов.

Процесс интерпретации рентгенограмм представляет собой сложную когнитивную задачу, включающую визуальный анализ, сопоставление анатомических структур, распознавание патологических признаков и принятие клинического решения в условиях неполной информации. Для студентов медицинских вузов данный процесс осложняется ограниченным практическим опытом, недостаточной сформированностью алгоритмического мышления и трудностями пространственного восприятия двумерных изображений. Ошибки на этом этапе могут быть связаны как с недостатком теоретических знаний, так и с отсутствием навыков системного анализа изображений, что делает проблему интерпретации рентгенограмм особенно актуальной в образовательном контексте. Анализ литературы показывает, что ошибки при чтении рентгенологических изображений широко распространены не только среди студентов, но и среди врачей с ограниченным опытом работы [7]. Однако именно в период обучения формируются устойчивые паттерны восприятия и интерпретации изображений, которые в дальнейшем могут либо способствовать точной диагностике, либо закреплять ошибочные алгоритмы анализа. В этой

связи выявление типичных ошибок и факторов, способствующих их возникновению, является важной задачей медицинской педагогики и клинической рентгенологии.

Существенную роль в формировании ошибок играет профиль подготовки студентов. Различия в учебных планах, объёме клинической практики и направленности профессиональной деятельности приводят к неодинаковому уровню подготовки по рентгенологии. Так, студенты лечебного профиля, как правило, имеют больший объём контакта с клиническими случаями и визуальными диагностическими материалами, тогда как обучающиеся по педиатрическому и медико-профилактическому профилям сталкиваются с рентгенологическими исследованиями реже и в более ограниченном контексте. Это может отражаться как на уровне уверенности, так и на точности интерпретации изображений.

Отдельного внимания заслуживает психологический аспект интерпретации рентгенограмм. Уровень уверенности студентов в собственных навыках напрямую влияет на стратегию анализа изображений: неуверенные обучающиеся чаще пропускают патологические изменения, избегают принятия решений и склонны к поверхностному просмотру снимков. В то же время чрезмерная уверенность при недостаточной подготовке также может приводить к диагностическим ошибкам. Таким образом, изучение взаимосвязи между субъективной уверенностью и объективными результатами интерпретации представляет важный интерес с точки зрения формирования клинического мышления. Современные тенденции медицинского образования подчёркивают необходимость перехода от преимущественно теоретического обучения к практико-ориентированному и интерактивным формам подготовки. Использование цифровых образовательных платформ, симуляторов, виртуальных тренажёров и интерактивных баз изображений позволяет студентам многократно отрабатывать навыки интерпретации в безопасной среде и получать своевременную обратную связь. Исследования показывают, что системный подход к просмотру изображений и регулярная коррекция ошибок существенно снижают вероятность диагностических промахов и способствуют формированию устойчивых навыков визуальной диагностики [8].

Новизна исследования заключается в комплексном анализе наиболее распространённых ошибок интерпретации рентгенологических изображений

среди студентов различных профилей подготовки, а также в изучении влияния опыта, уверенности и особенностей образовательного процесса на частоту этих ошибок. Такой подход позволяет глубже понять структуру затруднений и определить направления для дальнейшего совершенствования обучения [9,10]. Кроме того, исследование рассматривает взаимосвязь между субъективной оценкой своих навыков и фактическими результатами, что ранее изучалось ограниченно. Дополнительный интерес представляет рассмотрение роли современных образовательных технологий, включая интерактивные платформы, симуляторы и цифровые тренажёры, в формировании навыков визуальной диагностики [11]. Эти инструменты позволяют студентам безопасно отрабатывать навыки анализа изображений и получать оперативную обратную связь, что делает процесс обучения более эффективным и устойчивым. Усиление цифровой составляющей может стать важным направлением дальнейшего развития подготовки специалистов [12]. Цель исследования – определить основные причины ошибок при интерпретации рентгенологических изображений студентами медицинских вузов и выявить особенности, связанные с профилем обучения.

### Материалы и методы

В исследование были включены 164 студента медицинского университета: 62 обучающихся по педиатрическому профилю, 88 – по лечебному и 14 – по медико-профилактическому. Анкетирование проводилось онлайн и включало закрытые и открытые вопросы, направленные на оценку трудностей при анализе рентгенограмм, уровня уверенности и субъективной оценки качества подготовки. Большинство респондентов находилось на 4-6 курсах. Сбор данных осуществлялся анонимно. Статистическая обработка данных проводилась с использованием методов описательной статистики: для количественных показателей рассчитывались средние значения, стандартные отклонения, медиана и межквартильный размах. Для сравнения количественных показателей между тремя независимыми группами применялся однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) при условии нормального распределения данных.

В случаях отклонения распределения от нормального использовался непараметрический критерий Краскела-Уоллиса. Для анализа различий в категориальных показателях применялся критерий  $\chi^2$ . Выбор статистических методов определялся типом анализируемых данных и характером их распределения. Взаимосвязь между уровнем уверенности и количеством ошибок оценивалась с использованием коэффициента корреляции Пирсона, а также коэффициента ранговой корреляции Спирмена с учётом дискретного характера показателя «количество ошибок». Исследование проводилось с соблюдением этических принципов World Medical Association [11]. В связи с анонимным характером анкетирования и отсутствием вмешательства в состояние участников одобрение локальной комиссии по биоэтике не требовалось.

### Результаты и Обсуждение

Анализ анкетирования показал, что среди студентов наиболее распространёнными ошибками при интерпретации рентгенограмм являются пропуск патологических изменений (74 % ответов), неверная локализация очагов (58 %) и неправильная интерпретация артефактов (42 %). Наиболее проблемными оказались рентгенограммы грудной клетки – 69 % студентов отметили трудности в выявлении очаговых теней и уплотнений, характерных для воспалительных заболеваний, а также в распознавании признаков пневмоторакса. Латеральные проекции вызвали затруднения у 63 % респондентов, при этом большинство студентов не смогли точно определить положение структур в трёхмерной проекции. Ошибки при анализе опорно-двигательного аппарата включали путаницу между переломами и нормальными анатомическими линиями (41 %) и затруднения в оценке плотности костной ткани (37 %). Средний уровень уверенности студентов в интерпретации рентгенограмм по 10-балльной шкале составил  $4,1 \pm 1,7$ , что указывает на низкую самооценку собственных навыков. Уверенность была заметно выше у студентов лечебного профиля ( $4,8 \pm 1,5$ ), чем у студентов педиатрического ( $3,6 \pm 1,4$ ) и медико-профилактического профилей ( $3,1 \pm 1,2$ ), различия оказались статистически значимыми (ANOVA:  $F = 12,47$ ;  $p < 0,001$ ) (Таблица 1).

Таблица 1. Уровень уверенности студентов разных профилей

Профиль	Средний уровень уверенности	Комментарий
Лечебное дело	$4,8 \pm 1,5$	Наиболее высокая уверенность
Педиатрический	$3,6 \pm 1,4$	Затруднения при снимках взрослых
Медико-профилактический	$3,1 \pm 1,2$	Минимальная подготовка по рентгенологии

**Примечание:** значения приведены в среднем  $\pm$  стандартное отклонение

**Источник:** составлено авторами

Апостериорный анализ межгрупповых различий показал, что статистически значимые различия по уровню уверенности и количеству ошибок наблюдаются между студентами лечебного профиля и студентами педиатрического и медико-профилактического профилей. Различия между педиатрическим и медико-профилактическим профилями в ряде показателей не достигали уровня статистической значимости, что связано с меньшей численностью последней группы. Выраженность влияния профиля обучения на уровень уверенности была умеренной ( $\eta^2 = 0,13$ ), что свидетельствует о клинически и педагогически значимом эффекте. Сравнение количества ошибок между профилями показало, что студенты лечебного дела совершали в среднем 3 ошибки на одну рентгенограмму (IQR 2-4), студенты педиатрического

профиля – 5 ошибок (IQR 3-6), а студенты медико-профилактического направления – 6 ошибок (IQR 4-7), различия также были значимыми ( $N = 18,32$ ;  $p < 0,001$ ). Между количеством допущенных ошибок и уровнем уверенности обнаружена умеренная отрицательная корреляция ( $r = -0,46$ ;  $p < 0,01$ ), что подтверждает влияние субъективной уверенности на точность интерпретации. Анализ практического опыта показал, что студенты, имевшие более 20 часов практики с рентгенологическими изображениями в семестр, допускали меньше ошибок ( $\chi^2 = 9,84$ ;  $p = 0,003$ ), чем студенты с меньшей практикой (Таблица 2). Более того, студенты, регулярно участвующие в разборе клинических случаев, продемонстрировали более высокую уверенность и системный подход при оценке сложных снимков, включая выявление редких патологий.

**Таблица 2.** Влияние практического опыта на число ошибок

Группа	Практика (ч/семестр)	Характеристика результата
Группа 1	> 20 часов	Меньшее число ошибок
Группа 2	< 20 часов	Большее число ошибок

**Примечание:** более значительный практический опыт коррелирует со снижением количества ошибок интерпретации  
**Источник:** составлено авторами

При сравнении типов ошибок выявлены особенности: студенты педиатрического профиля чаще затруднялись при интерпретации снимков взрослых пациентов, а студенты лечебного направления отмечали меньше проблем с определением очагов воспаления, но испытывали трудности с редкими или нетипичными случаями. Медико-профилактический профиль практически не имел системной подготовки по рентгенологии, что объясняет высокую частоту ошибок и низкую уверенность. Дополнительные наблюдения показали, что 78 % студентов считают, что практических примеров в учебном процессе недостаточно, а 85 % выразили заинтересованность в интерактивных платформах, симуляторах и использовании цифровых инструментов с обратной связью. Студенты также отметили влияние психологических факторов: стресс, усталость и страх допустить ошибку снижали точность анализа, особенно на младших курсах и при разборе сложных случаев.

Основной причиной ошибок студенты назвали нехватку практического опыта и неуверенность в себе. Более 70 % респондентов отметили,

что рентгенология представляется им сложной областью (Таблица 3). Они чувствуют, что теоретических знаний недостаточно для уверенного анализа изображений. Отмечается слабая корреляция между лекционным материалом и клинической практикой. Многие считают, что обучение недостаточно визуализировано и мало ориентировано на реальные случаи [12]. Некоторые признались, что впервые увидели настоящие рентгеновские снимки только на клинической практике. Также указывается, что в ходе обучения отсутствует обратная связь от преподавателей по поводу интерпретации изображений. В результате студенты не могут оценить, насколько они правильно понимают информацию. Уровень подготовки по рентгенологии между различными профилями отличается. Так, педиатры чаще испытывают трудности с интерпретацией снимков взрослых пациентов. Студенты лечебного дела жалуются на нехватку практики по детским случаям. Медико-профилактический профиль практически не имеет системного курса рентгенологии, что также влияет на результаты.

**Таблица 3.** Основные причины ошибок при интерпретации

Причина	Процент студентов (M ± m, %)
Недостаток практики	72 ± 3,6
Неуверенность	65 ± 3,7
Сложность интерпретации	58 ± 3,8

Таблица 3. Продолжение

Причина	Процент студентов (M ± m, %)
Отсутствие системного подхода	45 ± 3,9
Страх ошибиться	40 ± 3,8

**Примечание:** M – среднее значение процента студентов, испытывающих трудности по каждой причине; m – стандартная ошибка среднего, рассчитанная для N = 164 студентов

**Источник:** составлено авторами

Результаты демонстрируют системную проблему недостаточной подготовки к интерпретации рентгенологических изображений, значимые различия между профилями обучения, а также необходимость внедрения практико-ориентированных и интерактивных образовательных инструментов для повышения точности и уверенности студентов. Результаты проведенного исследования подтверждают высокую значимость формирования навыков интерпретации рентгенологических изображений на этапе обучения в медицинском вузе. Полученные данные позволяют не только выявить наиболее распространённые типы ошибок, но и глубже понять механизмы их возникновения, связь с уровнем подготовки и психологическими аспектами восприятия визуальной информации. Сопоставление полученных результатов с данными литературы указывает, что студенты, независимо от профиля, сталкиваются со схожими затруднениями, однако выраженность этих трудностей и характер ошибок значительно варьируют в зависимости от особенностей образовательной траектории.

Одним из ключевых выводов является выявленная разница между профилями подготовки: студенты лечебного дела демонстрировали более высокую уверенность и меньшую частоту ошибок, тогда как педиатрический и медико-профилактический профили показали более выраженные затруднения. Это подтверждает, что объём и системность практической подготовки напрямую влияют на качество интерпретации снимков [13]. При этом важно учитывать, что уверенность студентов имеет не только субъективное, но и объективное значение – обнаруженная отрицательная корреляция между уровнем уверенности и количеством ошибок показывает, что развитие уверенности является важным педагогическим фактором, а не только психологическим параметром. Вероятно, уверенность служит индикатором сформированности клинического мышления, способности к структурированному визуальному анализу и владению алгоритмами оценки изображений [14].

Особое внимание заслуживает выявленная роль практического опыта. Студенты, имеющие более 20 часов работы с рентгенограммами, допускали значимо меньше ошибок. Это подчёркивает необходимость увеличения доли практико-ориентированных занятий, в том числе разборов

клинических случаев, самостоятельной работы с реальными изображениями и использования цифровых образовательных платформ. Современные исследования указывают, что такие инструменты, как симуляторы, интерактивные модули и системы автоматизированной обратной связи, существенно повышают качество формирования навыков визуальной диагностики [15-17]. Полученные результаты полностью согласуются с этим выводом: 85 % студентов выразили потребность в интерактивных платформах, что демонстрирует высокий запрос на современные методы обучения.

Также важно отметить психологические аспекты, выявленные в ходе исследования. Студенты сообщали о влиянии стресса, усталости и страха допустить ошибку на качество анализа изображений. Это особенно характерно для младших курсов, где ограниченный опыт сочетался с высокой эмоциональной напряжённостью. Данные наблюдения указывают на необходимость включения элементов психологической адаптации и формирования устойчивых навыков работы в условиях неопределённости. Возможным направлением улучшения подготовки является внедрение поэтапных модулей с возрастающей сложностью, позволяющих студентам постепенно привыкать к анализу сложных случаев и снижать влияние стрессовых факторов [18]. Отдельное внимание следует уделить тому, что значительная часть студентов указала на недостаточную визуализацию учебного материала и отсутствие системной обратной связи по результатам анализа снимков. Это может приводить к формированию некорректных алгоритмов интерпретации и закреплению ошибочных представлений [19]. В этой связи важным направлением развития образовательных программ является структурирование обучающих модулей по рентгенологии, создание единых алгоритмов анализа изображений и усиление компонента обратной связи со стороны преподавателей. Исследования показывают, что регулярная коррекция ошибок способствует значительному снижению их частоты в дальнейшем и формированию устойчивых навыков.

Следует учитывать, что группа студентов медико-профилактического профиля была малочисленной (n = 14). Это снижает статистическую мощность межгруппового анализа и ограничивает обобщаемость полученных результатов для данной категории

обучающихся. Несмотря на то, что у студентов медико-профилактического профиля было зафиксировано наибольшее среднее количество ошибок (6 [IQR 4-7]) и наиболее низкий уровень уверенности ( $3,1 \pm 1,2$  балла), данные результаты следует интерпретировать с осторожностью и рассматривать как предварительные. Полученные результаты согласуются с данными Negazi согласно которым ключевыми причинами ошибок при интерпретации рентгенограмм являются недостаток практического опыта и отсутствие структурированного алгоритма анализа изображений [20]. Отдельного внимания заслуживает роль современных цифровых инструментов и систем системного просмотра изображений, которые, по данным Е.М. Кок способствуют формированию устойчивых навыков визуальной диагностики и снижению частоты диагностических ошибок, что подчёркивает актуальность настоящего исследования [21]. Таким образом, проведённое исследование выявило комплекс факторов, влияющих на точность интерпретации рентгенологических изображений: профиль подготовки, количество практики, уровень уверенности, наличие обратной связи и психологическая готовность. Совокупность этих факторов определяет как текущий уровень компетентности студентов, так и эффективность формирования навыков радиологической диагностики в целом [22]. Полученные результаты подчёркивают необходимость интегративного подхода к обучению, который объединяет практический опыт, современные цифровые технологии, пошаговые алгоритмы анализа и элементы психолого-педагогической поддержки [23].

### Выводы

Проведённое исследование показало, что основными ошибками студентов при интерпретации рентгенологических изображений являются пропуск патологических изменений (74 %), неверная

локализация выявленных очагов (58 %) и неправильная трактовка артефактов (42 %). Наиболее выраженные трудности наблюдались при анализе снимков грудной клетки, где 69 % респондентов отмечали сложности в распознавании очаговых теней и признаков пневмоторакса, а также при работе с латеральными проекциями, вызывавшими затруднения у 63 % студентов. Установлено, что уровень уверенности оказывает существенное влияние на качество интерпретации: средний показатель составил  $4,1 \pm 1,7$  балла, при этом зафиксирована умеренная отрицательная корреляция между уверенностью и числом ошибок ( $r = -0,46$ ;  $p < 0,01$ ). Студенты лечебного направления в среднем допускали 3 ошибки, тогда как педиатрического профиля – 5, а медико-профилактического – 6, что подтверждает статистически значимые различия между группами ( $N = 18,32$ ;  $p < 0,001$ ). Важным фактором точности анализа оказалось наличие практического опыта: студенты, имеющие более 20 часов работы с рентгенограммами, демонстрировали значительно лучшие результаты ( $\chi^2 = 9,84$ ;  $p = 0,003$ ). Участие в клинических разборах также способствовало повышению уверенности и развитию системного подхода. Совокупность полученных данных подчёркивает необходимость расширения объёма практико-ориентированного обучения и интеграции современных цифровых инструментов, что позволит повысить качество подготовки и снизить вероятность диагностических ошибок в будущей клинической практике.

### Благодарность

Нет.

### Финансирование

Нет.

### Конфликт интересов

Нет.