



National Scientific Center of Traumatology
and Orthopaedics named after
Academician N.D. Batpenov

ISSN: 2789-9632
e-2789-9640

Traumatology and Orthopaedics of Kazakhstan

Scientific & Practical Journal of the
Kazakhstan Association of Trauma Orthopaedists

Volume 76. Number 2 (2025)

РЕДАКЦИЯ/EDITORIAL

Бас редактор:

Бекарисов Олжас Сапарғалиұлы
Қауымдастырылған редакторлар:
Бәтпен Арман Нұрланұлы
Mahmut Nedim Doral
Абдрахманов Әлібек Жанпейісұлы
Атқарушы редактор:
Оразова Ғалия Ұзаққызы
Жауапты хатшы:
Гурбанова Эльнара Иншаллаховна

Главный редактор:

Бекарисов Олжас Сапарғалиевич
Ассоциированные редакторы:
Бәтпен Арман Нұрланұлы
Mahmut Nedim Doral
Абдрахманов Алибек Жанпеисович
Исполнительный редактор:
Оразова Ғалия Ұзаққызы
Ответственный секретарь:
Гурбанова Эльнара Иншаллаховна

Editor-in-Chief:

Olzhas Bekarissov
Associate Editors:
Arman Batpen
Mahmut Nedim Doral
Alibek Abdrakhmanov
Executive Editor:
Galiya Orazova
Executive Secretary:
Gurbanova Elnara

РЕДАКЦИЯЛЫҚ КЕҢЕС/ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ/ EDITORIAL BOARD

Kotz Rainer (Австрия)
Schnettler Reinhard (Германия)
Zeichen J. (Германия)
Sehirlioglu Ali (Түркия)
Tarasevicius Sarunas (Литва)
Hayati Durmaz (Түркия)
Häring Ewald (Австрия)
Абдуразаков У.А. (Қазақстан)
Ахтямов И.Ф. (Ресей)
Виссарионов С.В. (Ресей)
Гахраманов А. (Әзірбайжан)
Есиркепов М.М. (Қазақстан)
Жанаспаев М.А. (Қазақстан)
Михайловский М.В. (Ресей)
Минасов Б.Ш. (Ресей)
Мурылев В.Ю. (Ресей)
Надилов Н.Н. (Қазақстан)
Раманкулов Е.М. (Қазақстан)
Рерих В.В. (Ресей)
Римашевский Д.В. (Ресей)
Тихилов Р.М. (Ресей)

Kotz Rainer (Австрия)
Schnettler Reinhard (Германия)
Zeichen J. (Германия)
Sehirlioglu Ali (Турция)
Tarasevicius Sarunas (Литва)
Hayati Durmaz (Турция)
Häring Ewald (Австрия)
Абдуразаков У.А. (Казахстан)
Ахтямов И.Ф. (Россия)
Виссарионов С.В. (Россия)
Гахраманов А. (Азербайджан)
Есиркепов М.М. (Казахстан)
Жанаспаев М.А. (Казахстан)
Михайловский М.В. (Россия)
Минасов Б.Ш. (Россия)
Мурылев В.Ю. (Россия)
Надилов Н.Н. (Казахстан)
Раманкулов Е.М. (Казахстан)
Рерих В.В. (Россия)
Римашевский Д.В. (Россия)
Тихилов Р.М. (Россия)

Kotz Rainer (Austria)
Schnettler Reinhard (Germany)
Zeichen J. (Germany)
Sehirlioglu Ali (Turkey)
Tarasevicius Sarunas (Lithuania)
Hayati Durmaz (Turkey)
Häring Ewald (Austria)
Urazbay Abdurazakov (Kazakhstan)
Ildar Akhtyamov (Russia)
Sergey Vissarionov (Russia)
Aydin Gahramanov (Azerbaijan)
Marlen Yesirkepev (Kazakhstan)
Marat Zhanaspayev (Kazakhstan)
Mikhail Mikhailovsky (Russia)
Nurbek Nadyrov (Kazakhstan)
Bulat Minasov (Russia)
Valery Murylev (Russia)
Yerlan Ramankulov (Kazakhstan)
Victor Rerich (Russia)
Denis Rimashevsky (Russia)
Rashid Tikhilov (Russia)

РЕДАКЦИЯЛЫҚ КОЛЛЕГИЯ/ РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ / FOUNDING EDITORIAL BOARD

Абдрахманова А.С. (Қазақстан)
Абильмажинов М.Т. (Қазақстан)
Анашев Т.С. (Қазақстан)
Баубеков М.Б. (Қазақстан)
Байдарбеков М.У. (Қазақстан)
Белокобылов А.А. (Қазақстан)
Джаксыбекова Г.К. (Қазақстан)
Жанаспаева Г.А. (Қазақстан)
Искаков Е.С. (Қазақстан)
Мурсалов Н.К. (Қазақстан)
Махамбетчин М.М. (Қазақстан)
Мухаметжанов Х.М. (Қазақстан)
Нағыманов Б.А. (Қазақстан)
Набиев Е.Н. (Қазақстан)
Оспанов К.Т. (Қазақстан)
Раймагамбетов Е.К. (Қазақстан)
Спичак Л.В. (Қазақстан)
Тажин К.Б. (Қазақстан)
Түлеубаев Б.Е. (Қазақстан)

Абдрахманова А.С. (Казахстан)
Абильмажинов М.Т. (Казахстан)
Анашев Т.С. (Казахстан)
Баубеков М.Б. (Казахстан)
Байдарбеков М.У. (Казахстан)
Белокобылов А.А. (Казахстан)
Джаксыбекова Г.К. (Казахстан)
Жанаспаева Г.А. (Казахстан)
Искаков Е.С. (Казахстан)
Мурсалов Н.К. (Казахстан)
Махамбетчин М.М. (Казахстан)
Мухаметжанов Х.М. (Казахстан)
Нағыманов Б.А. (Казахстан)
Набиев Е.Н. (Казахстан)
Оспанов К.Т. (Казахстан)
Раймагамбетов Е.К. (Казахстан)
Спичак Л.В. (Казахстан)
Тажин К.Б. (Казахстан)
Түлеубаев Б.Е. (Казахстан)

Aliya Abdrakhmanova (Kazakhstan)
Mukhtar Abilmazhinov (Kazakhstan)
Talgat Anashev (Kazakhstan)
Meyram Baubekov (Kazakhstan)
Murat Baidarbekov (Kazakhstan)
Alexey Belokobyllov (Kazakhstan)
Galina Jaxybekova (Kazakhstan)
Galiya Zhanaspayeva (Kazakhstan)
Yerzhan Isakov (Kazakhstan)
Nagmet Mursalov (Kazakhstan)
Murat Makhambetchin (Kazakhstan)
Khanat Mukhametzhonov (Kazakhstan)
Bolat Nagymanov (Kazakhstan)
Yergaly Nabiyeu (Kazakhstan)
Kuanyshe Ospanov (Kazakhstan)
Yerik Raimagambetov (Kazakhstan)
Lyudmila Spichak (Kazakhstan)
Kairat Tazhin (Kazakhstan)
Berik Tuleubayev (Kazakhstan)

Редакцияның мекен-жайы:

Traumatology and Orthopaedics
of Kazakhstan
Z00P5Y4
Қазақстан, Астана қ.
Абылай хан даңғ. 15/А
Тел.: +7 (7172) 547 717
E-mail: editor.journalto@gmail.com
Веб-сайт: www.journaltokaz.org

Адрес редакции:

Traumatology and Orthopaedics
of Kazakhstan
Z00P5Y4
Казахстан, г. Астана
пр. Абылай хана, 15/А
Тел.: +7 (7172) 547 717
E-mail: editor.journalto@gmail.com
Веб-сайт: www.journaltokaz.org

Editorial Office:

Traumatology and Orthopaedics
of Kazakhstan
Z00P5Y4
Kazakhstan, Astana city
Abylai Khan Ave, 15A
Tel.: +7 (7172) 547 717
E-mail: editor.journalto@gmail.com
Website: www.journaltokaz.org



National Scientific Center of Traumatology and Orthopaedics named after Academician N.D. Batpenov

Traumatology and Orthopaedics of Kazakhstan

Scientific & Practical journal of the Kazakhstan Association of Trauma Orthopaedists

Authors are responsible for reliability of information published in the journal. Reprinting of articles published in this journal and their use in any form, including e- media, without the consent of the publisher is prohibited

Astana, 2025

Quality of Life and Related Factors in Patients with Ankylosing Spondylitis in Kazakhstan Population

Assel Meiramova¹, Aigerim Abuova², Karlygash Karina³, Baglan Abdakhina⁴, Bayan Bektassova⁵, Erzhan Khochshanov⁶, Bayan Ainabekova⁷

¹ Associate Research Professor of the Department of Internal Medicine with courses in Gastroenterology, Endocrinology and Pulmonology, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan. E-mail: meiramova.as@amu.kz

² Assistant of the Department of Internal Medicine with courses in Gastroenterology, Endocrinology and Pulmonology, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan. E-mail: abyova.a@amu.kz

³ Associate Professor of the Department of Internal Medicine with courses in Gastroenterology, Endocrinology and Pulmonology, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan. E-mail: karinakarlygash@mail.ru

⁴ Associate Professor of the Department of Internal Medicine with courses in Gastroenterology, Endocrinology and Pulmonology, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan. E-mail: abdakhina.b@mail.ru

⁵ Assistant of the Department of Internal Medicine with courses in Gastroenterology, Endocrinology and Pulmonology, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan. E-mail: bayanbektassova@gmail.com

⁶ Assistant of the Department of Internal Medicine with courses in Gastroenterology, Endocrinology and Pulmonology, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan. E-mail: khoshanov.e@amu.kz

⁷ Head of the Department of Internal Medicine with courses in Gastroenterology, Endocrinology and Pulmonology, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan. E-mail: ainabekova.b@amu.kz

Abstract

Ankylosing spondylitis is a chronic autoimmune disease that primarily affects men in the 20s and 40s, and can lead to significant mobility impairments and disability. Ankylosing spondylitis has a significant physical, social, psychological and economic impact on patients, making the quality of life one of the primary factors in disease managing.

The study aim is to investigate the relationship between various medical history factors and the quality of life among patients with AS in Kazakhstan.

Methods. We conducted a one-time cross-sectional observational study of 70 patients diagnosed with ankylosing spondylitis at the Astana City Multidisciplinary Hospital No. 2.

Results. The study revealed several key factors that affect the quality of life for patients. There was a correlation found between the age of disease onset and the diagnosis delay ($p=0.344$, $p=0.009$). Patients who were diagnosed later had a lower quality of life, especially women. There was also a correlation between the diagnosis delay and a specific quality of life measure in the SF-36 questionnaire ($p=-0.641$, $p=0.013$). This correlation was particularly strong for patients receiving biological therapy. Specifically, delayed diagnosis was associated with lower scores on pain ($p=-0.543$, $p=0.013$), fatigue ($p=-0.528$, $p=0.010$), and physical functioning ($p=-0.508$, $p=0.007$). Additionally, the analysis showed that the age at which a patient was diagnosed significantly affected their quality of life in men and those with a positive HLA B27 ($p=-0.263$, $p=0.048$).

Conclusions: The main factors that influence the quality of life for patients with ankylosing spondylitis in the Kazakh population include delay in diagnosis and age of onset. These factors are correlated with clinical activity of the disease, and early onset and delayed diagnosis significantly impair quality of life. Therefore, timely diagnosis and prompt initiation of treatment are crucial for enhancing the quality of life among patients with ankylosing spondylitis.

Keywords: ankylosing spondylitis, quality of life, diagnosis delay, Kazakhstan population.

Corresponding author: Assel Meiramova, Associate Research Professor of the Department of Internal Medicine with courses in Gastroenterology, Endocrinology and Pulmonology, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan
Phone: +7 7015378775
E-mail: meiramova.as@amu.kz

J Trauma Ortho Kaz 76 (2) 2025: 4-11
Received: 15-02-2025
Accepted: 17-03-2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Introduction

Ankylosing spondylitis (AS) is a chronic autoimmune disorder that primarily affects the axial skeleton and ilio-sacral joints. The disease primarily affects men aged between 20 and 40 years and is accompanied by persistent pain and in the long term leads to significant mobility restrictions for patients [1-3].

Given that AS affects young adults of working age, these limitations can result in reduced productivity, disability and a forced career change or loss of employment. This creates significant psychological, social and financial burdens for both patients and their families, as well as a financial impact on society, not just in the medical field but also on the economy [4-6].

The primary goal of AS treatment is to maximize the quality of life for patients by implementing basic therapies to control autoimmune inflammation. Thus, assessing the quality of life of AS patients is an important diagnostic tool in managing their care [5, 6].

According to research in the field of patient quality of life with AS, measuring quality of life related to health provides an objective reflection of the actual impact of the

disease on an individual and the extent of their suffering [7-10].

By identifying which aspects of quality of life are primarily affected by the disease, scientists and clinicians can better understand problems associated with the condition that may go unnoticed in scientific research or clinical settings. In this regard, numerous studies have examined the relationship between quality of life and disease activity or functional status. These investigations have revealed that high levels of disease activity as measured by the BASDAI and ASDAS scores, as well as decreased functional mobility of the spine assessed by the BASFI scale, significantly correlate with lower levels of patient quality of life [7,11,12].

However, relatively fewer studies have investigated the relationship between quality of life and other variables, such as the duration of the illness, gender and educational level [7,8,13-15].

In light of this, the aim of our research was to explore the association between various aspects of anamnesis and quality of life among patients with ankylosing spondylitis from the Kazakh population.

Materials and methods

The type of study: we conducted an observational, analytical, single-stage, cross-sectional study at the medical-diagnostic center of the City Multidisciplinary Hospital No. 2 in Astana, in compliance with the Helsinki Declaration's principles and the approval of the Local Ethics Committee of Astana Medical University Protocol No. 1, dated January 26, 2023.

Method of selecting participants: between February 1 and December 1, 2023, all patients with a confirmed diagnosis of ankylosing spondylitis registered at the City Hospital No. 2 were examined. From this sample 132 patients were included in the study and 62 were excluded based on the following exclusion criteria:

- age less than 18 or over 62;
- severe concomitant physical and/or mental illnesses;
- pregnancy or lactation;
- the patient's involvement in another study.

To the remaining sample of 70 individuals, we proposed to sign an informed consent form to participate in the study following an explanatory discussion about the objectives and design of the research.

Methodology. All participants in the study who were included in the observation were examined by a rheumatologist. During this examination, complaints were recorded, anamnesis was collected, and risk factors for the development of the disease and possible triggers were identified.

When collecting a life history, attention was paid to data on the hereditary burden of ankylosing spondylitis as well as other conditions such as psoriasis and inflammatory bowel disease. Additionally, information on infectious diseases, spinal injuries, including falls from heights onto the back (from horses, stepladders, or while skiing), and surgical interventions was recorded. Data on bad habits, such as physical labor in low temperatures for more than one year, and occupational hazards were also taken into account. When collecting anamnesis for the disease, information on the onset of symptoms was taken into consideration, including the type of joint inflammation at the beginning of the condition, the patient's age at the

time of symptom onset, the duration of illness, any possible endogenous or exogenous triggers, and the time from onset to diagnosis of ankylosing spondylitis.

The collection of clinical data was based on the results of a physical examination of patients by a rheumatologist. During the examination, the patient's level of consciousness was assessed, as well as the condition of their skin, visible mucous membranes, peripheral lymph nodes, muscle tissue, and anthropometric data were collected. Body mass index (BMI) was calculated using the Adolphe Quetelet formula, blood pressure (BP) and heart rate (HR) were measured, and body temperature was recorded. Examination of organs and systems involved palpation, percussion, and auscultation, while examination of the musculoskeletal system followed generally accepted protocols. Functional disorders of the spine and joints were evaluated using the BASFI (Bath Ankylosing Spondylitis Function Index) and BASMI (Bath Ankylosing Spondylitis Metrological Index) indices. Data on extra-articular manifestations and complications of the disease were recorded, along with an assessment of disease activity using the BASDAI (Bath Ankylosing Spondylitis Disease Activity Index) and ASDAS (Ankylosing Spondylitis Disease Activity Score). All patients completed quality-of-life questionnaires, including the general SF-36 and specialized ASAS-HI (Health Index of the Assessment of Spondyloarthritis International Society). Genetic testing for the presence of HLA-B27 was also performed on all patients.

Methods of data presentation and analysis. Statistical analysis of measurements was performed in accordance with generally accepted standards using the IBM SPSS Statistics 21 software (IBM, USA).

The distribution of quantitative characteristics was not Gaussian, which is why these variables were represented by the median (Me) and 25th and 75th quantiles. To assess the significance of differences in mean values, a nonparametric Mann-Whitney test was used. Correlation analysis was performed using the Spearman rank correlation coefficient.

The strength of correlation coefficients was assessed using the Cheddok scale, where coefficients from 0 to 0.3 were interpreted as a very weak relationship, from 0.3 to

0.5 as weak, from 0.5 to 0.7 as medium, from 0.7 to 0.9 as high, and from 0.9 to 1 as very high.

Results

During the study, we examined the relationship between quality of life and various factors. Gender was selected as the first variable for analysis in our sample. Therefore, the first group for comparison consisted of 56 male participants, and the second group comprised 14 female participants with ankylosing spondylitis.

According to the analysis, no significant differences were observed in quality of life indicators across both questionnaires based on gender. A comparison of SF-36 and ASAS HI questionnaire scores, according to gender, is depicted in Figure 1.

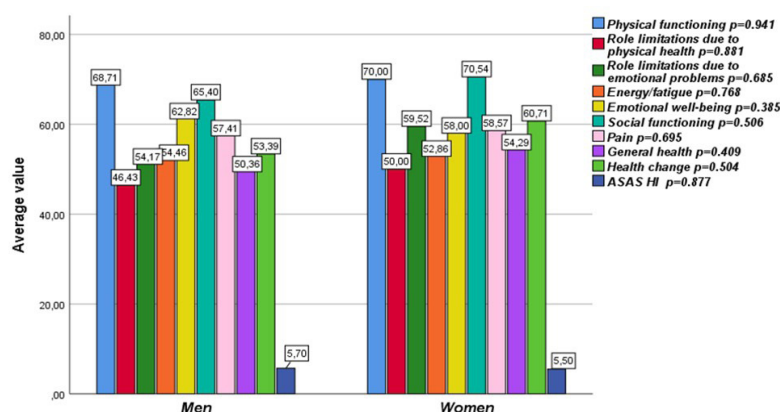


Figure 1 - A comparison of the indicators from the SF-36 and ASAS HI questionnaires based on gender

However, the correlation analysis conducted showed a significant impact of the factor of the age at which the disease began on a reduction in quality of life, according to the ASAS HI questionnaire, in the group of male patients, compared with the group of female patients ($p=0.344$, $p=0.009$). In the female group, a statistically significant

impact of diagnosis delay as a factor was revealed. This factor was found to significantly increase pain as an indicator of quality of life on the SF-36 questionnaire ($p=-0.641$, $p=0.013$).

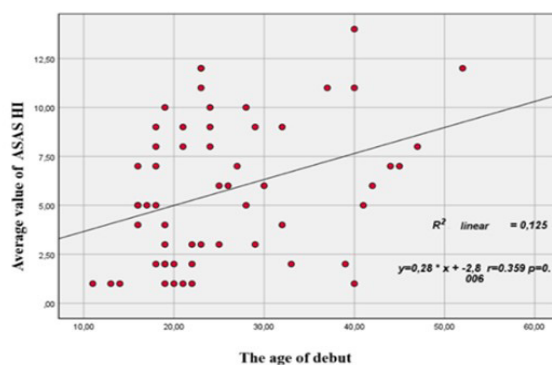


Figure 2 - Correlation between age of disease debut and ASAS HI in men

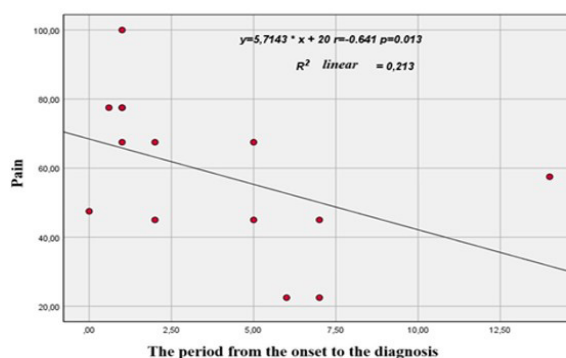


Figure 3 - Correlation between the period from debut to diagnosis and the pain index in women

When investigating the relationship between quality of life and the presence of the HLA B27 gene, no significant differences were observed. A comparative

analysis of indicators from the SF-36 questionnaire, based on the presence or absence of the HLA B27 allele, is presented in Figure 4.

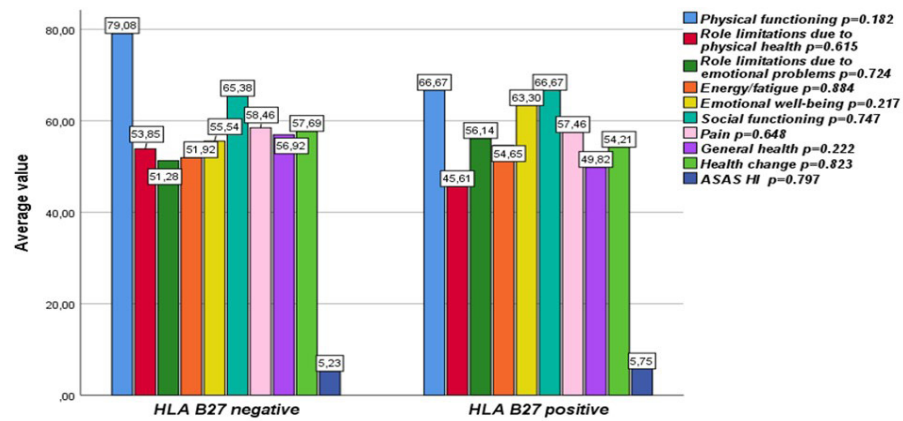


Figure 4 - A comparison of the indicators from the SF-36 and ASAS HI questionnaires based on HLA B27

Nevertheless, it was noted that among patients with a positive HLA B27 genotype, the age at onset plays a significant role and correlates with pain levels as measured by the SF-36 ($\rho=-0.263$, $p=0.048$) and quality of life assessed by the ASAS-HI questionnaire ($\rho=0.359$, $p=0.006$).

This correlation is likely due to the predominance of males (82.5%) in the group with the HLA B27 genetic marker. No correlations were observed among patients without the HLA B27 allele.

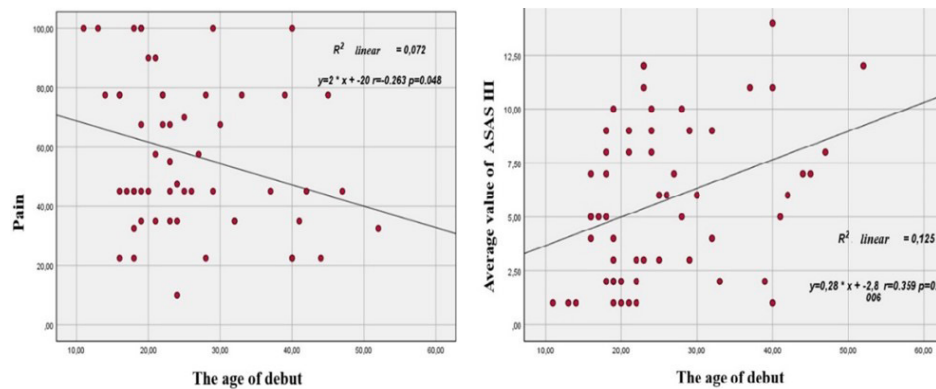


Figure 5 - Correlation among HLA B27 positive patients

Additionally, the drug treatment received at the time of the patient's evaluation was selected as a factor in the analysis of the sample studied. Therefore, the first comparison group comprised 47 patients receiving conventional disease-modifying antirheumatic drugs (cDMARDs) and the second comparison group included 23 patients undergoing biological disease-modifying

antirheumatic drugs (bDMARDs). Based on the analysis, no differences were observed in the quality of life indicators for either questionnaire based on the type of treatment received. A comparative analysis of the SF-36 questionnaire indicators, depending on the type of received treatment, is presented in Figure 6.

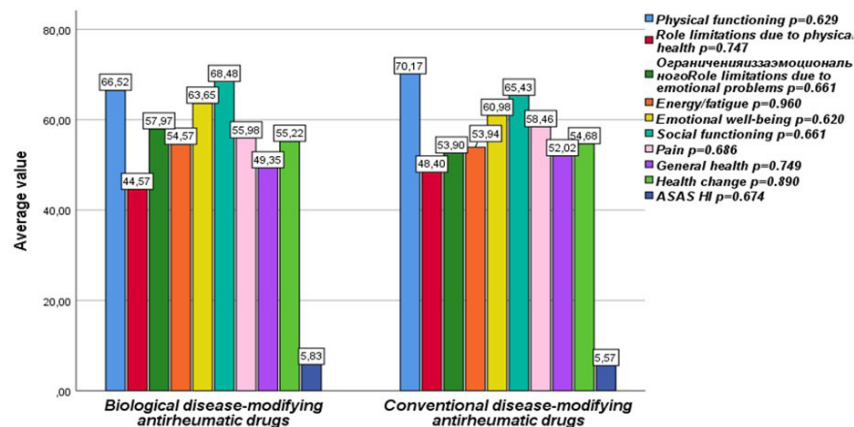


Figure 6 - A comparison of the indicators from the SF-36 and ASAS HI questionnaires based on drug therapy

However, at the same time, among the group of patients who received bDMARDs, significant correlations were observed between the delay diagnosis delay and

certain SF-36 indicators such as pain, fatigue and physical functioning. Specifically, there was a negative correlation between the diagnosis delay and the SF-36 scores for pain

($\rho=-0,543$, $p=0,013$), fatigue ($\rho=-0,528$, $p=0,010$) and physical functioning ($\rho=-0,508$, $p=0,007$). Additionally,

there was also a link between delayed diagnosis and the quality of life as measured by ASAS HI ($\rho=0,676$, $p=0,0001$).

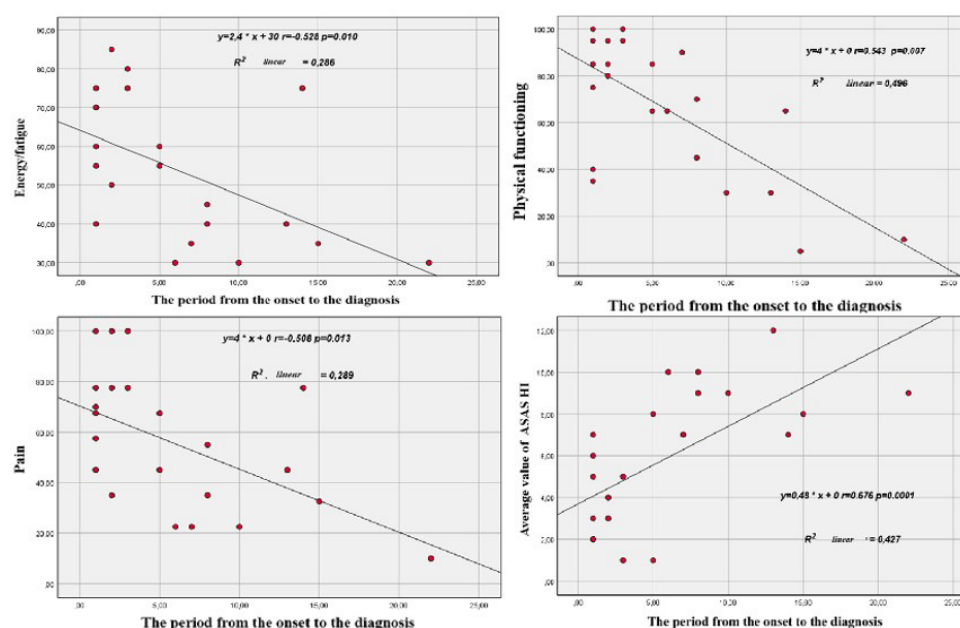


Figure 7 - Correlation in the group of patients receiving bDMARDs

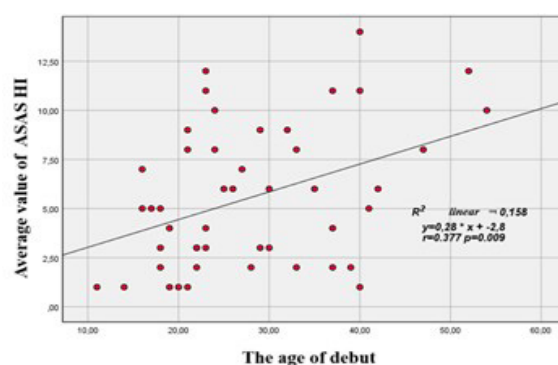


Figure 8 - Correlation in the group of patients receiving cDMARDs

On the other hand, in the group receiving cDMARDs, there was an association between the age at which

symptoms first appeared and the quality of life, as measured by the ASAS HI ($\rho=0,377$, $p=0,009$).

Discussion

Unlike other autoimmune diseases, ankylosing spondylitis is a condition that predominantly affects male patients. Epidemiological studies have shown that the prevalence of AS in men is approximately three times higher than in women [1].

The primary manifestation of AS involves damage to the axial skeleton, specifically chronic inflammation of the spine. Additionally, the disease may manifest as peripheral arthritis, dactylitis, and extra-articular symptoms such as uveitis, psoriasis, and inflammatory bowel disease. These complications can exacerbate the severity of AS, leading to significant physical impairment, functional limitations and reduced quality of life [7,8,13,14].

At the same time, considering the chronic nature of the disease, quality of life (QoL) is an important indicator in the management of patients with ankylosing spondylitis, providing additional information on the adequacy of therapy in relation to the current condition of the individual.

In reviewing the literature on QoL in AS patients, we found that most studies have focused on the association

between disease activity, spinal mobility and QoL [4,7,8,13–16]. For this reason, we have chosen to focus on other potential factors that may influence QoL in this study.

According to the results, a factor affecting the quality of life for patients with ankylosing spondylitis in the Kazakh population appears to be the diagnosis delay. This may be due to the correlation between the delay in diagnosis and the clinical activity of the disease, which can reduce the quality of life. It is also more likely that this will require the prescription of bDMARDs in the future. Therefore, in the group of patients receiving bDMARDs, we also observed this correlation. These correlations are particularly significant for women [17–20].

Another factor that affects the quality of life negatively is the age at which the disease begins. This factor correlates significantly with the indicators on ASAS HI questionnaire for both male and female patients, as well as for patients who are positive for HLA B27 and those on cDMARDs.

Conclusions

It appears that the diagnosis delay of AS has a significant impact on the quality of life of patients in the Kazakh population. Other factors, such as the age at disease onset, also contribute to the overall quality of life and may necessitate the use of more aggressive treatment options in the future.

Therefore, the key factors influencing the quality of life for patients with AS among the Kazakh population include the delay in diagnosis and the age at which the condition begins. These factors are correlated with the clinical activity of the illness, which ultimately decreases the quality of life.

Thus, timely diagnosis – a factor that can be modified – plays a significant role in managing patients and selecting

drug therapy, ultimately contributing to improving their quality of life.

Conflicts of Interest. The authors declare no conflicts of interest.

Funding. This research received no external funding.

Author Contributions. Conceptualization, methodology – K.K., formal analysis – Bay.A., investigation, A.A., A.M., Bag.A.; writing (original draft preparation) – A.A., B.B.; writing (review and editing) – A.M., E.K, supervision, Bay.A.

References

1. Wang, R., Ward, M. M. (2018). Epidemiology of axial spondyloarthritis: an update. *Current opinion in rheumatology*, 30(2), 137-143. <https://doi.org/10.1097/BOR.0000000000000475>
2. López-Medina, C., Moltó, A. (2018). Update on the epidemiology, risk factors, and disease outcomes of axial spondyloarthritis. *Best practice research Clinical rheumatology*, 32(2), 241-253. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2018.10.006>
3. Stolwijk, C., Boonen, A., van Tubergen, A., Reveille, J. D. (2012). Epidemiology of spondyloarthritis. *Rheumatic diseases clinics of North America*, 38(3), 441. <https://doi.org/10.1016/j.rdc.2012.09.003>
4. Ramonda, R., Marchesoni, A., Carletto, A., Bianchi, G., Cutolo, M., Ferraccioli, G., ATLANTIS study group. (2016). Patient-reported impact of spondyloarthritis on work disability and working life: the ATLANTIS survey. *Arthritis research & therapy*, 18, 1-7. <https://doi.org/10.1186/s13075-016-0977-2>
5. Alava, M. H., Wailoo, A., Chrysanthou, G., Barcelos, F., Van Gaalen, F. A., Santos, H., Machado, P. M. (2022). Measuring quality of life of patients with axial spondyloarthritis for economic evaluation. *RMD open*, 8(1), e001955. <https://rmdopen.bmj.com/content/8/1/e001955.abstract>
6. Martindale, J., Shukla, R., Goodacre, J. (2015). The impact of ankylosing spondylitis/axial spondyloarthritis on work productivity. *Best Practice Research Clinical Rheumatology*, 29(3), 512-523. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2015.04.002>
7. Elolemy, G., Aboughanima, A., Ganeb, S., Elziat, H. (2020). Health-related quality of life in patients with ankylosing spondylitis: relationship with disease-related variables. *Current rheumatology reviews*, 16(4), 311-318. <https://doi.org/10.2174/1573397115666191018162606>
8. Yang, X., Fan, D., Xia, Q., Wang, M., Zhang, X., Li, X., Pan, F. (2016). The health-related quality of life of ankylosing spondylitis patients assessed by SF-36: a systematic review and meta-analysis. *Quality of Life Research*, 25, 2711-2723. <https://doi.org/10.1007/s11136-016-1345-z>
9. Cortes-Rodríguez, A., Alves-Gomes, L., Losa-Iglesias, M. E., Gómez-Salgado, J., Becerro-de-Bengoa-Vallejo, R., Saavedra-García, M. Á., Jiménez-Cebrián, A. M. (2024). Impact of ankylosing spondylitis on foot health and quality of life: an observational case-control study. *Frontiers in Medicine*, 11, 1355803. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1355803>
10. Law, L., Beckman Rehnman, J., Deminger, A., Klingberg, E., Jacobsson, L. T., Forsblad-d'Elia, H. (2018). Factors related to health-related quality of life in ankylosing spondylitis, overall and stratified by sex. *Arthritis research therapy*, 20, 1-12. <https://doi.org/10.1186/s13075-018-1784-8>
11. Baysal, Ö., Durmuş, B., Ersoy, Y., Altay, Z., Şenel, K., Nas, K., Ozgocmen, S. (2011). Relationship between psychological status and disease activity and quality of life in ankylosing spondylitis. *Rheumatology international*, 31, 795-800. <https://doi.org/10.1007/s00296-010-1381-x>
12. Lan, N. T. T., Bang, H. T., Thu, T. T. A., Anh, N. T. M., Van Tap, N. (2023). Quality of life and related factors in patients with Ankylosing spondylitis: a cross-sectional study using 36-Item short form survey (SF-36). *Cureus*, 15(9). <https://doi.org/10.7759/cureus.44695>
13. Sağ, S., Nas, K., Sağ, M. S., Tekeoğlu, İ., Kamanlı, A. (2018). Relationship of work disability between the disease activity, depression and quality of life in patients with ankylosing spondylitis. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 31(3), 499-505. <https://doi.org/10.3233/BMR-169657>
14. Alkan, H., Yildiz, N., Ardiç, F. (2020). The correlations between disease specific quality of life, short form-36 and clinical variables in patients with ankylosing spondylitis. *Archives of Rheumatology*, 35(4), 468. <https://doi.org/10.46497/ArchRheumatol.2020.7750>
15. Lu, M. C., Huang, K. Y., Tung, C. H., Hsu, B. B., Wu, C. H., Koo, M., Lai, N. S. (2019). Factors associated with disease-specific quality of life in Taiwanese patients with ankylosing spondylitis: a cross-sectional study. *BMJ open*, 9(6), e028966. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-028966>
16. Huang, J. C., Qian, B. P., Qiu, Y., Wang, B., Yu, Y., Zhu, Z. Z., Qu, Z. (2017). Quality of life and correlation with clinical and radiographic variables in patients with ankylosing spondylitis: a retrospective case series study. *BMC musculoskeletal disorders*, 18, 1-9. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1711-1>
17. Ho, A., Younis, I., Le, Q. A. (2022, June). Impact of biologics on health-related quality of life in patients with Ankylosing spondylitis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. In *Seminars in Arthritis and Rheumatism* (Vol. 54, p. 151996). WB Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2022.151996>
18. Van Der Heijde, D., Baraliakos, X., Sieper, J., Deodhar, A., Inman, R. D., Kameda, H., Song, I. H. (2022). Efficacy and safety of upadacitinib for active ankylosing spondylitis refractory to biological therapy: a double-blind, randomised, placebo-controlled phase 3 trial. *Annals of the rheumatic diseases*, 81(11), 1515-1523. <https://doi.org/10.1136/ard-2022-222608>

19. Wei, Y., Zhang, S., Shao, F., Sun, Y. (2025). Ankylosing spondylitis: From pathogenesis to therapy. *International Immunopharmacology*, 145, 113709. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2024.113709>
20. Chen, C., Zhang, X., Xiao, L., Zhang, X., Ma, X. (2016). Comparative effectiveness of biologic therapy regimens for ankylosing spondylitis: a systematic review and a network meta-analysis. *Medicine*, 95(11), e3060. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000003060>

Қазақстандық популяциядағы анкилозды спондилоартритпен ауыратын науқастардың өмір сүру сапасы және онымен байланысты факторлар

[Мейрамова Ә.М.](#)¹, [Абуова А.С.](#)², [Карина К.К.](#)³, [Абдахина Б.Б.](#)⁴, [Бектасова Б.Б.](#)⁵, [Хошанов Е.Е.](#)⁶,
[Айнабекова Б.А.](#)⁷

- ¹ Гастроэнтерология, эндокринология және пульмонология курстарымен ішкі аурулар кафедрасының доцент-зерттеушісі, Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан. E-mail: meiramova.as@amu.kz
- ² Гастроэнтерология, эндокринология және пульмонология курстарымен ішкі аурулар кафедрасының ассистенті, Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан. E-mail: abyova.a@amu.kz
- ³ Гастроэнтерология, эндокринология және пульмонология курстарымен ішкі аурулар кафедрасының доценті, Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан. E-mail: karinakarlygash@mail.ru
- ⁴ Гастроэнтерология, эндокринология және пульмонология курстарымен ішкі аурулар кафедрасының доценті, Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан. E-mail: abdakhina.b@mail.ru
- ⁵ Гастроэнтерология, эндокринология және пульмонология курстарымен ішкі аурулар кафедрасының ассистенті, Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан. E-mail: bayanbektassova@gmail.com
- ⁶ Гастроэнтерология, эндокринология және пульмонология курстарымен ішкі аурулар кафедрасының ассистенті, Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан. E-mail: khoshanov.e@amu.kz
- ⁷ Гастроэнтерология, эндокринология және пульмонология курстарымен ішкі аурулар кафедрасының меңгерушісі, Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан. E-mail: ainabekova.b@amu.kz

Түйіндеме

Анкилозды спондилоартрит — созылмалы аутоиммунды ауру, негізінен біліктік қаңқа мен илеосакральды буындарға әсер етеді. Бұл 20-40 жас аралығындағы ер адамдарда көбірек кездеседі, сондай-ақ мүгедектік пен буындардың қозғалғыштығының айтарлықтай шектелуіне әкелуі мүмкін. Анкилозды спондилоартрит физикалық ғана емес, сонымен қатар әлеуметтік, психологиялық және экономикалық әсер ететіні маңызды, сондықтан бұл пациенттерді жүргізу барысында өмір сүру сапасы негізгі факторлардың бірі болып саналынады.

Зерттеудің мақсаты қазақстандық популяциядағы анкилозды спондилоартрит бар пациенттердегі анамнездің әртүрлі факторларының өмір сапасымен өзара байланысын зерттеу болды.

Әдістері. Біз Астана қаласындағы №2 қалалық көпбейінді аурухананың емдеу-диагностикалық орталығының базасында верификацияланған анкилозды спондилоартрит диагнозы бар 70 пациентке бір мезгілде бақылау аналитикалық көлденең зерттеу жүргіздік.

Нәтижесі. Зерттеу пациенттердің өмір сүру сапасына әсер ететін негізгі факторлар аурудың басталу жасына және диагноз қойылудың кешігуіне байланысты екенін көрсетті ($p=0.344$ $p=0.009$). Кеш диагноз қойылған науқастарда өмір сапасының нашарлауы байқалады, бұл әсіресе әйелдерде айқын көрінеді ($p=0.641$ $p=0.013$) және агрессивті терапияны, оның ішінде гендік-инженерлік биологиялық терапияны тағайындауды қажет етеді. Талдау көрсеткендей, гендік-инженерлік биологиялық терапияны алатын пациенттер тобында диагноз қойылудың кешігуі ауырсыну ($p=-0.543$, $p=0.013$), шаршау ($p=-0.508$, $p=0.007$) және физикалық жұмыс ($p=-0.508$, $p=0.007$) сияқты өмір сапасының көрсеткіштерімен байланысты. Сонымен қатар, оң HLA B27 бар ерлер мен пациенттерде аурудың дебюттік жасы да өмір сапасына айтарлықтай әсер етеді ($p=-0.263$ $p=0.048$).

Қорытынды. Қазақстандық популяциядағы анкилозды спондилоартрит бар пациенттердің өмір сүру сапасына әсер ететін негізгі факторлар диагноз қоюдың кешігуі және аурудың дебют жасына байланысты. Бұл факторлар аурудың клиникалық белсенділігімен байланысты. Ерте дебют және кейінірек диагноз қою өмір сапасын нашарлатады. Осылайша, уақтылы диагноз қою және емдеуді ерте бастау анкилозды спондилитпен ауыратын науқастардың өмір сүру сапасын жақсартудың негізгі факторлары болып табылады.

Түйін сөздер: анкилозды спондилоартрит, өмір сапасы, диагноз қоюдың кешігуі, қазақстандық популяция.

Качество жизни и связанные с ним факторы у пациентов с анкилозирующим спондилоартритом в Казахстанской популяции

[Мейрамова Ә.М.](#)¹, [Абуова А.С.](#)², [Карина К.К.](#)³, [Абдахина Б.Б.](#)⁴, [Бектасова Б.Б.](#)⁵, [Хошанов Е.Е.](#)⁶,
[Айнабекова Б.А.](#)⁷

- ¹ Доцент-исследователь кафедры внутренних болезней с курсами гастроэнтерологии, эндокринологии и пульмонологии, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан. E-mail: meiramova.as@amu.kz
- ² Ассистент кафедры внутренних болезней с курсами гастроэнтерологии, эндокринологии и пульмонологии, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан. E-mail: abyova.a@amu.kz

- ³ Доцент кафедры внутренних болезней с курсами гастроэнтерологии, эндокринологии и пульмонологии, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан. E-mail: karinakarlygash@mail.ru
- ⁴ Доцент кафедры внутренних болезней с курсами гастроэнтерологии, эндокринологии и пульмонологии, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан. E-mail: abdakhina.b@mail.ru
- ⁵ Ассистент кафедры внутренних болезней с курсами гастроэнтерологии, эндокринологии и пульмонологии, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан. E-mail: bayanbektassova@gmail.com
- ⁶ Ассистент кафедры внутренних болезней с курсами гастроэнтерологии, эндокринологии и пульмонологии, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан. E-mail: khoshanov.e@amu.kz
- ⁷ Заведующая кафедрой внутренних болезней с курсами гастроэнтерологии, эндокринологии и пульмонологии, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан. E-mail: ainabekova.b@amu.kz

Резюме

Анкилозирующий спондилоартрит — хроническое аутоиммунное заболевание, преимущественно поражающее осевой скелет и илеосакральные сочленения. Оно в большей степени затрагивает мужчин в возрасте 20-40 лет и может привести к значительным ограничениям подвижности и инвалидности. Важно, что анкилозирующий спондилоартрит оказывает не только физическое, но и социальное, психологическое и экономическое воздействие, что делает качество жизни пациентов одним из ключевых факторов при ведении этого заболевания.

Целью настоящего исследования было изучение взаимосвязи различных факторов анамнеза с качеством жизни у пациентов с анкилозирующим спондилоартритом в казахстанской популяции.

Методы. Нами было проведено наблюдательное аналитическое одномоментное поперечное исследование 70 пациентов с верифицированным диагнозом анкилозирующий спондилоартрит на базе лечебно-диагностического центра городской многопрофильной больницы №2 г. Астана.

Результаты. Исследование показало наличие ключевых факторов, влияющих на качество жизни пациентов. Выявлена корреляционная взаимосвязь возраста дебюта заболевания и задержкой в постановке диагноза ($p=0.344$, $p=0.009$). У пациентов с поздней постановкой диагноза наблюдается ухудшение качества жизни, что особенно ярко выражено у женщин. Выявлена корреляционная взаимосвязь между задержкой в постановке диагноза и показателем качества жизни в опроснике SF-36 ($p=-0.641$, $p=0.013$). Анализ также показал, что в группе пациентов, получающих генно-инженерную биологическую терапию, задержка диагноза коррелирует с такими показателями качества жизни, как боль ($p=-0.543$, $p=0.013$), усталость ($p=-0.528$, $p=0.010$) и физическое функционирование ($p=-0.508$, $p=0.007$). В то же время, у мужчин и пациентов с положительным HLA B27 возраст дебюта заболевания также значительно влияет на качество жизни ($p=-0.263$, $p=0.048$).

Выводы. Основными факторами, влияющим на качество жизни у пациентов с анкилозирующим спондилоартритом в казахстанской популяции является задержка в постановке диагноза и возраст дебюта заболевания. Данные факторы коррелируют с клинической активностью заболевания. Ранний дебют и более поздняя постановка диагноза достоверно ухудшают качество жизни. Таким образом, своевременная постановка диагноза и раннее начало лечения являются ключевыми факторами для улучшения качества жизни пациентов с анкилозирующим спондилоартритом.

Ключевые слова: анкилозирующий спондилоартрит, качество жизни, задержка в постановке диагноза, казахстанская популяция.

<https://doi.org/10.52889/1684-9280-2025-2-76-12-19>

Review article

The use of bone grafts in combination with additive technologies in orthopedic practices

[Berik Tuleubaev](#)¹, [Bakhtiyar Makhatov](#)², [Amina Koshanova](#)³, [Marat Davletbaev](#)⁴,
[Marietta Arutyunyan](#)⁵

¹ Head of Department of Surgery, Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan. E-mail: Tuleubaev@qmu.kz

² PhD-student, Department of Surgery, Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan.

E-mail: mahatov@qmu.kz

³ Assistant of the Department of surgical diseases, Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan.

E-mail: koshanova@qmu.kz

⁴ Associated professor, Department of Surgical Diseases, Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan.

E-mail: davletbaev@qmu.kz

⁵ Department of Surgical Diseases, Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan.

E-mail: Arutyunyan@qmu.kz

Abstract

The issue of selecting a material for bone reconstruction in orthopaedic surgery remains relevant and continues to evolve in tandem with technological advancements.

This review aims to analyze one relatively novel aspect of orthopedics, namely, the combined use of bone grafts with 3D technology.

A literature search was conducted using modern actual European and American medical data bases. All search results were filtered by language and period of 2014-2024. There were more than 10000 articles by keywords and after exclusion remained 10 articles. For analyzing cohort studies we used Coleman Methodology scale and table viewing for each of study for analyzing demographic data, clinical and radiological outcomes. There were a different types of researches, including clinical case study, retrospective cohort study, and prospective cohort study. All the articles reviewed provide radiological findings and four present clinical outcomes after treatment.

The findings from the research have demonstrated the potential of the chosen approach. However, at present, there has been a relatively small number of published works on the relevant topic, even including descriptions of clinical cases. It is certainly true that the integration of additive technologies with bone allotransplantation has great potential for complex orthopedic cases and can be recommended for widespread adoption in global practice.

Keywords: bone cyst, 3D printing, bone defect, bone allograft, allograft, additive technology.

Corresponding author: Bakhtiyar Makhatov, Doctoral student, Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan

Phone: +7 7015632707

E-mail: mahatov@qmu.kz

J Trauma Ortho Kaz 76 (2) 2025: 12-19

Received: 22-01-2025

Accepted: 11-02-2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Introduction

Currently, osteosynthetic material should be readily available in sufficient quantities to fill major defects in cancerous lesions and be sufficiently flexible to restore physiological levels of joint surfaces during surgeries on periarticular areas. In addition to meeting the basic requirements for biological compatibility, implantable bone matrices must also possess satisfactory osteoconductive abilities [1]. The "gold standard" for selecting such a material remains autologous bone, but the process of obtaining bone samples is a further source of trauma for patients, which carries certain infectious and surgical risks. Additionally, the amount of autologous bone that can be collected at one time is limited, and it cannot be used to replace large amounts of bone tissue [2]. Therefore, orthopedic surgeons are increasingly challenged by the question of selecting an osteosynthetic material that is either synthetic or allogeneic. In the search for a suitable transplant, both new synthetic materials and innovative methods for harvesting donor bone grafts have been investigated and employed.

The synthetic materials used in bone tissue engineering are more pliable and financially affordable, giving greater freedom to replace the bone cavity and fill the defect completely. Fast production methods such as powder-based 3D printing, laser melting, and inkjet printing make it possible to create customized models serving as an adequate replacement for defects, and their porosity helps with rapid and acceptable vascularization and further remodeling. However, plastic fabrication requires high temperatures, eliminating the possibility of adding bioactive materials and limiting mechanical strength, preventing early loading and improving the development of damaged limbs [3]. As a result, this leads to a longer recovery period and increased risks of early breakage and repeated fracture at the surgical site. Some success has been found with bone cement based on calcium phosphate, which allows the modeling of the necessary defect directly in the operating room through extrusion at room temperature. However, its osteoconductive characteristics are only close to those of real bone tissue. The high cost does not permit adequate filling of large bone defects, but it is a promising option for certain applications [4].

In parallel, many variants of bone allograft harvesting techniques are being developed, which makes

the possibility of creating a local bone bank affordable and technically simple. According to the results of a retrospective cohort study, it was found that an allograft is an acceptable, safe, and effective material for the restoration of large bone defects [5]. Additionally, during a retrospective analysis of 164 histories, it was concluded that it is advisable to use bone allografts in the treatment of benign bone formations with a low complication rate [6]. All available allograft harvesting approaches aim to achieve absolute biological safety of the donor's bone while fully preserving its tissue structure and osteoconductive properties. To do this, various combinations of physical and chemical methods are used, such as the rapid freezing of spongy bone tissue, chemical treatment with reagents at high concentrations, treatment of bone tissue at feverish temperature, or ultrasound. The techniques proposed by many institutes have been assessed and used for many years in different countries of the world, depending on the adaptability of the local infrastructure to a particular method.

Thus, the youngest technique is a combination of the two previously mentioned methods, namely, the production of bone allografts not according to the standard procedure but individually, using additive manufacturing technologies. The constructive interaction of these two methods is even more intriguing, as when they are used together, the process of filling bone defects is technically straightforward and available in most developed and emerging countries. This is thanks to both the rapid development and widespread adoption of 3D printing and the prevalence of accredited allograft harvesting methods.

According to our data, there has been no systematic review of the use of allografts in the surgical treatment of bone cavity defects using additive technologies. Therefore, considering the novelty of this area and the high potential of the combination of two modern technologies for filling bone defects, this review aims to study this issue and explore the existing relevant work carried out in this area.

The research question is: What techniques and results are currently available for using bone allografts with additive technologies in the treatment of bone cysts?

The purpose is to study the feasibility of using bone allografts in combination with 3D printing.

Materials and methods

Database and selection

A literature search was conducted using PubMed, Wiley Online Library, Web of Science Core Collection, Europe PubMed Central (PMC), Springer Link, and the Cochrane Library. The search was performed on 8 April 2024. The following key search terms were used: "bone cyst", "3D printing", "bone defect", "bone allograft", "allograft", and "additive technology". The results of the search were carefully analyzed using search filters to select articles published in English no later than 2014 and related to the field of orthopedic surgery. From the resulting articles, only those that studied the combination of allografts with 3D printing for the surgical treatment of bone defects were selected.

The exclusion criteria for this study were as follows:

1. Literature not in English language.
2. Abstracts, editorials, and review articles.
3. Experimental work on laboratory animals and articles on tissue engineering.
4. Articles that did not discuss the use of allogeneic

tissue.

5. Articles that did not consider the use of three-dimensional (3D) printing.
6. Articles that did not cover clinical or radiological findings.
7. Articles published before 2014.
8. Research in bone tissue engineering area

Two reviewers independently conducted the literature search process to ensure accuracy. Next, a third author reviewed and excluded any duplicate articles. Articles were also screened, and those whose content, after careful consideration, did not completely align with the subject matter of the study were eliminated. These included articles that focused on laboratory studies of allografts under laboratory conditions using tissue engineering or on the use of three-dimensional (3D) modeling in the preoperative preparation phase and not during surgery. This systematic review was conducted according to the guidelines established by PRISMA (2020) [7]. The technical process for searching is illustrated in Figure 1.

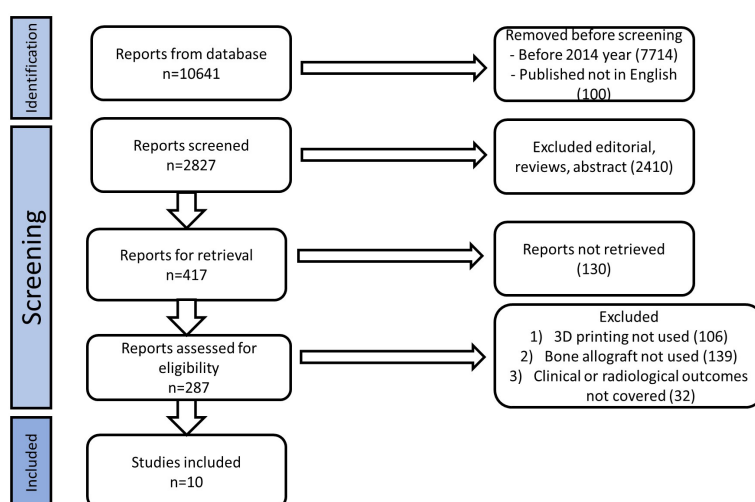


Figure 1 - Literature Search Strategy

Given the novel nature of the research field, the resulting number of articles is believed to be sufficient for research. Additionally, the authors of this paper had to accommodate for the variation in design among the publications analyzed. Therefore, of the 10 selected papers, five were case reports and five were cohort studies. These letters were further evaluated by an external reviewer using the Coleman Methodology Scale [8], which is widely employed in orthopedic research. This scoring system consists of two parts: part A encompasses the scope of the study, average follow-up duration, number of surgical interventions, type of study, diagnostic information, description of surgical techniques, and postoperative rehabilitation. Part B covers the assessment of results and the selection process. The overall score ranges between 0

Results

Ten articles published from 2015 to 2022 have been analyzed. Of those, five analyzed articles described a clinical case study of the use of additive technology in combination with an allograft, four articles described a series of cases within the scope of a retrospective cohort study, and one article presented a prospective cohort study. In two articles, the use of an allograft was performed during surgery on the femoral condyles. Four articles described the use of original surgical techniques to correct the tibia, and two articles described the use of a combination of additive technologies and an allograft on the proximal humerus.

Additionally, in the article by Zhigang Wu et al., a series of cases are described within the framework of a developed bone banking system that uses a virtual 3D

and 100, with a higher number indicating a lower influence from randomness, bias, and associated factors. Two reviewers independently read the full texts of each study and assigned marks. The average of the two reviewers' marks was then used as a proxy for the study's quality.

Data Collection. We collected the following information from each of the included publications: author, year of publication, type of study design, number of cases reported in cohort studies, age of the patients at the time the study was conducted, duration of follow-up, scales used to measure clinical outcomes, conclusions regarding clinical outcomes, methods used for instrumental evaluation of outcomes, and conclusions regarding instrumental outcomes.

archive for the treatment of bone cancer at various locations [9].

Chao Dong and colleagues describe a series of cases from a retrospective study in which 17 patients with bone tumors underwent surgery using personalized guides that were printed on a 3D printer. During treatment, 12 of these patients received grafts, 7 received a combination of allogeneic and autologous grafts, 3 received only allogeneic grafts, and 2 received only autologous grafts [10].

Clinical case descriptions: The patient population examined in this study ranged in age from 7 to 40 years. The demographic data, as well as information on the surgical procedures, are presented in Table 1.

Table 1 - Demographic data for clinical case studies

Author	Year	Age of patient	Observation period	Operation area
Di Felice Ardente, P.	2020	40	1,3,12	Proximal humerus after a stale (1 month) Hill-Sachs fracture
Okoroha, K. R.	2018	26	1,4,12,18	The medial condyle of the left femur following the destruction of a previously placed autograph
Eero Huotilainen, Mika Salmi, Jan Lindahl	2019	22	3,4,12	The lateral condyle of the femoral bone, following an unsuccessful surgery for dissecting osteochondritis, using an autograft
Alessandri, Giulia	2022	7	0	Proximal tibia in varus deformity of both lower extremities
Yang, Hongsheng	2022	32	44	Distal Tibia: Condition after Tumor Resection (2012) and Osteosynthesis of Allograft Fracture (2014) In 2015, the patient underwent the removal of the metal fixers following their tibia condition after tumor resection in 2012 and osteosynthesis for an allograft fracture in 2014

All the articles reviewed provide radiological findings and four present clinical outcomes after treatment. The mean age of the patients was 25.4 years, and the mean follow-up period was 17.2 months.

Cohort Studies. The remaining four articles presented the results of using a specific technique without comparing to a control group. All four articles presented clinical

outcomes, and four articles presented radiological findings.

Two articles described cases of tibia intervention, and one article described the use of an operative technique for the proximal humerus. Two articles provided data on the various surgical locations. The demographic data for this type of article are presented in Table 2.

Table 2 - Demographic data for cohort studies

Author	Year of publication	Type of Study	Number of patients	Age of patients	Observation period	Coleman's scale ball
Russo et al	2021	Retrospective study	4	60,5	37,3	87
Steele J. R. et al	2020	Retrospective cohort study	15	54	26,5	33
Wu, Z. G. et al	2015	Retrospective cohort study	14	21,7	27,5	60
Dong, Chao et al	2022	Retrospective cohort study	17	25+-19	26,5	75
W.V. Genechten et al	2022	Prospective cohort study	30	48+-13	12	106

The average number of patients was 16, the average age of the patients was 52.3 years, and the average follow-up period was 25.9 months. Coleman Methodologie Scale average score is 72.2.

Outcomes. In two studies, researchers Yang, Hongsheng, and others, as well as researchers Dong, Chao, and others, used the MSTs scale to evaluate clinical outcomes [10, 11]. Authors Van Genechten, Wouter, and colleagues evaluated clinical outcomes using several scales, including the KOOS10 [12]. The same scale was also used by Eero Huottilainen, Mika Salmi, and Jan Lindahl, [13] and other researchers used different criteria to evaluate clinical outcomes, which we believe to differences in the geographical location of the studies and the usual structure of the research methodologies within their own academic schools. Additionally, it was also important when choosing a scale for clinical assessment within cohort studies that some articles reported cases of surgical treatment for pathologies

Discussion

Based on the previous articles and numerous other studies, bone allografts can be considered suitable and universal materials for repairing defects in tubular bone. According to Chen CJ and Brien EW [15], bone allografts have fewer complications than other bone substitute materials when used to fill large bone defects in orthopedic oncology, including autotransplants. Furthermore, in experimental studies, histological analyses have demonstrated that bone allografts result in significantly faster bone healing than hydroxyapatite grafts [16].

The use of allografts allows the preservation of bone structure, promoting faster and more complete repair of bone defects, making allografts suitable for use in adult cyst treatment and pediatric orthopedic applications [17].

Thus, the clinical case of a 7-year-old girl suffering from spondyloepiphyseal dysplasia with a complication due to pronounced varus deformity of both lower extremities described in the article by Giulia Alessandro, Leonardo Frizziero, and others is a good example. The primary method of surgical treatment, namely, tibial hemiepiphysiodesis with tension band plates (TBPs), showed its ineffectiveness was ineffective after two years of follow-up. The authors performed an osteotomy of the tibia with a customized allograft and individual instruments printed on a 3D printer. X-ray results after surgery showed significant but incomplete correction of the deformity. Another disadvantage of this article is the lack of dynamic data on the patients during further follow-up in dynamics. Given the history of previously unsuccessful surgery, it is difficult to ensure a positive outcome of the chosen treatment [14].

in both the upper and lower limbs, which prevented the use of standardized scales such as the KOOS.

Almost all the authors in their articles used X-rays for instrumental assessment of allograft survival. Also in separate articles, namely, Alessandri, Julia, and others, the measurement of instrumental indicators in the form of angles of mind, aTFA, and FC-TC was used as part of the assessment of the results of treatment of orthopedic pathology [14]. Most of the authors while working on oncological diseases of bones, assessed the restoration of bone tissue within the operated limb and the presence of generalized metastases. We do not consider CT and/or MRI scans of the chest and abdominal cavity used for this diagnosis when considering the assessment of treatment outcomes due to the lack of informative data within the scope of the area we studied. The assessment of the location of the allograft and bone resorption in the operated area using CT studies was carried out in four out of 10 articles.

Also noteworthy is the description of the case by the authors Pierluigi Di Felice Ardente, MD, Fernando Menor Fusaro, MD, etc. Unlike the rest of the articles presented, it describes the restoration of bone integrity after injury and not after orthopedic or oncological disease. Thus, a Hill-Sachs fracture in a 40-year-old patient was diagnosed 2 months after the injury using CT. To eliminate defects in the articular surface of the humeral head, alloplastic tactics using personal 3D-printed blade guides for both the injured area of the recipient and the donor allograft were chosen. The results of control observations after 1, 3, and 12 months showed excellent fusion of allograft and bone, as well as the full range of movements of the shoulder joint as a good clinical result. However, as the authors themselves noted, this method has a limitation in the form of the need for CT, which cannot be used in routine studies of emergency traumatology. It also takes several days to prepare, which predictably leads to worse results than early surgical treatment [18].

In an article by John R. Steele, MD, Rishin J. Kadakia, MD, et al., a comparison was made between the use of allograft and a 3D-printed titanium sphere as a blocking component in arthrodesis of the talus-tibial joint with retrograde BIOS nail [19].

Special attention should be given to the description of a virtual bank of three-dimensional (3D) models of existing allografts created based on the orthopedics department of the Lanzhou General Hospital, Lanzhou Military Region. Over the past four years, high-technology operations using preselected virtual allografts based on their volume, size,

and structural features have helped to save staff time and effort during preoperative planning and reduce surgery time and intraoperative blood loss. The authors describe these successes as necessary for a more comprehensive examination in a multicenter study.

A pronounced limitation in the number of patients

is noted in the authors Russo. R, etc. The description of 4 cases, of which one patient had allograft rejection, cannot be called indicative and sufficient for recommendation [20].

During our literature review revealed that the included articles reported satisfactory graft survival rates with a low incidence of postoperative complications.

Table 3 - Clinical and instrumental outcomes

Authors	Year of publication	Clinical outcomes scale	Clinical outcomes	Instrumental methods	Instrumental outcomes
Di Felice Ardente, P. et al	2020	Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand scale,		X-ray, CT	Good final positioning of the allograft and its fixation with screws 1 year after surgery
Okoroha, K. R. et al	2018	Knee ROM	At 4 weeks postoperatively, she had a ROM of 0°–125°, with mild pain over the medial joint line. At 4 months, she progressed to nonimpact, aerobic exercises and then to low-impact aerobic exercises at 6 months. Full ROM after 12 months	X-ray	One-year postoperative radiograph demonstrating excellent incorporation of the allograft into the medial femoral condyle
E. Huotilainen et al	2019	KOOS	Significant reduction of pain syndrome 6 months after surgery	X-ray, MRT	Three months after surgery on the X-ray, satisfactory standing of the graft structure and the engraftment process of the allograft were noted. Four months after surgery, MRI scans revealed a lack of strong vascularization of the allograft
Alessandri, Giulia	2022	-	-	X-ray (MAD: mechanical axis distance; aTFA: anatomical tibiofemoral angle; FC-TS angle: femoral condyle-tibial shaft angle)	There is a good correction (MAD from 100 to 39; a TFA from 45 to 3; FC-TS from 49 to 86) in the right tibia and less in the left (MAD from 100 to 51; aTFA from 44 to 15; FC-TS from 55 to 72)
Y. Hongsheng et al	2022	Musculoskeletal Tumor Society score	44 months after the last operation found the patient to be independent in all activities of daily living, with normal weight-bearing and mobility. However, he did have limited movement of the ankle joint and had difficulty with squatting MTS score of 24.	X-ray, CT	X-ray showed a small amount of callus formation at the fracture end of the allograft bone and fibula. While the fracture did not heal completely, the intramedullary nail had closely adhered to the surrounding bone. A CT scan showed that the intramedullary nail system matched well with the tibial bone marrow cavity, and the biomaterials on the surface of the intramedullary nail were well integrated with the host bone
R. Russo et al	2021	MEPS, DASH and VAS	MEPS, DASH, and VAS were 90 (80-100), 11.8 (0-25), and 1 (0-3) points, respectively	X-Ray, CT	X-rays at a 1-year follow-up didn't show any resorption signs. X-rays and CT scan at 2-year follow-up showed partial peripheral allograft resorption in all cases, without screw prominence
Steele, J. R. et al	2020	-	The rate of total fused articulations was significantly higher in the 3D sphere group (92%) than in the femoral head allograft group (62%; $p = .018$). The number of patients achieving successful fusion of all 3 articulations was higher in the 3D sphere group (75%) than in the femoral head allograft group (42.9%, $p = .22$).	X-ray, CT	The rate of graft resorption was significantly higher in the femoral head allograft group (57.1%) than in the 3D sphere g
Wu, Z. G.	2015	Functional score	They had an average functional score of 25.7 ± 1.1 points.	X-ray	X-ray film on follow-up showed good bone healing. There was no joint narrowing, subchondral bone collapse, limb-length discrepancy, or screw loosening in any of the patients
D. Chao et al	2022	MSTS	MSTS Score was 24 (range: 13–30)	-	-
W.V. Genechten et al.	2022	Numeric rating scale (NRS) e knee injury and osteoarthritis outcome score (KOOS), e UCLA activity score	The NRS pain score decreased from 6.1 ± 1.9 at baseline to 2.9 ± 2.3 per year. KOOS outcome was 31.4 ± 17.6 preoperatively and increased to 70.2 ± 15.0 at one year after operation ($p < 0.001$) Baseline UCLA activity score was 5.7 ± 2.3 , which increased to 7.6 ± 2.2 at one year ($p = 0.002$)	X-ray, CT	Beginning to advanced bone graft incorporation was observed three months after surgery on CT-scan while all osteotomies were consolidated at one year on plain radiographs. Five patients had their implants removed within the first year ($7.8 \text{ months} \pm 3.6$) for local irritation.

The main advantage of this systematic review lies in the strict adherence to the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) protocol and the use of precise inclusion and exclusion criteria. These factors made our study more dependable, as we carefully examined all the most recent scientific data on this topic.

Our systematic review has several limitations. First, only specific studies (original articles published in English) have been included in this review. This may have resulted in our omission of other high-quality literature from other languages. Additionally, due to the limited number of articles addressing the specific topic of interest to our research, we had to include articles from various formats and compare clinical case descriptions and cohort studies based on subgroup analyses.

Third, the duration of the observations varied in different studies, which could lead to biased results.

This is because despite the high level of use of 3D printing in orthopedic practices and the extensive global experience with allografts, its combined use is only just beginning to be developed. This not only determines the

Conclusion

Today, there is an increasing focus on comparing 3D printing with allotransplantation in orthopedic applications. This review has demonstrated that in most cases, the symbiosis between these techniques consists of tailored guides for more precise excision of defects or corrective osteotomies, using similar tailored guides to produce allografts of the desired shape. This challenging but promising step allows orthopedic surgeons to build upon existing work and conduct multicenter research in this area. Certainly, the integration of additive technologies with bone allotransplantation has great potential for complex orthopedic cases and can certainly be recommended for widespread adoption in global practice.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

References

1. Roddy, E., DeBaun, M. R., Daoud-Gray, A., Yang, Y. P., Gardner, M. J. (2018). Treatment of critical-sized bone defects: clinical and tissue engineering perspectives. *European Journal of Orthopaedic Surgery Traumatology*, 28, 351-362. <https://doi.org/10.1007/s00590-017-2063-0>
2. Kaláb, M., Karkoška, J., Kamínek, M., Matějková, E., Slaměňíková, Z., Klváček, A., Šantavý, P. (2016). Reconstruction of massive post-sternotomy defects with allogeneic bone graft: four-year results and experience using the method. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*, 22(3), 305-313. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivv322>
3. Tan, K. H., Chua, C. K., Leong, K. F., Cheah, C. M., Cheang, P., Bakar, M. A., Cha, S. W. (2003). Scaffold development using selective laser sintering of polyetheretherketone-hydroxyapatite biocomposite blends. *Biomaterials*, 24(18), 3115-3123. [https://doi.org/10.1016/S0142-9612\(03\)00131-5](https://doi.org/10.1016/S0142-9612(03)00131-5)
4. Bergmann, C. J., Odekerken, J. C., Welting, T. J., Jungwirth, F., Devine, D., Bouré, L., Emans, P. J. (2014). Calcium Phosphate Based Three-Dimensional Cold Plotted Bone Scaffolds for Critical Size Bone Defects. *BioMed research international*, 2014(1), 852610. <https://doi.org/10.1155/2014/852610>
5. Han, G., Wang, Y., Bi, W., Jia, J., Wang, W., Xu, M., Yang, M. (2015). Reconstruction using massive allografts after resection of extremity osteosarcomas the study design: A retrospective cohort study. *International Journal of Surgery*, 21, 108-111. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2015.07.686>
6. Horstmann, P. F., Hettwer, W. H., Petersen, M. M. (2018). Treatment of benign and borderline bone tumors with combined curettage and bone defect reconstruction. *Journal of Orthopaedic Surgery*, 26(3), 2309499018774929. <https://doi.org/10.1177/2309499018774929>
7. Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *bmj*, 372. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
8. Everhart, J. S., Cole, D., Sojka, J. H., Higgins, J. D., Magnussen, R. A., Schmitt, L. C., & Flanigan, D. C. (2017). Treatment options for patellar tendinopathy: a systematic review. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic Related Surgery*, 33(4), 861-872. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2016.11.007>
9. Wu, Z., Fu, J., Wang, Z., Li, X., Li, J., Pei, Y., Fan, H. (2015). Three-dimensional virtual bone bank system for selecting massive bone allograft in orthopaedic oncology. *International Orthopaedics*, 39, 1151-1158. <https://doi.org/10.1007/s00264-015-2719-5>

relatively small number of studies on this topic but also represents an exciting potential for the direction we have chosen.

The research team's interest in this area is driven not only by the novelty and innovation of the symbiotic relationship between the two topics under discussion. Of far greater significance, both for scientific and clinical purposes are the flexibility, accessibility, and high accuracy of 3D printing technology in most clinical settings in developed countries. Due to the benefits of adequate preoperative planning, more accurate intraoperative procedures, and the use of customized instruments and surgical guides, it is now possible to achieve successful outcomes in complex cases involving extensive bone defects, severe orthopedic deformities, and comminuted fractures.

Nevertheless, many problems associated with the use of additive technologies in orthopedic surgical practice need to be solved in the future. Larger multicenter randomized controlled clinical trials are needed in the future to study the effects of 3D printing on revision total hip and knee surgery.

Funding. Funding help during the research was made by Karaganda Medical University.

Authors' contributions. M.B. and A.K. made a selection from data bases and exclusion by PRISMA 2020 recommendation. M.D. made an analysis of demographic data, including Coleman Methodology Scale. M.A. analysed outcomes in selected articles. B.T. summarized tables from both reviewers. Also B.T. was an independent reviewer during the all process of research when it was some disputes. All authors reviewed the manuscript.

10. Dong, C., Beglinger, I., Krieg, A. H. (2022). Personalized 3D-printed guide in malignant bone tumor resection and following reconstruction–17 cases in pelvic and extremities. *Surgical Oncology*, 42, 101733. <https://doi.org/10.1016/j.suronc.2022.101733>
11. Yang, H., Fang, X., Xiong, Y., Duan, H., Zhang, W. (2022). 3D customized biological tibial intramedullary nail fixation for the treatment of fracture after massive allograft bone transplantation of tibial osteosarcoma: a case report. *Orthopaedic Surgery*, 14(6), 1241-1250. <https://doi.org/10.1111/os.13294>
12. Van Genechten, W., Van Haver, A., Bartholomeeusen, S., Claes, T., Van Beek, N., Michielsen, J., Verdonk, P. (2023). Impacted bone allograft personalised by a novel 3D printed customization kit produces high surgical accuracy in medial opening wedge high tibial osteotomy: a pilot study. *Journal of Experimental Orthopaedics*, 10(1), 24. <https://doi.org/10.1186/s40634-023-00593-0>
13. Huotilainen, E., Salmi, M., Lindahl, J. (2019). Three-dimensional printed surgical templates for fresh cadaveric osteochondral allograft surgery with dimension verification by multivariate computed tomography analysis. *The Knee*, 26(4), 923-932. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2019.05.007>
14. Alessandri, G., Frizziero, L., Santi, G. M., Liverani, A., Dallari, D., Vivarelli, L., Trisolino, G. (2022). Virtual surgical planning, 3D-printing and customized bone allograft for acute correction of severe genu varum in children. *Journal of Personalized Medicine*, 12(12), 2051. <https://doi.org/10.3390/jpm12122051>
15. Chen, C. J., Brien, E. W. (2019). Early postoperative complications of bone filling in curettage defects. *Journal of orthopaedic surgery and research*, 14, 1-12. <https://doi.org/10.1186/s13018-019-1297-4>
16. Schmitt, B., Santos, E. A. R. D., Boos, M. Z., Reis, K. D. H., Vallim, A. C., Sonne, L., Alievi, M. M. (2020). Aloenxertos ósseos e enxerto sintético de hidroxiapatita em falha óssea ulnar em galinhas (*Gallus gallus domesticus*), aspectos radiográficos e histológicos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 72(01), 79-86. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-10887>
17. Ashukina, N., Maltseva, V., Vorontsov, P., Danyshchuk, Z., Nikolchenko, O., Korzh, M. (2022). Histological evaluation of the incorporation and remodeling of structural allografts in critical size metaphyseal femur defects in rats of different ages. *Romanian Journal of Morphology and Embryology*, 63(2), 349. <https://doi.org/10.47162/RJME.63.2.06>
18. Arden, P. D. F., Fusaro, F. M., Abad, M. P., Soldado, F., Coll, J. Q. (2020). The utilization of computer planning and 3D-printed guide in the surgical management of a reverse Hill-Sachs lesion. *JSES international*, 4(3), 569-573. <https://doi.org/10.1016/j.jseint.2020.04.013>
19. Steele, J. R., Kadakia, R. J., Cunningham, D. J., Dekker, T. J., Kildow, B. J., Adams, S. B. (2020). Comparison of 3D printed spherical implants versus femoral head allografts for tibiototalcanal arthrodesis. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 59(6), 1167-1170. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2019.10.015>
20. Russo, R., Guastafierro, A., Della Rotonda, G., Viglione, S., Ciccarelli, M., Fiorentino, F., Langella, F. (2022). Osteochondral allograft transplantation for complex distal humeral fractures assisted by 3D computer planning and printing technology. *European Journal of Orthopaedic Surgery Traumatology*, 1-8. <https://doi.org/10.1007/s00590-021-03118-6>

Ортопедиялық тәжірибеде сүйек трансплантациясын аддитивті технологиямен бірге қолдану

Толеубаев Б.Е.¹, Махатов Б.К.², Қошанова А.А.³, Давлетбаев М.Ж.⁴, Арутюнян М.Г.⁵

¹ Хирургиялық аурулар кафедрасының меңгерушісі, Қарағанды медицина университеті,
Қарағанды, Қазақстан. E-mail: Tuleubaev@qmu.kz

² PhД-докторант, Қарағанды медицина университеті, Қарағанды, Қазақстан. E-mail: mahatov@qmu.kz

³ Хирургиялық аурулар кафедрасының ассистенті, Қарағанды медицина университеті,
Қарағанды, Қазақстан. E-mail: koshanova@qmu.kz

⁴ Хирургиялық аурулар кафедрасының доценті, Қарағанды медицина университеті,
Қарағанды, Қазақстан. E-mail: davletbaev@qmu.kz

⁵ Хирургиялық аурулар кафедрасы, Қарағанды медицина университеті,
Қарағанды, Қазақстан. E-mail: Arutyunyan@qmu.kz

Түйіндеме

Ортопедиялық хирургияда сүйекті қалпына келтіруге арналған материалды таңдау мәселесі өзекті болып қала береді және технологиялық жетістіктермен қатар дамып келеді.

Бұл шолу ортопедияның салыстырмалы түрде жаңа аспектілерінің бірін, атап айтқанда сүйек трансплантациясын 3D технологиясымен бірге қолдануды талдауға бағытталған. Әдебиеттерді іздеу қазіргі заманғы өзекті Еуропалық және Американдық медициналық деректер базаларын пайдалана отырып жүргізілді. Барлық іздеу нәтижелері тіл және 2014-2024 жылдар кезеңі бойынша сүзілді. Содан кейін түйін сөздер бойынша 10000-нан астам мақала болды, ал алып тастағаннан кейін 10 мақала қалды. Когорттық зерттеулерді талдау үшін біз демографиялық деректерді, клиникалық және радиологиялық нәтижелерді талдау үшін әрбір зерттеу үшін Coleman әдіснамасының масштабын және кестені қарауды қолдандық. Зерттеудің әртүрлі түрлері болды, соның ішінде клиникалық жағдайды зерттеу, ретроспективті когортты зерттеу және перспективалық когортты зерттеу. Қарастырылған барлық мақалаларда рентгенологиялық нәтижелер және емдеуден кейінгі 4 клиникалық нәтижелер келтірілген.

Зерттеу нәтижелері таңдалған тәсілдің әлеуетін көрсетті. Дегенмен, қазіргі уақытта тиісті тақырып бойынша, тіпті клиникалық жағдайлардың сипаттамаларын қоса алғанда, салыстырмалы түрде аз жарияланған жұмыстар бар. Әрине, аддитивті технологияларды сүйектерді аллотрансплантациялаумен біріктіру күрделі ортопедиялық жағдайларда үлкен әлеуетке ие және оны әлемдік тәжірибеде кеңінен енгізу үшін ұсынуға болатыны рас.

Түйін сөздер: сүйек кистасы, 3D басып шығару, сүйек ақауы, сүйек аллографы, аллографт, аддитивті технология.

Использование костных трансплантатов в сочетании с аддитивными технологиями в ортопедической практике

Тудеубаев Б.Е.¹, Махатов Б.К.², Кошанова А.А.³, Давлетбаев М.Ж.⁴, Арутюнян М.Г.⁵

¹ Заведующий кафедрой хирургических болезней, Медицинский университет Караганды, Караганда, Казахстан. E-mail: Tuleubaev@qmu.kz

² Докторант, Медицинский университет Караганды, Караганда, Казахстан. E-mail: mahatov@qmu.kz

³ Кафедра хирургических болезней, Медицинский университет Караганды, Караганда, Казахстан. E-mail: koshanova@qmu.kz

⁴ Доцент кафедры хирургических болезней, Медицинский университет Караганды, Караганда, Казахстан. E-mail: davletbaev@qmu.kz

⁵ Кафедра хирургических болезней, Медицинский университет Караганды, Караганда, Казахстан. E-mail: Arutyunyan@qmu.kz

Абстракт

Вопрос выбора материала для реконструкции костной ткани в ортопедической хирургии остается актуальным и продолжает развиваться в соответствии с технологическими достижениями.

Цель данного обзора — проанализировать один относительно новый аспект ортопедии, а именно комбинированное использование костных трансплантатов с 3D-технологиями.

Был проведен поиск литературы с использованием современных европейских и американских баз медицинских данных. Все результаты поиска были отфильтрованы по языку и периоду с 2014 по 2024 год. По ключевым словам было найдено более 10 000 статей, и после тщательной выборки осталось 10 статей. Для анализа когортных исследований мы использовали шкалу методологии Коулмана и просмотр таблиц для каждого исследования с целью анализа демографических данных, клинических и радиологических результатов. Были представлены различные типы исследований, в том числе клиническое исследование случая, ретроспективное когортное исследование и проспективное когортное исследование. Во всех рассмотренных статьях представлены радиологические результаты, а в четырех — клинические результаты после лечения.

Результаты исследования продемонстрировали потенциал выбранного подхода. Однако в настоящее время опубликовано относительно небольшое количество работ по этой теме, включая даже описания клинических случаев. Безусловно, интеграция аддитивных технологий с аллотрансплантацией костной ткани имеет большой потенциал для сложных ортопедических случаев и может быть рекомендована для широкого применения в мировой практике.

Ключевые слова: костная киста, 3D печать, костный дефект, костный аллогraft, аллогraft, аддитивные технологии.

<https://doi.org/10.52889/1684-9280-2025-2-76-20-26>

Описание клинического случая

Оперативное лечение осложненного перелома позвоночника на фоне анкилозирующего спондилоартрита: Клинический случай из практики

[Байдарбеков М.У.](#)¹, [Аубакирова Э.Е.](#)², [Ипмагамбетов Д.Н.](#)³, [Абдикаликов М.С.](#)⁴

¹ Заведующий отделением травматологии №1, Национальный научный центр травматологии и ортопедии имени академика Батпеннова Н.Д., Астана, Казахстан. E-mail: B.m.u.80@mail.ru

² Врач-интерн, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан. E-mail: anel.aubakirova15@gmail.com

³ Травматолог-ортопед, Национальный научный центр травматологии и ортопедии имени академика Батпеннова Н.Д., Астана, Казахстан. E-mail: jangir89@googlemail.com

⁴ Врач-ординатор отделения травматологии №1, Национальный научный центр травматологии и ортопедии имени академика Батпеннова Н.Д., Астана, Казахстан. Email: Makokz12@mail.ru

Резюме

Анкилозирующий спондилоартрит является серьезным хроническим воспалительным заболеванием, вызывающим значительные изменения в биомеханике позвоночника и уменьшение его сопротивляемости. Патологический процесс включает в себя окостенение связок, анкилоз позвоночных суставов, развитие остеопороза и последующую деформацию позвоночника. Оценивается, что относительный риск переломов позвоночника при анкилозирующем спондилоартрите в 3 раза выше, чем в среднем по миру. Около 14% пациентов испытывают переломы на протяжении своей жизни. В случаях, когда медикаментозная терапия оказывается недостаточно эффективной или когда деформации вызывают существенные функциональные нарушения и ухудшение качества жизни, может потребоваться хирургическое вмешательство. Хроническое воспаление и формирование костных спондилов между позвонками снижают гибкость позвоночника, что в свою очередь, повышает риск переломов даже при минимальных травмах. Переломы часто оказываются нестабильными и требуют надлежащего лечения для предотвращения первичных и вторичных неврологических повреждений, инвалидности и прогрессирующей деформации позвоночника.

В рассматриваемом клиническом случае нестабильность позвоночно-двигательного сегмента привела к нарушению проводимости спинного мозга, что потребовало тщательного и обоснованного подхода к выбору хирургической тактики. Анкилозирующий спондилоартрит вносит значительные коррективы в структуру и функцию позвоночника, что может привести к серьезным последствиям. Это подчеркивает важность своевременного хирургического вмешательства и экстренной помощи для предотвращения тяжелых осложнений.

Ключевые слова: анкилозирующий спондилоартрит, перелом позвоночника, хирургия позвоночника.

Corresponding author: Aubakirova Anel, Intern doctor, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan
Phone: +7 7756979401
E-mail: anel.aubakirova15@gmail.com

J Trauma Ortho Kaz 76 (2) 2025: 20-26
Received: 10-02-2025
Accepted: 24-03-2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Анкилозирующий спондилоартрит (АС) – хроническое воспалительное заболевание осевого скелета, вызывающее боль, искривление позвоночника и приводящее к инвалидности [1]. АС превращает гибкий позвоночник в жесткий стержень, неспособный выдерживать нормальные нагрузки. Потеря минеральной плотности костной ткани начинается на ранних стадиях заболевания, что связано с воспалением и увеличенной резорбцией кости, повышая риск остеопороза и переломов [2]. Кифотическая деформация позвоночника увеличивает вероятность стрессовых переломов [3]. Позвоночник, напоминающий бамбук, склонен приобретать характеристики длинных костей, что делает переломы позвоночника нестабильными [6]. Пациенты с АС имеют в три раза более высокий риск травматических переломов позвонков по сравнению с общей популяцией. Это, в свою очередь, увеличивает риск повреждения спинного мозга при переломах позвоночника у пациентов с АС. Риск неврологических нарушений возрастает из-за вывихов и костных аппозиций, вызывающих стеноз [4]. Поэтому своевременное проведение операции крайне важно для снижения этого риска [5]. Для стабилизации нестабильных переломов применяют

сегментарную фиксацию и вспомогательный спондилодез с экстренной хирургической помощью при неврологических дефицитах.

В нашем клиническом случае, нестабильность позвоночно-двигательного сегмента привела к нарушению проводимости спинного мозга, что требует обоснованного выбора тактики хирургического лечения. Мы предлагаем транспедикулярную фиксацию поврежденного сегмента с одновременной декомпрессией позвоночного канала как наиболее подходящий метод. Важной целью таких операций является ребалансировка сагиттального профиля, что позволяет нормализовать зрительную ось и значительно улучшить качество жизни пациентов. Для достижения этих целей используются корригирующие остеотомии, которые, несмотря на высокую частоту осложнений, демонстрируют хорошие отдаленные результаты у больных с АС. Особое значение в успешном лечении пациентов с АС имеет тщательное предоперационное планирование [7].

Цель сообщения: анализ тактики хирургического лечения при осложненном переломе позвоночника на фоне АС.

Описание клинического случая

Пациент В., 14.02.1955 г.р. был доставлен в Национальный научный центр травматологии и ортопедии имени академика Батпеннова Н.Д. с жалобами на боли и ограничение подвижности в грудном отделе позвоночника, снижение силы в нижних конечностях и нарушение функции тазовых органов. Травму получил в результате ДТП, почувствовал сильные боли в грудном отделе позвоночника и онемение ног, пациент в вынужденном положении. Выраженный вертебральный синдром в грудо-поясничном отделе позвоночника и дефанс мышц спины. Нарушение функции тазовых органов по типу задержки мочи и стула. В рамках клинического обследования и диагностики были использованы рентгенологическая визуализация и неврологическое оценивание для определения уровня травмы и состояния пациента. Для установления диагноза АС необходимо наличие как минимум одного

клинического и одного рентгенологического критерия. Пациент прошел комплексное предоперационное обследование, включавшее оценку степени их болевых ощущений по шкале визуальной аналоговой шкалы (ВАШ). Эти параметры помогли определить исходное состояние пациентов и необходимость хирургического вмешательства. Неврологический статус был оценен по шкале Франкеля, которая позволяет классифицировать степень нарушения двигательных и сенсорных функций после повреждения спинного мозга. Для более точного отслеживания восстановления функций спинного мозга до и после лечения также применялась классификация ASIA (*В соответствии с Американской ассоциацией спинальной травмы) [10]. Согласно системе оценок ASIA, функция спинномозгового нерва была отнесена к классу D до операции и после операции к классу E (Таблица 1).

Таблица 1 - Клинические шкалы

Оценка по шкале ВАШ до операции	Оценка по шкале ВАШ после операции	Оценка по шкале ASIA до операции	Оценка по шкале ASIA после операции
7	3	D	E

Пациент соответствовал основаниям модифицированным Нью-Йоркским критерием для первичного АС [9].

Для определения активности АС при экстренной госпитализации мы опирались на индекс BASDAI (Bath Ankylosing Spondylitis Disease Activity Index) и ASDAS (Ankylosing Spondylitis Disease Activity

Score). Методом выбора мы использовали ASDAS-CPB так как он является предпочтительным индексом. Для подтверждения диагноза при экстренной госпитализации использовали: ASDAS-CPB=2,8, показатель высокой активности заболевания; ASDAS-COЭ=2,4, показатель высокой активности заболевания АС (Таблица 2).

Таблица 2 - Лабораторные показатели

Показатель	Результат до операции
С-реактивный белок (СРБ)	165,9 нмоль/л
Скорость оседания эритроцитов (СОЭ)	33 мм/ч

Индекс BASDAI основан на самостоятельном заполнении опросника пациентом и отражает его субъективное ощущение. Пациент ответил на приведенные в опроснике вопросы и расчет индекса показал $\geq 4,6$, что соответствует высокой активности АС.

Проведены рентгенологическое обследование позвоночника, компьютерная томография (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ). На рентгенограммах в двух стандартных проекциях — спондилограммах грудного и поясничного отделов позвоночника — выявлены характерные признаки поздней фазы развития АС. Эти признаки включают

симптомокомплекс "бамбуковой палки", который характеризуется протяженным обызвествлением продольных связок позвоночного столба, умеренные проявления остеопороза, а также анкилоз межпозвонковых суставов и крестцово-подвздошных сочленений. На рентген изображений грудного отдела позвоночника проекциях отмечается гиперкифоз 74° . Сужены межпозвонковые суставные щели, нестабильность тел T10-T11 позвонков, неровность контура с очагами деструкции нижнего полюса тела Th10 позвонка. Уплотнение и осификация продольных межпозвонковых связок за счет основного заболевания АС (Рисунок 1).



Рисунок 1 - Рентгенограмма грудно-поясничного отдела позвоночника при поступлении в клинику

Сохранение высоты межпозвонкового промежутка между Th11 и Th12 при менее выраженном обызвествлении связок на этом уровне также заслуживает внимания. В остальной части позвоночника наблюдается снижение высоты межпозвонковых промежутков и неравномерное обызвествление межпозвонковых дисков.

При первичной МРТ были выявлены следующие травматические изменения в грудном отделе позвоночника (Рисунок 2):

- Спондилит тел Th10 и Th11 позвонков с

инфильтрацией паравертебральной клетчатки.

- Линейные переломы остистых отростков Th9 и Th10 позвонков с участками литической деструкции вокруг линий переломов.
- Антелистез тела Th10 позвонка на 5,0 мм.
- Феномен вакуума между Th9 и Th10 позвонками.
- Стеноз позвоночного канала на уровне Th10-Th11.
- Гиперкифоз грудного отдела позвоночника.

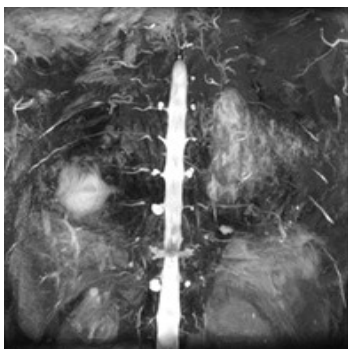


Рисунок 2 - Магнитно-резонансная томография грудно-поясничного отдела позвоночника до операции

У пациента выявлена вторичная спинальная миелопатия на уровне конского хвоста, вызванная компрессией спинного мозга на уровне Th10-Th11. Клинически это проявляется синдромом нижнего вялого парапареза. Кроме того, отмечаются нарушения функции тазовых органов, выражающиеся в задержке мочеиспускания и стула.

Для подтверждения диагноза так же использовали Российскую версию модифицированных Нью-Йоркских критериев АС. Использование этих критериев помогает стандартизировать диагностику АС, обеспечивая точность и согласованность в оценке и подтверждении заболевания. Пациент соответствовал

основаниям модифицированным Нью-Йоркским критерием для первичного АС [9].

Следует оценить состояние сердца, почек и легких у пациента, учитывая специфические патологические особенности, такие как рестриктивное заболевание легких и хронический прием противовоспалительных препаратов, характерные для пациентов с АС. При проведении предоперационного обследования с использованием компьютерной томографии органов грудной клетки (КТ ОГК) и ультразвуковой доплерографии (УЗДГ) вен нижних конечностей у пациента был выявлен тромбоз суральных вен без признаков реканализации, а также

тромбоэмболия средних и мелких ветвей правой легочной артерии. Ангиохирургом был поставлен диагноз: Тромбоз суральных вен обеих нижних конечностей и тромбоэмболия долевых, сегментарных и субсегментарных ветвей правой легочной артерии. Кроме того, у пациента диагностированы сопутствующие заболевания: Артериальная гипертензия III степени и стеатогепатит.

Все примененные диагностические критерии

и методы исследования сыграли ключевую роль в выборе оптимальной стратегии лечения для пациента. Для обеспечения стабильности позвоночника, минимизации деформаций и уменьшения хирургической травмы была выполнена спондиллодез Th9-Th12 позвонков с внутренней фиксацией и декомпрессивная ламинэктомия Th10-Th11 позвонков для устранения стеноза.

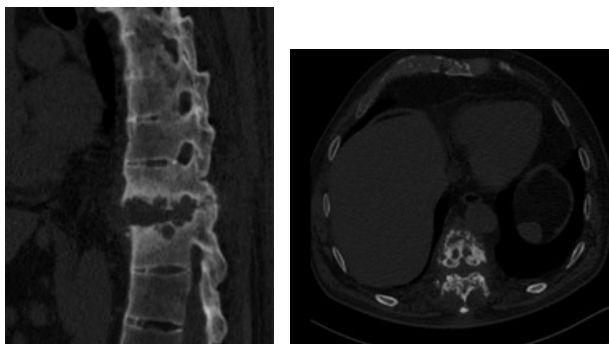


Рисунок 3 - Компьютерная томография грудно-поясничного отдела позвоночника до операции

С помощью КТ (Рисунок 3) и МРТ перед операцией были выбраны сегменты для фиксации и декомпрессии. Во время задней стабилизации залогом успешной операции является однократная успешная имплантация транспедикулярного винта и точное позиционирование транспедикулы. Под руководством С-дуги легко точно найти суставной отросток, удалить часть коры кости, выявить щель между мелкими суставами и определить место крепления

гвоздя в соответствии с поперечным положением (Рисунок 4). Таким образом, можно избежать слепого забивания гвоздей и повреждения спинного мозга, а также обеспечить достаточное количество точек фиксации. Задняя стабилизация является наиболее часто используемым и эффективным методом лечения переломов позвоночника у пациентов с АС.



Рисунок 4 - Рентгенограмма грудно-поясничного отдела позвоночника после операции

Сравнение показателей до и после операции показало значительное улучшение состояния пациента, уже в ближайшие часы отмечался регресс неврологической симптоматики. Уровень болевых ощущений значительно снизился, что подтвердилось результатами по шкале ВАШ на 1-2 и 5-7 сутки. Пациент выписан на 14-е сутки после операции в удовлетворительном состоянии под наблюдением.

Через 6 месяцев проведен контрольный прием с МРТ исследованием, полное восстановление ликворных пространств, правильное анатомическое взаимоотношение в области перелома. Этот комплексный подход в добавок к лечению кифоза у пациентов с АС демонстрирует значительный потенциал в повышении уровня жизни и снижении дискомфорта, вызванного болезнью.

Для оценки результатов хирургического вмешательства мы наблюдали за пациентом в течение

12 месяцев, проводя все необходимые диагностические проверки. Также был использован функциональный индекс BASFI для мониторинга физической функции у пациентов с АС.

На 14 месяц после операции была проведена КТ грудного отдела позвоночника. Заключение: состояние после оперативного лечения заднего спондилодеза, ТПФ на уровне Th9-Th12, декомпрессивная ламинэктомия, состояние металлоконструкции удовлетворительное. Во фронтальной плоскости ось позвоночника не отклонена. Отмечается обызвествление продольных связок, межпозвонковых суставов, дисков, межостистых суставов, с формированием протяженного анкилоза. Просвет позвоночного канала не сужен, прослеживается на протяжении (Рисунок 5).

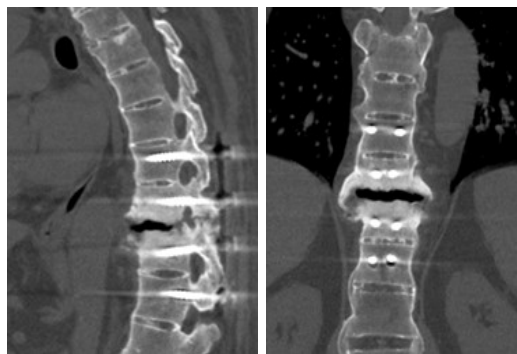


Рисунок 5 - Компьютерная томография грудного отдела на 14 месяц после операции

Функциональный статус пациента после 14 месяцев с момента операции оценили с помощью индекса BASFI состоящий из 10 вопросов. Индекс показал показатель ≤ 4 , что функциональных нарушений нету. Показатели функционального

состояния свидетельствует о большей подвижности и способности выполнять ежедневные задачи.

От пациента было получено письменное информированное согласие пациента на распространение его медицинской информации.

Обсуждение

В нашем исследовании мы оценили клинические характеристики и исходы хирургического вмешательства у пациентов с АС, страдающих осложненными переломами позвоночника. Особое внимание было уделено выбору тактики лечения, в частности, транспедикулярной фиксации и декомпрессии позвоночного канала. Наши результаты демонстрируют значительное улучшение состояния пациентов после хирургического вмешательства, что подчеркивает эффективность выбранной тактики лечения. Значительное снижение уровня болевых ощущений, улучшение функциональных показателей и повышение качества жизни свидетельствуют о том, что данный подход обеспечивает стабильность и нормализацию осевого скелета, что особенно важно для пациентов с АС.

Наши результаты согласуются с ранее опубликованными исследованиями, которые также указывают на важность хирургического вмешательства при тяжелых формах АС. Например, работа Min Y. et al (2019) продемонстрировала, что транспедикулярная фиксация значительно улучшает исходы у пациентов с тяжелыми деформациями позвоночника на фоне АС [8]. Наши данные подтверждают эти выводы, показывая, что даже у пациентов с высоким уровнем активности

заболевания (ASDAS-CO3 > 2,4) хирургическое вмешательство может привести к значительным улучшениям.

Одним из возможных объяснений наших результатов является то, что транспедикулярная фиксация и декомпрессия позвоночного канала обеспечивают необходимую стабильность позвоночного столба, что особенно важно для пациентов с АС, у которых нарушена нормальная структура и функции позвоночника. Успешное снижение болевых ощущений и улучшение функциональных показателей могут быть связаны с уменьшением давления на нервные структуры и восстановлением анатомической целостности позвоночника.

Наши результаты имеют важное практическое значение для клиницистов, занимающихся лечением пациентов с АС и осложненными переломами позвоночника. Использование транспедикулярной фиксации и декомпрессии позвоночного канала может способствовать значительному улучшению состояния пациентов, снижению уровня боли и повышению качества жизни, что делает данный метод перспективным и рекомендуемым для использования при экстренных госпитализациях АС.

Выводы

Повреждение позвоночника на фоне АС с нарушением проводимости спинного мозга, целесообразно применять активную лечебную тактику, включающую декомпрессию спинного мозга, восстановление анатомической податливости поврежденного сегмента позвоночника и его коррекции и фиксацию, что снижает риск осложнений и способствует ранней мобилизации пациента.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Braun, J., Sieper, J. (2007). Ankylosing spondylitis. *The Lancet*, 369(9570), 1379-1390. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)60635-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)60635-7)
2. Van der Horst-Bruinsma, I. E. (2006). *Clinical aspects of ankylosing spondylitis*. In *Ankylosing Spondylitis* (pp. 45-70). CRC Press.
3. Muñoz-Ortego, J., Vestergaard, P., Rubio, J. B., Wordsworth, P., Judge, A., Javaid, M. K., Prieto-Alhambra, D. (2014). *Ankylosing spondylitis is associated with an increased risk of vertebral and nonvertebral clinical fractures: a population-based*

cohort study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 29(8), 1770-1776. <https://doi.org/10.1002/jbmr.2217>

4. Whang, P. G., Goldberg, G., Lawrence, J. P., Hong, J., Harrop, J. S., Anderson, D. G., Vaccaro, A. R. (2009). The management of spinal injuries in patients with ankylosing spondylitis or diffuse idiopathic skeletal hyperostosis: a comparison of treatment methods and clinical outcomes. *Clinical Spine Surgery*, 22(2), 77-85. <https://doi.org/10.1097/BSD.0b013e3181679bcb>

5. Miao, J., Chen, Y., Zhang, B., Li, T., Luo, Y., Shi, L., Chen, D. (2018). Surgical treatment for odontoid fractures in patients with long-standing ankylosing spondylitis: a report of 3 cases and review of the literature. *World Neurosurgery*, 116, 88-93. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.05.055>

6. Westerveld, L., Verlaan, J. J., Oner, F. C. (2009). Spinal fractures in patients with ankylosing spinal disorders: a systematic review of the literature on treatment, neurological status and complications. *European Spine Journal*, 18, 145-156. <https://doi.org/10.1007/s00586-008-0764-0>

7. van Royen, B. J. (2020). Preoperative planning and the use of free available software for sagittal plane corrective osteotomies of the lumbar spine in ankylosing spondylitis. *Orthopedic research and reviews*, 171-182. <https://doi.org/10.2147/ORR.S275860>

8. Min, Y., Hui-Yun, G., Hou-Cheng, Z., Yuan-Long, X., Wei, J., Lin, C., Ren-Xiong, W. (2019). The surgical treatment strategies for thoracolumbar spine fractures with ankylosing spondylitis: a case report. *BMC surgery*, 19, 1-8. <https://doi.org/10.1186/s12893-019-0565-x>

9. Kurucan, E., Bernstein, D. N., Mesfin, A. (2018). Surgical management of spinal fractures in ankylosing spondylitis. *Journal of Spine Surgery*, 4(3), 501. <https://doi.org/10.21037/jss.2018.06.15>

10. Maynard Jr, F. M., Bracken, M. B., Creasey, G., Ditunno Jr, J. F., Donovan, W. H., Ducker, T. B., Young, W. (1997). International standards for neurological and functional classification of spinal cord injury. *Spinal cord*, 35(5). <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3100432>

Анкилозды спондилоартрит салдарынан болған омыртқаның сынуын оперативті емдеу: Клиникалық тәжірибеден алынған жағдай

[Байдарбеков М.У.](#)¹, [Аубакирова Ә.Е.](#)², [Ипмагамбетов Д.Н.](#)³, [Абдикаликов М.С.](#)⁴

¹ Травматология №1 бөлімшесінің меңгерушісі, Академик Н.Д. Батпенев атындағы ұлттық ғылыми травматология және ортопедия орталығы, Астана, Қазақстан. E-mail: B.m.u.80@mail.ru

² Дәрігер-интерн, Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан. E-mail: anel.aubakirova15@gmail.com

³ Травматолог-ортопед, Академик Н.Д. Батпенев атындағы ұлттық ғылыми травматология және ортопедия орталығы, Астана, Қазақстан. E-mail: jangir89@googlemail.com

⁴ Травматология №1 бөлімшесінің ординатор-дәрігері, Академик Н.Д. Батпенев атындағы ұлттық ғылыми травматология және ортопедия орталығы, Астана, Қазақстан. Email: Makokz12@mail.ru

Түйіндеме

Анкилозды спондилоартрит - омыртқа биомеханикасының елеулі өзгерістерін тудырып, оның төзімділігін төмендететін күрделі созылмалы қабыну ауруы болып табылады. Патологиялық үдеріс байламдардың сүйектенуімен, омыртқа буындарының анкилозымен, остеопороздың дамуымен және омыртқаның кейінгі деформациясымен байланысты. Анкилозды спондилоартрит кезінде омыртқа сынуларының салыстырмалы қаупі әлемдегі орташа көрсеткіштен үш есе жоғары деп бағаланады. Пациенттердің шамамен 14%-ы өмір бойы сынуларға тап болады. Медициналық терапия жеткілікті тиімді болмаған жағдайда немесе деформациялар елеулі функционалдық бұзылулар мен өмір сүру сапасының нашарлауына әкелгенде, хирургиялық араласу қажет болуы мүмкін. Омыртқалар арасындағы сүйек спондилдарының түзілуі және созылмалы қабыну омыртқаның икемділігін төмендетеді, бұл өз кезегінде тіпті ең аз жарақаттарда да сыну қаупін арттырады. Сынулар көбінесе тұрақсыз болып келеді және бастапқы неврологиялық зақымданулардың, мүгедектіктің және омыртқаның прогрессивті деформациясының алдын алу үшін тиімді емдеуді қажет етеді.

Қарастырылып отырған клиникалық жағдайда, омыртқа - қозғалыс сегментінің тұрақсыздығы жұлын өткізгіштігінің бұзылуына әкелді, бұл хирургиялық тактиканы таңдауға мұқият және негізделген көзқарасты талап етті. Анкилозды спондилоартрит омыртқаның құрылымы мен функциясына елеулі өзгерістер енгізеді, бұл ауыр зардаптарға әкелуі мүмкін. Бұл ауыр асқынулардың алдын алу үшін уақтылы хирургиялық араласудың және шұғыл көмек көрсетудің маңыздылығын ерекше атап көрсетеді.

Түйін сөздер: анкилозды спондилоартрит, омыртқа сынуы, омыртқа хирургиясы.

Surgical treatment of a complicated spinal fracture associated with ankylosing spondylitis: A clinical case report

[Murat Baidarbekov](#)¹, [Anel Aubakirova](#)², [Zhangir Ipmagambetov](#)³, [Margulan Abdikalikov](#)⁴

¹ Neurosurgeon, traumatologist-orthopedist, head of the "Traumatology N 1" department, National Scientific Center of Traumatology and Orthopaedics named after Academician N.D. Batpenov, Astana, Kazakhstan. E-mail: B.m.u.80@mail.ru

² Intern doctor, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan. E-mail: anel.aubakirova15@gmail.com

³ Traumatologist-orthopedist, National Scientific Center of Traumatology and Orthopaedics named after Academician N.D. Batpenov, Astana, Kazakhstan. E-mail: jangir89@googlemail.com

⁴ Neurosurgeon of the "Traumatology N 1" department, National Scientific Center of Traumatology and Orthopaedics named after Academician N.D. Batpenov, Astana, Kazakhstan. E-mail: Makokz12@mail.ru

Abstract

Ankylosing spondylitis is a serious chronic inflammatory disease that causes significant changes in the biomechanics of the spine and reduced its resistance. The pathological process involves the ossification of ligaments, ankylosis of spinal joints, the development of osteoporosis, and subsequent deformation of the spine. It is estimated that the relative risk of spinal fractures in ankylosing spondylitis is three times higher than the global average. About 14% of patients experience fractures during their lifetime. In cases where medical therapy proves insufficient or when deformities cause significant functional impairments and a decrease in quality of life, surgical intervention may be necessary. Chronic inflammation and the formation of bony spurs between vertebrae reduce the flexibility of the spine, which in turn increases the risk of fractures even with minimal trauma. Fractures are often unstable and require proper treatment to prevent primary and secondary neurological damage, disability and progressive spinal deformity.

In the clinical case under consideration, instability of the spinal motion segment led to impaired spinal cord conductivity, necessitating a careful and well-reasoned approach to the selection of surgical tactics. Ankylosing spondylitis significantly alters the structure and function of the spine, which can lead to serious consequences. This underscores the importance of timely surgical intervention and emergency care to prevent severe complications.

Keywords: ankylosing spondylitis, spinal fracture, spinal surgery.

<https://doi.org/10.52889/1684-9280-2025-2-76-27-34>

Оригинальная статья

Математическое моделирование и анализ напряжений пластины для остеосинтеза ключицы

Шаухин Е.Н.¹, Мурсалов Н.К.², Горбунов Б.Н.³

¹ PhD-докторант, Медицинский университет Караганды, Караганда, Казахстан. E-mail: erdar@bk.ru

² Заведующий отделением травматологии №5, Национальный научный центр травматологии и ортопедии имени академика Баттенова Н.Д., Астана, Казахстан. E-mail: nagmet2007@mail.ru

³ Доцент, Казахского агротехнического исследовательского университета имени С. Сейфуллина, Астана, Казахстан. E-mail: gdn_kz@mail.ru

Резюме

Переломы ключицы являются одной из распространенных травм верхней конечности, особенно среди лиц, ведущих активный образ жизни. Традиционные методы лечения включают консервативную терапию и хирургические вмешательства, среди которых остеосинтез пластинами является наиболее эффективным для сложных переломов. Однако стандартные пластины не всегда соответствуют сложной анатомической форме ключицы, что увеличивает риск осложнений, таких как деформация имплантата и нарушение фиксации. В связи с этим актуальной задачей является разработка и оптимизация анатомически адаптированной пластины, способной минимизировать осложнения и обеспечить стабильную фиксацию.

Цель исследования: проведение математического моделирования пластины отечественной разработки для остеосинтеза переломов ключицы.

Методы. В исследовании использовался метод конечных элементов для биомеханического анализа системы «пластина-ключица». Твердотельные модели пластины и ключицы создавались в Autodesk Inventor PRO и преобразовывались в конечно-элементные модели в среде APM FEM (КОМПАС-3D). Приложенные нагрузки включали изгибающие, сжимающие и крутящие моменты, имитирующие реальные механические воздействия. Анализ проводился для оценки напряжений, смещений и запаса прочности конструкции в различных условиях.

Результаты. Моделирование показало, что оптимизированная пластина обеспечивает равномерное распределение напряжений и снижает риск локальных перегрузок в области винтового крепления и перелома. Значения напряжений в конструкции не превышали предела прочности титанового сплава, а смещения находились в допустимых пределах. Коэффициент запаса прочности продемонстрировал высокую надежность конструкции даже при максимальных нагрузках. Анализ также показал, что пластина допускает минимальные физиологические движения, что способствует более быстрой реабилитации пациентов.

Выводы. Оптимизированная конструкция пластины для остеосинтеза ключицы демонстрирует высокую механическую стабильность и способность выдерживать значительные нагрузки без риска разрушения. Предложенная пластина может быть рекомендована для клинического применения благодаря надежной фиксации, снижению риска осложнений и сокращению сроков реабилитации пациентов.

Ключевые слова: остеосинтез, ключица, математическое моделирование, пластина, титановые имплантаты.

Corresponding author: Yerdar Shaukhin, PhD student, Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan
Phone: +7 7779925626
E-mail: erdar@bk.ru

J Trauma Ortho Kaz 76 (2) 2025: 27-34

Received: 12-03-2025

Accepted: 04-04-2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Переломы ключицы являются одними из наиболее распространенных травм верхней конечности, составляя от 3% до 10% всех повреждений костей плечевого пояса [1,2]. Такие травмы возникают вследствие различных механизмов, включая прямые удары, падения на плечо или вытянутую руку, дорожно-транспортные происшествия и спортивные инциденты. Высокая частота подобных повреждений особенно актуальна среди лиц, ведущих активный образ жизни. У мужчин эти травмы встречаются чаще, особенно в молодом возрасте, что обусловлено большей вовлеченностью в потенциально опасные виды деятельности [3-5].

Ключица является важным компонентом плечевого пояса, обеспечивая связь между туловищем и верхней конечностью. В большинстве случаев переломы локализуются в средней трети диафиза, которая наиболее уязвима из-за своих анатомических и биомеханических особенностей. Более 75% переломов затрагивают именно эту область, что связано с ее тонкой структурой и поверхностным расположением. Такие переломы часто приводят к осложнениям, включая укорочение кости, несращение и значительные функциональные нарушения плечевого сустава, что существенно снижает качество жизни пациентов [2,6]. Консервативные методы лечения, такие как иммобилизация, применяются при определенных типах переломов ключицы, но часто сопровождаются длительным восстановительным периодом и повышенным риском осложнений. Несмотря на возможность сращения костных фрагментов при консервативной терапии, нередко возникают проблемы, такие как несращение, деформация и повторное повреждение кости. Это, в свою очередь, приводит к необходимости повторных хирургических вмешательств и удлинению периода нетрудоспособности [7-10].

В последние годы все большее распространение получают хирургические методы лечения переломов ключицы, в частности остеосинтез с использованием пластин. Данный подход позволяет достичь более быстрой и точной репозиции отломков, сокращая время реабилитации и минимизируя риск осложнений, таких как несращение и функциональные ограничения. Эта методика особенно актуальна для лиц, активно вовлеченных в профессиональную и спортивную деятельность, поскольку позволяет быстрее вернуться к полноценной жизни и работе [11].

Остеосинтез пластинами является одним из наиболее эффективных методов лечения смещенных переломов ключицы, обеспечивая высокую жесткость фиксации и ротационную стабильность костных

фрагментов. Однако, несмотря на преимущества данного метода, существуют ограничения, связанные с техническими и биомеханическими аспектами использования металлических пластин [12].

Анатомическая форма ключицы, характеризующаяся S-образным изгибом, требует индивидуального подбора и подгонки пластин, что может привести к снижению их прочности вследствие многократного сгибания во время операции [13].

Использование стандартных пластин не всегда учитывает сложные анатомические особенности ключицы, что может вызывать осложнения, такие как локальное напряжение в области перелома, разрушение и деформация пластины. Это особенно касается расположения отверстий для винтов, которые при неправильном размещении могут снижать стабильность фиксации и повышать риск механического повреждения [14].

Актуальность разработки новых, анатомически адаптированных пластин обусловлена необходимостью минимизации рисков хирургических осложнений и улучшения результатов лечения. Применение пластин, точно повторяющих форму кости и обеспечивающих надежную фиксацию, может значительно снизить риск инфекций, уменьшить вероятность разрушения имплантата и улучшить клинические исходы у пациентов с переломами ключицы. Таким образом, разработка новых технологий остеосинтеза ключицы является важным направлением для повышения эффективности хирургического лечения данной патологии и улучшения качества жизни пациентов. Внедрение инновационных методов фиксации с использованием анатомически адаптированных пластин позволит не только улучшить результаты лечения, но и сократить сроки реабилитации пациентов, что имеет существенное значение для системы здравоохранения в целом. Ускорение восстановления трудоспособности способствует снижению затрат на лечение и реабилитацию, а также повышению качества медицинской помощи, что особенно актуально для трудоспособного населения и лиц, ведущих активный образ жизни.

Целью данного исследования является проведение математического моделирования пластины отечественной разработки для остеосинтеза переломов ключицы.

Материалы и методы

Для численного анализа использовался метод конечных элементов (МКЭ), который позволяет

изучать сложные многокомпонентные системы [15,16]. Дизайн пластины показан на рисунке 1.

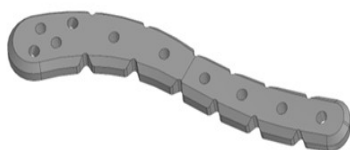


Рисунок 1 - Дизайн пластины

Программное обеспечение

Используемое программное обеспечение включало несколько ключевых инструментов для моделирования и анализа. Autodesk Inventor PRO применялся для создания твердотельных моделей пластины и ключицы, обеспечивая точное проектирование конструкции. КОМПАС-3D с модулем АРМ FEM использовался для конечно-элементного анализа, позволяя оценить распределение напряжений и прочностные характеристики системы.

Для обработки данных медицинской визуализации использовалась программа InVesalius, которая на основе КТ-изображений создает 3D-модели анатомических структур. Процесс моделирования включал создание стереолитографической (STL) модели ключицы, которая затем преобразовывалась в твердотельную модель (Рисунок 2). Последняя использовалась для расчетов и анализа в CAD-программах, что обеспечивало точность проектирования и устойчивость конструкции.

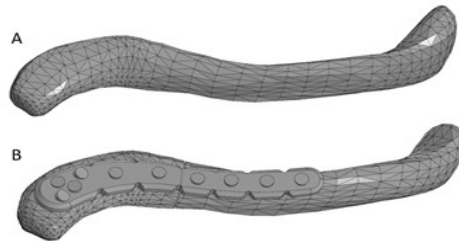


Рисунок 2 - Компьютерная модель: А - STL-модель ключицы; В – 3D модель системы «пластина – ключица»

Генерация конечно-элементной сетки

Генерация конечно-элементной сетки представляла собой важный этап подготовки модели для проведения численных расчетов. Твердотельные модели ключицы и пластины были преобразованы в конечно-элементные модели, обеспечивающие возможность выполнения биомеханического анализа. Модель включала два основных компонента: кость и титановую пластину, которые были соединены с

помощью винтов для имитации условий фиксации в реальной клинической ситуации. Для расчета была применена тетраэдрическая сетка, что позволило добиться высокой точности моделирования сложной геометрии объектов. Основные характеристики сетки включали:

- число элементов - 42 660 линейных тетраэдров;
- число узлов - 67 983 (Рисунок 3).

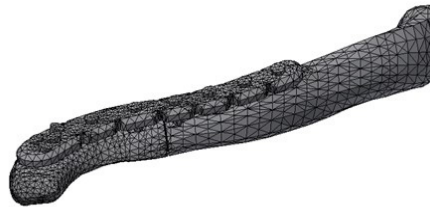


Рисунок 3 - Конечно-элементная сетка системы «Пластина – ключица»

Особое внимание уделялось созданию мелкой сетки в тех участках конструкции, где ожидалось возникновение концентраций напряжений, например, в области перелома. Это обеспечивало более точный расчет распределения напряжений и деформаций в критических зонах, минимизируя ошибки, связанные с аппроксимацией геометрии и физического поведения материала.

Физико-механические параметры

Для моделирования использовались данные о механических свойствах материалов,

полученные из литературных источников, что обеспечивало достоверность расчетов и соответствие реальным физическим характеристикам тканей и имплантируемых конструкций. В модели учитывались три основных материала: кортикальная кость, губчатая кость и титановый сплав. Параметры этих материалов, такие как модуль упругости и коэффициент Пуассона, представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-механические параметры моделируемых систем

Материал	Модуль упругости, МПа	Коэффициент Пуассона
Кортикальная кость	15000	0,3
Губчатая кость	1000	0,3
Титановый сплав (пластина, протез, винты)	110000	0,3

Условия моделирования и нагрузки

Граничные условия были установлены таким образом, чтобы максимально точно имитировать

реальные физиологические условия. Грудинный конец ключицы был зафиксирован неподвижно, что исключало смещение и вращение. Акромиальный

конец ключицы подвергался воздействию различных нагрузок для имитации реальных механических воздействий. Приложенные нагрузки:

- Изгибающая сила $F_1=100$ Н в вертикальном направлении на акромиальный конец;
- Сжимающая сила $F_2=100$ Н вдоль оси ключицы;
- Крутящий момент $T=1$ Н·м вдоль центральной

оси ключицы для моделирования ротационных смещений.

Эти нагрузки отражают наиболее типичные сценарии, при которых ключица испытывает механическое воздействие (Рисунок 4).



Рисунок 4 - Нагрузки приложенные к системе

Процесс моделирования

Моделирование проводилось в несколько итераций. На каждом шаге рассчитывались напряжения и деформации, которые использовались как начальные условия для следующего шага.

1. Напряжения по Мизесу: Оценивались для определения распределения напряжений в пластине и кости.

2. Смещение: Измерялось для выявления зон,

Результаты

Проведенное моделирование напряженно-деформированного состояния (НДС) системы «пластина-ключица» позволило подробно изучить распределение напряжений, смещений и запас прочности конструкции при различных нагрузках.

Анализ напряжений по критерию Мизеса (Рисунок 5) показал, что максимальные напряжения концентрируются в области перелома ключицы и в местах контакта пластины с костью. Эти зоны

подвержены чрезмерным перемещениям, что могло бы указывать на нестабильность системы.

3. Коэффициент запаса прочности: Рассчитывался для оценки вероятности разрушения материала под воздействием приложенных нагрузок.

Особое внимание уделялось критическим зонам, таким как область перелома, где концентрация напряжений может быть наибольшей.

подвержены пиковым нагрузкам, поскольку именно в этих местах происходят наиболее значимые механические взаимодействия. Тем не менее, величина напряжений не превышает предела прочности титана, который составляет 900–1100 МПа. Это свидетельствует о том, что используемый материал и геометрия пластины обеспечивают надежную фиксацию без риска разрушения при нормальных эксплуатационных условиях.

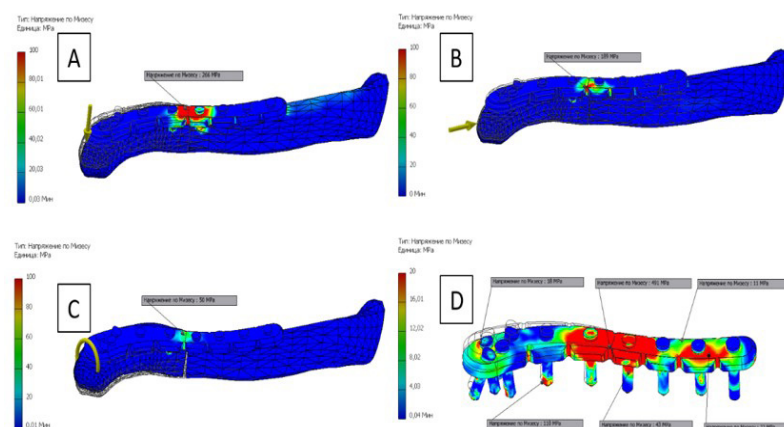


Рисунок 5 - Напряжение по Мизесу, МПа: А – изгиб; В – сжатие; С – осевой момент; D – при действии всех силовых факторов

Анализ смещений (Рисунок 6) показал, что максимальные смещения наблюдаются в акромиальной части ключицы. Эта часть ключицы наиболее подвержена перемещениям под воздействием приложенных нагрузок, так как она расположена дальше всего от жестко зафиксированного грудного конца. Несмотря на это, значения смещения остаются в

допустимых пределах и не приводят к дестабилизации системы. Наблюдаемое перемещение свидетельствует о том, что пластина не только фиксирует кость, но и допускает минимальные естественные движения, что может способствовать лучшему восстановлению после операции.

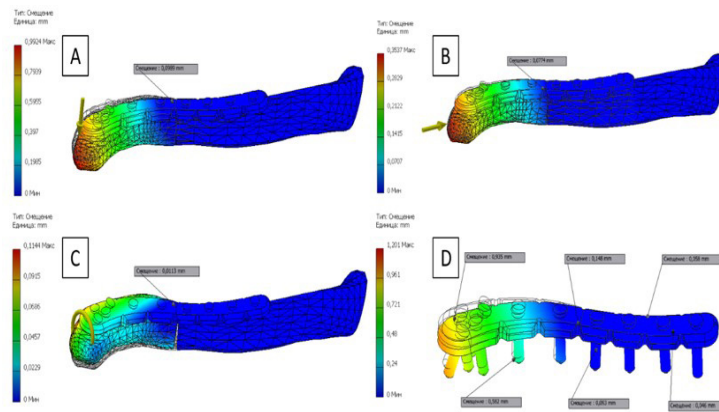


Рисунок 6 - Смещение, мм: А – изгиб; В – сжатие; С – осевой момент; D – при действии всех силовых факторов

Наконец, расчеты коэффициента запаса прочности (Рисунок 7) показали, что запас прочности конструкции варьируется в пределах от 0,2 до 1,5. В зонах с наибольшими нагрузками, такими как места винтового крепления и перелома, коэффициент снижается до 0,2, что указывает на критическую нагрузку, близкую к пределу прочности. Однако в других участках системы коэффициент достигает

1,5, что свидетельствует о высокой надежности конструкции в менее нагруженных областях. В целом, полученные значения запаса прочности подтверждают, что пластина способна выдерживать значительные нагрузки без риска разрушения, обеспечивая стабильность системы «пластина-ключица» в процессе реабилитации и восстановления.

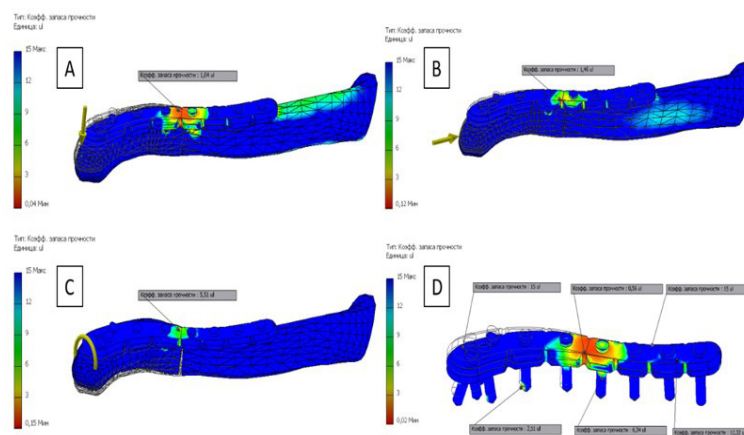


Рисунок 7 - Коэффициент запаса прочности: А – изгиб; В – сжатие; С – осевой момент; D – при действии всех силовых факторов

Обсуждение

Разработка и внедрение анатомически адаптированных пластин для остеосинтеза ключицы являются важным направлением современной травматологии. Традиционные пластины, несмотря на свою эффективность, часто не учитывают сложную анатомическую форму ключицы, что увеличивает риск осложнений, таких как нарушение фиксации и деформация имплантата. В условиях возрастающей потребности в сокращении сроков реабилитации и повышении качества жизни пациентов, особенно среди лиц, ведущих активный образ жизни, оптимизация конструкции пластин становится приоритетной задачей. В данном исследовании было проведено математическое моделирование отечественной пластины с целью оценки её биомеханических характеристик и потенциала для клинического применения.

Ключевые результаты

Проведенное моделирование продемонстрировало, что оптимизированная

конструкция пластины обеспечивает равномерное распределение напряжений и снижает вероятность локальных перегрузок в зонах крепления винтов и области перелома. Пластина продемонстрировала высокую устойчивость: значения напряжений не превышали предела прочности титанового сплава, а наблюдаемые смещения оставались в допустимых пределах. Важным результатом стало то, что пластина допускает минимальные физиологические движения, способствуя более быстрому восстановлению пациентов. Коэффициент запаса прочности показал надёжность конструкции даже при воздействии максимальных нагрузок.

Практическое значение результатов

Результаты исследования подтверждают целесообразность использования анатомически адаптированных пластин для остеосинтеза ключицы. Предложенная пластина снижает риск осложнений, таких как деформация конструкции и нестабильность фиксации, что повышает качество хирургического

лечения. Кроме того, способность пластины допускать физиологические движения способствует ускорению реабилитационного процесса, что особенно актуально для спортсменов и лиц, активно вовлечённых в физическую деятельность. Применение данной конструкции может способствовать снижению затрат на реабилитацию и улучшению медицинской помощи.

Ограничения и направления для будущих исследований

Одним из ограничений данного исследования является моделирование в лабораторных условиях, которое не полностью отражает все возможные сценарии клинической практики. В реальных

условиях на систему могут воздействовать более сложные и непредсказуемые нагрузки. Кроме того, использованные параметры материалов не учитывают анатомические и физиологические различия среди пациентов, что может повлиять на результаты в клинической практике. Будущие исследования должны включать клинические испытания для подтверждения эффективности конструкции. Также перспективными направлениями являются разработка индивидуализированных пластин с использованием 3D-печати и исследование их долговременной стабильности и влияния на остеointеграцию.

Выводы

Пластина обеспечивает надежную фиксацию при воздействии изгибающих, сжимающих и ротационных нагрузок. Максимальные напряжения в конструкции не превышают предела прочности титанового сплава, что подтверждает ее безопасность. Смещения и деформации находятся в пределах допустимых значений, что гарантирует стабильность системы «пластина-ключица». Запас прочности конструкции достаточен для длительной эксплуатации при условии соблюдения хирургических и реабилитационных рекомендаций.

Таким образом, предложенная конструкция пластины обладает высокими эксплуатационными характеристиками и может быть рекомендована для клинического применения в хирургической практике.

Конфликт интересов. Авторы работы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Robinson, C. M. (1998). Fractures of the clavicle in the adult: epidemiology and classification. *The Journal of Bone Joint Surgery British Volume*, 80(3), 476-484. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.80B3.0800476>
2. Kihlström, C., Möller, M., Lönn, K., Wolf, O. (2017). Clavicle fractures: epidemiology, classification and treatment of 2 422 fractures in the Swedish Fracture Register; an observational study. *BMC musculoskeletal disorders*, 18, 1-9. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1444-1>
3. Chen, W., Zhu, Y., Liu, S., Hou, Z., Zhang, X., Lv, H., Zhang, Y. (2018). Demographic and socioeconomic factors influencing the incidence of clavicle fractures, a national population-based survey of five hundred and twelve thousand, one hundred and eighty seven individuals. *International Orthopaedics*, 42, 651-658. <https://doi.org/10.1007/s00264-018-3815-0>
4. Song, H. S., Kim, H. (2021). Current concepts in the treatment of midshaft clavicle fractures in adults. *Clinics in shoulder and elbow*, 24(3), 189. <https://doi.org/10.5397/cise.2021.00388>
5. Nawar, K., Eliya, Y., Burrow, S., Peterson, D., Ayeni, O., de Sa, D. (2020). Operative versus non-operative management of mid-diaphyseal clavicle fractures in the skeletally immature population: a systematic review and meta-analysis. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 13, 38-49. <https://doi.org/10.1007/s12178-020-09604-4>
6. Rasmussen, J. V., Jensen, S. L., Petersen, J. B., Falstie-Jensen, T., Lausten, G., & Olsen, B. S. (2011). A retrospective study of the association between shortening of the clavicle after fracture and the clinical outcome in 136 patients. *Injury*, 42(4), 414-417. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2010.11.061>
7. Robinson, C. M., Goudie, E. B., Murray, I. R., Jenkins, P. J., Ahktar, M. A., Read, E. O., Chesser, T. J. (2013). Open reduction and plate fixation versus nonoperative treatment for displaced midshaft clavicular fractures: a multicenter, randomized, controlled trial. *JBJS*, 95(17), 1576-1584. <https://doi.org/10.2106/JBJS.L.00307>
8. McKee, R. C., Whelan, D. B., Schemitsch, E. H., McKee, M. D. (2012). Operative versus nonoperative care of displaced midshaft clavicular fractures: a meta-analysis of randomized clinical trials. *JBJS*, 94(8), 675-684. <https://doi.org/10.2106/JBJS.J.01364>
9. Zlowodzki, M., Zelle, B. A., Cole, P. A., Jeray, K., McKee, M. D. (2005). Treatment of acute midshaft clavicle fractures: systematic review of 2144 fractures: on behalf of the Evidence-Based Orthopaedic Trauma Working Group. *Journal of orthopaedic trauma*, 19(7), 504-507. <https://doi.org/10.1097/01.bot.0000172287.44278.ef>
10. Rudzki, J. R., Matava, M. J., Paletta, G. A. (2003). Complications of treatment of acromioclavicular and sternoclavicular joint injuries. *Clinics in sports medicine*, 22(2), 387-405. [https://doi.org/10.1016/s0278-5919\(03\)00013-9](https://doi.org/10.1016/s0278-5919(03)00013-9)
11. Strauss, E. J., Egol, K. A., France, M. A., Koval, K. J., Zuckerman, J. D. (2007). Complications of intramedullary Hagie pin fixation for acute midshaft clavicle fractures. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 16(3), 280-284. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2006.08.012>
12. Nowak, J., Holgersson, M., Larsson, S. (2004). Can we predict long-term sequelae after fractures of the clavicle based on initial findings? A prospective study with nine to ten years of follow-up. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 13(5), 479-486. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2004.01.026>
13. Leuders, S., Thöne, M., Riemer, A., Niendorf, T., Tröster, T., Richard, H. A., Maier, H. J. (2013). On the mechanical

behaviour of titanium alloy TiAl6V4 manufactured by selective laser melting: Fatigue resistance and crack growth performance. *International journal of fatigue*, 48, 300-307. <https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2012.11.011>

14. Kanchanomai, C., Phiphobmongkol, V., Muanjan, P. (2008). Fatigue failure of an orthopedic implant-A locking compression plate. *Engineering Failure Analysis*, 15(5), 521-530. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2007.04.001>

15. К Бате, Е. (1982). Численные методы анализа и метод конечных элементов. <https://libarch.nmu.org.ua/handle/GenofondUA/46041>

К Бате, Е. (1982). Численные методы анализа и метод конечных элементов (Numerical methods of analysis and finite element method) [in Russian]. <https://libarch.nmu.org.ua/handle/GenofondUA/46041>

16. Старовойтов, Э. (2022). Сопротивление материалов. Litres. <https://books.google.com/>

Starovojtov, E. (2022). Soprotivlenie materialov (Strength of materials) [in Russian]. Litres. <https://books.google.com/>

Бұғанаға остеосинтез жасау үшін пластинаның кернеуін математикалық модельдеу және талдау

Шаухин Е.Н.¹, Мурсалов Н.К.², Горбунов Б.Н.³

¹ PhD-докторант, Қарағанды медицина университеті, Қарағанды, Қазақстан. E-mail: erdar@bk.ru

² №5 травматология бөлімшесінің меңгерушісі, Академик Н.Д. Батпенев атындағы травматология және ортопедия ұлттық ғылыми орталығы, Астана, Қазақстан. E-mail: nagmet2007@mail.ru

³ Доцент, С. Сейфуллин атындағы Қазақ ғылыми-зерттеу агротехникалық университеті, Астана, Қазақстан. E-mail: gdn_kz@mail.ru

Түйіндеме

Бұғананың сынуы бұл жоғарғы жақтың жиі кездесетін жарақаттарының бірі, әсіресе белсенді адамдар арасында. Дәстүрлі емдеу әдістеріне консервативті терапия және хирургиялық араласулар жатады, олардың арасында пластиналық остеосинтез күрделі сынықтар үшін ең тиімді болып табылады. Дегенмен, стандартты пластина әрқашан бұғана сүйегінің күрделі анатомиялық пішініне сәйкес келе бермейді, бұл импланттың деформациясы және бекітудің бұзылуы сияқты асқыну қаупін арттырады. Осыған байланысты, асқынуларды азайтуға және тұрақты бекітуді қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін анатомиялық бейімделген пластинаны әзірлеу және оңтайландыру өзекті міндет болып табылады.

Зерттеудің мақсаты: бұғана сынықтары остеосинтезі үшін отандық әзірленген пластинаны математикалық модельдеу.

Әдістері. Зерттеуде «бұғана-пластина» жүйесін биомеханикалық талдау үшін соңғы элементтер әдісі қолданылды. Пластинаның және бұғананың қатты үлгілері Autodesk Inventor PRO бағдарламасында жасалды және APM FEM ортасында (КОМПАС -3D) соңғы элементтер үлгілеріне түрлендірілді. Қолданылатын жүктемелерге нақты механикалық әсерлерді имитациялайтын иілу, қысу және айналу моменттері кірді. Әртүрлі жағдайларда құрылымның кернеулерін, орын ауыстыруларын және қауіпсіздік шегін бағалау үшін талдау жүргізілді.

Нәтижелер. Модельдеу оңтайландырылған пластина кернеудің біркелкі таралуын қамтамасыз ететінін және бұғанды бекіту және сыну аймағында жергілікті шамадан тыс жүктемелердің қаупін азайтатынын көрсетті. Құрылымдағы кернеу мәндері титан қорытпасының созылу беріктігінен аспады, ал орын ауыстырулар қолайлы шектерде болды. Қауіпсіздік коэффициенті максималды жүктемелер кезінде де құрылымның жоғары сенімділігін көрсетті. Талдау сонымен қатар пластинаның ең аз физиологиялық қозғалысқа мүмкіндік беретінін көрсетті, бұл пациенттердің тезірек оңалтуына ықпал етті.

Қорытындылар. Бұғананың остеосинтезге арналған оңтайландырылған пластина дизайны жоғары механикалық тұрақтылықты және бұзылу қаупінсіз айтарлықтай жүктемелерге төтеп беру қабілетін көрсетеді. Ұсынылған пластинаны клиникалық қолдану үшін сенімді бекіту, асқыну қаупін азайту және пациенттердің оңалту уақытын қысқарту арқылы ұсынуға болады.

Түйін сөздер: остеосинтез, бұғана, математикалық модельдеу, пластинка, титан имплантаты.

Mathematical modeling and stress analysis of a clavicle osteosynthesis plate

Yerda Shaukhin¹, Nagmet Mursalov², Boris Gorbunov³

¹ PhD student, Medical University Karaganda, Karaganda, Kazakhstan. E-mail: erdar@bk.ru

² Head of the Traumatology Department N5, National Scientific Center of Traumatology and Orthopedics named after Academician N.D. Batpenov, Astana, Kazakhstan. E-mail: nagmet2007@mail.ru

³ Assistant professor, Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin, Astana, Kazakhstan. E-mail: gdn_kz@mail.ru

Abstract

Clavicle fractures are among the most common injuries of the upper limb, particularly among individuals with active lifestyles. Traditional treatment methods include conservative therapy and surgical interventions, with plate osteosynthesis being the most effective approach for complex fractures. However, standard plates do not always conform to the intricate anatomical shape of the clavicle, increasing the risk of complications, such as implant deformation and fixation failure. Therefore, the development and optimization of anatomically adapted plates capable of minimizing complications and ensuring stable fixation remain relevant challenges.

Objective: to perform mathematical modeling of a domestically developed plate for the osteosynthesis of clavicle fractures.

Methods. This study employed the finite element method (FEM) for biomechanical analysis of the "plate-clavicle" system. Solid models of the plate and clavicle were created using Autodesk Inventor PRO and converted into finite element models in the APM FEM (COMPASS-3D) environment. Applied loads included bending, compressive, and torsional moments, simulating real mechanical forces. The analysis was conducted to evaluate stresses, displacements, and the safety factor of the construction under various conditions.

Results. The modeling demonstrated that the optimized plate ensures a uniform distribution of stresses, reducing the risk of localized overloads at the screw attachment points and fracture site. Stress values within the structure remained below the yield strength of the titanium alloy, while displacements were within acceptable limits. The safety factor indicated high structural reliability, even under maximum loads. Additionally, the analysis revealed that the plate allows for minimal physiological movements, promoting faster patient rehabilitation.

Conclusion. The optimized design of the clavicle osteosynthesis plate exhibits high mechanical stability and the ability to withstand significant loads without the risk of structural failure. The proposed plate can be recommended for clinical application due to its reliable fixation, reduced risk of complications, and potential to shorten patient rehabilitation periods.

Keywords: osteosynthesis, clavicle, mathematical modeling, plate, titanium implants.

<https://doi.org/10.52889/1684-9280-2025-2-76-35-43>

A systematic review

Adaptation of living space for patients with Parkinson's Disease after deep brain stimulation: Reducing the risk of injury and improving the quality of life.

A systematic review

[Gani Uaqqazy](#)¹, [Chingiz Shashkin](#)², [Zhanybek Myrzaev](#)³, [Mereke Alaidarova](#)⁴, [Natalie Hellmers](#)⁵

¹ Assistant of the Department of Nursing, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan.

E-mail: gani.box.94@gmail.com

² Director of the Clinic of Modern Neurology and Neurorehabilitation "Shashkin Clinic", Almaty, Kazakhstan.

E-mail: chingizshashkin@gmail.com

³ Neurologist of the Clinic of Modern Neurology and Neurorehabilitation "Shashkin Clinic", Almaty, Kazakhstan.

E-mail: myrzaevjanik@gmail.com

⁴ Assistant of the Department of Nursing, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan.

E-mail: whiterose_93kz@mail.ru

⁵ Clinical and Research Nurse Practitioner at Weill Cornell Medicine, NYU Rory Meyers College of Nursing, New York, USA. E-mail: nh619@nyu.edu

Abstract

The adaptation of living space for patients with Parkinson's Disease (PD), including those who have undergone Deep Brain Stimulation (DBS), is crucial for improving their quality of life and minimizing the risks of injury.

This comprehensive review aims to analyze physical modifications, technological solutions, and space organization that can be used to adapt living space for patients with PD after DBS. The objective is to explore and systematize existing methods and recommendations for adapting living spaces, with an emphasis on measures to reduce the risk of injury and improve overall quality of life.

The review also aims to propose a comprehensive set of recommendations for home adaptation that promotes the independence and well-being of patients, taking into account the unique needs of those who have undergone DBS. Additionally, the effectiveness of existing solutions will be assessed, and the most promising areas for development in this field will be identified.

Keywords: Parkinson's disease, deep brain stimulation, home adaptation, injury prevention, quality of life.

Corresponding author: Gani Uaqqazy, Assistant of the Department of Nursing, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan
Phone: +7 7475225628
E-mail: gani.box.94@gmail.com

J Trauma Ortho Kaz 76 (2) 2025: 35-43

Received: 19-03-2025

Accepted: 10-04-2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Introduction

The adaptation of living space for patients with Parkinson's Disease (PD), including those who have undergone Deep Brain Stimulation (DBS), is relevant due to the need to improve their quality of life and minimize the risks of injury. Patients after DBS face specific changes, such as improved but not completely eliminated motor symptoms and persistent non-motor symptoms, which require new approaches and technologies to ensure their safety and comfort at home.

Prevalence of Falls in PD Patients: Statistics show that up to 70% of individuals with PD experience falls annually, with approximately 50% of these individuals falling recurrently. These falls often result in significant injuries such as fractures and head trauma [1].

Challenges Post-DBS: Patients who have undergone DBS still face residual motor symptoms and persistent non-motor symptoms such as cognitive impairments and autonomic dysfunctions. These ongoing challenges necessitate continuous adaptation and modification of their living environments to ensure safety and comfort [2].

The relevance of the study of adaptation of living space for patients with PD, including after DBS, is due to the

need to improve their quality of life and minimize the risks of injury. Given the specific changes that patients undergo after such surgical interventions, it is important to consider new approaches and technologies to ensure their safety and comfort in the home environment.

Our research is aimed at analyzing physical modifications, technological solutions and space organization that can be used to adapt living space for patients with PD after DBS.

Objective of the Review: to explore and systematize existing methods and recommendations for adapting living spaces for patients with PD who have undergone DBS, with an emphasis on measures to reduce the risk of injury and improve overall quality of life. As a result of our research, we aim to propose a comprehensive set of recommendations for home adaptation that promotes the independence and well-being of patients, taking into account the unique needs of those who have undergone DBS. Additionally, we plan to assess the effectiveness of existing solutions and identify the most promising areas for development in this field.

Methodology

To achieve this goal, our search strategy was aimed at analyzing publications on the adaptation of living space for patients with PD, including those who have undergone surgeries. We used the PubMed, Web of Science, Scopus, and Google Scholar databases to search for relevant articles. The search focused on new technologies, devices, and methods that enhance patient safety and improve quality of life. The main topics included advanced devices and technologies, as well as creative solutions to improve patient safety and comfort.

Selection criteria included studies with large sample sizes, meta-analyses, systematic reviews, and original research articles from the last 20 years, providing statistically validated data. Brief reports and non-academic sources were excluded. The search identified 1,180 articles, of which 23 of the most relevant were selected for detailed analysis (Figure 1).

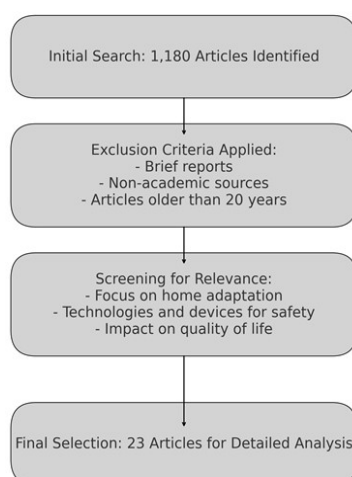


Figure 1 - The search algorithm

The main characteristics of the included studies, including sample sizes, study designs, primary outcomes,

and risk of bias assessments, are summarized in Table 1.

General Injury and Risk Expectations for Parkinson's Patients

Patients with PD face numerous risks, especially concerning injuries and accidents. These risks are exacerbated by motor symptoms such as tremors, rigidity, and bradykinesia, as well as non-motor symptoms like cognitive impairments and postural instability. Research shows that patients with PD are at a higher risk of falls and fall-related injuries, including fractures, head trauma, and

soft tissue injuries. Falls are a major concern, with studies indicating that up to 70% of individuals with PD experience falls annually, and about 50% of these individuals fall recurrently [3-5].

Table 1 - The main characteristics of the included studies

Author(s), Year	Study Type	Sample Size (n)	Primary Outcomes	Risk of Bias
Zampogna et al., 2022	RCT	200	Fall frequency, safety	Low
Bronstein et al., 2011	Systematic Review	15 studies	Environmental modifications	Moderate
Wielinski et al., 2005	Cohort	350	Falls, adaptation	Moderate
Bloem et al., 2004	Cohort	275	Falls, adaptation	Moderate
Chen et al., 2012	Retrospective	180	Injuries, quality of life	High
Pouwels et al., 2013	Cohort	400	Physical activity	Moderate
Schuepbach et al., 2013	RCT	250	Balance, adaptation	Low
Frazzitta et al., 2015	RCT	220	Physical activity	Low
Fasano et al., 2012	Systematic Review	12 studies	Deep brain stimulation	Moderate
Mera et al., 2013	Cohort	300	Balance, adaptation	Moderate

The risk of falls is linked to the progressive nature of PD, where motor symptoms worsen over time, leading to a decline in physical abilities. Postural instability, a common symptom, significantly contributes to the high incidence of falls. Patients often have difficulty maintaining balance, which increases the likelihood of falls, particularly during activities such as walking, turning, or standing up from a seated position [3,5].

Non-motor symptoms also play a crucial role in increasing injury risks. Cognitive impairments, such as difficulties with attention and executive function, can lead to poor judgment and slower reaction times, further heightening the risk of accidents. Additionally, autonomic dysfunctions, such as orthostatic hypotension, can cause sudden drops in blood pressure upon standing, leading to dizziness and falls [3,4,5].

DBS is known to improve motor functions in PD patients; however, it does not completely eliminate the risk

of falls and injuries. Post-DBS patients may still experience episodes of freezing of gait, dyskinesias, and fluctuations in motor performance, all of which can contribute to falls and accidents. Therefore, even after surgical interventions, the need for environmental adaptations remains critical to mitigate these risks [3,5].

To address these risks, a comprehensive understanding of the injury mechanisms and contributing factors is essential. This includes recognizing the impact of both motor and non-motor symptoms on patient safety and implementing targeted interventions to reduce fall risks and enhance overall safety. Home modifications, physical therapy, and caregiver education are vital components of a holistic approach to managing injury risks in PD patients post-DBS [3,4,5].

Key risk factors contributing to falls in Parkinson's disease patients after DBS, along with strategies for their prevention, are presented in Table 2.

Table 2 - Key risk factors contributing to falls in Parkinson's disease patients after DBS

Risk Factor	Description	Preventive Measures	Source (Article)
Postural instability	Impaired balance and coordination, increased risk of falls. Common in patients after DBS	Use of walkers, handrails, non-slip surfaces, physiotherapy	Zampogna et al., 2022
Cognitive impairments	Slowed reaction, decreased attention, difficulties in assessing danger	Cognitive function assessment, creating a safe environment, training in adaptive skills	Bronstein et al., 2011
Muscle rigidity and bradykinesia	Muscle stiffness, slow movements, difficulty changing posture, leading to falls	Regular stretching exercises, physiotherapy, medication adjustments	Wielinski et al., 2005
Orthostatic hypotension	Sudden drop in blood pressure when standing up, causing dizziness	Blood pressure control, adequate hydration, slow standing up	Bloem et al., 2004
Medication side effects	Some medications (e.g., levodopa) can cause hypotension, drowsiness, and coordination issues	Personalized medication therapy, dose reduction if necessary	Chen et al., 2012
Vision problems	Reduced visual acuity, poor depth perception, age-related changes (cataracts, glaucoma)	Regular ophthalmologist check-ups, proper eyeglasses, improved lighting	Pouwels et al., 2013
Lower limb weakness	Reduced leg strength, impaired gait, difficulty climbing stairs or standing up	Strength training for lower limbs, balance exercises	Schuepbach et al., 2013
Poor home lighting	Dark corridors, lack of night lighting, increasing risks	Installing night lights, automatic lighting in hallways and bathrooms	Frazzitta et al., 2015
Presence of carpets and obstacles on the floor	Uneven surfaces, protruding carpets, wires – all can trigger falls	Removing potential obstacles, securing carpets, organizing wires.	Fasano et al., 2012
Lack of physical activity	A sedentary lifestyle leads to loss of strength, flexibility, and coordination	Exercise programs to improve flexibility, balance, and strength	Mera et al., 2013

Impact of Non-Motor Symptoms on Injury Risk

Non-motor symptoms like cognitive impairments significantly increase the risk of injuries in PD. Cognitive impairments, such as difficulties with attention and executive function, contribute to poor judgment and slower

reaction times, heightening the risk of accidents [3,4]. Additionally, autonomic dysfunctions, such as orthostatic hypotension, cause sudden drops in blood pressure upon standing, leading to dizziness and falls [3,5].

Mechanisms of Falls in PD

The mechanisms that lead to falls in PD patients are multifaceted, involving both motor and non-motor

factors. Motor symptoms such as tremors, rigidity, and bradykinesia contribute to difficulties in maintaining

balance and coordination. Non-motor symptoms, including cognitive impairments and autonomic dysfunctions, further exacerbate these risks by affecting judgment, reaction

times, and blood pressure regulation. This combination of factors makes PD patients particularly susceptible to falls and related injuries [3,4,5].

Effects of Deep Brain Stimulation on Balance and Gait

DBS of the subthalamic nucleus (STN) and internal globus pallidus (GPi) provides an effective treatment for alleviating motor signs in PD patients. However, its effects on gait and balance disorders are less successful and may even aggravate freezing of gait and imbalance. Both STN and GPi-DBS improve gait parameters and quiet standing postural control in PD patients. However, their effects on dynamic postural control and anticipatory postural adjustments

(APAs) remain controversial. STN-DBS tends to aggravate postural control, while GPi-DBS may have either no change or a slight positive effect [3,5].

In conclusion, the risk of falls and injuries in PD patients is multifaceted, involving both motor and non-motor symptoms. Understanding these mechanisms is crucial for implementing effective interventions to enhance patient safety and reduce injury risks [3,5].

Improvement of Motor Functions

DBS has been shown to significantly improve motor functions in patients with PD. This improvement is primarily due to the modulation of neural activity in motor-related brain regions, resulting in enhanced control over movements and reduction of motor symptoms such as tremors, rigidity, and bradykinesia. Studies have reported that DBS can lead to a 30-50% improvement in motor scores, as measured by the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS) [6].

One of the key benefits of DBS is its ability to reduce the severity and frequency of motor fluctuations, which are common in advanced PD. These fluctuations, characterized by unpredictable periods of "off" times (when medication effects wane), can be debilitating for patients. DBS helps stabilize these fluctuations, providing more consistent and reliable motor function throughout the day [8]. Additionally, DBS can reduce dyskinesias (involuntary movements caused by long-term use of levodopa) by allowing lower doses of dopaminergic medications, thereby minimizing side effects [5].

Improvements in motor function post-DBS are not limited to just tremor and rigidity. Patients often experience better gait and postural control, which are critical for maintaining balance and reducing the risk of falls. Enhanced motor control can lead to greater independence in daily

activities, such as dressing, eating, and personal hygiene, which significantly impacts the quality of life [7].

However, it's important to note that while DBS greatly improves motor functions, it does not halt the progression of PD. Continued medical management and rehabilitation are essential to maintain and optimize the benefits of DBS. Physical therapy and exercise programs tailored to the individual needs of PD patients can further enhance motor outcomes by promoting strength, flexibility, and coordination [8].

Quantitative analysis of gait and balance response to DBS in PD has shown that optimizing DBS parameters for gait and balance can be significantly more challenging than for other PD motor symptoms. Clinical assessments of gait and balance disturbances using the UPDRS have demonstrated that DBS can improve kinematic features associated with these tasks, leading to better gait and balance control [9].

Research has indicated that the effectiveness of DBS on gait and balance might depend on specific stimulation settings, such as the frequency and amplitude of stimulation. High-frequency stimulation improves tremor and bradykinesia but may not be as effective for gait and balance, whereas lower frequency stimulation can yield better improvements in these areas [10].

Reducing the Risk of Falls and Injuries

Patients with PD are at a higher risk of falls and related injuries, which can significantly impact their quality of life and independence. DBS can improve motor symptoms, but it does not completely eliminate the risk of falls. Adaptation of the living space is crucial to mitigate these risks.

Research has shown that specific home modifications can substantially reduce the risk of falls. For example, installing handrails and grab bars in key areas such as bathrooms and hallways provides additional support and stability for patients, helping them navigate their living spaces safely [4]. Enhanced lighting throughout the home, particularly in stairways and entryways, helps patients better see and avoid potential hazards [11].

Eliminating trip hazards such as loose rugs, electrical cords, and clutter is another effective strategy. Replacing standard furniture with adaptive pieces that are easier to get in and out of can also help prevent falls. For instance, using chairs with armrests and higher seat heights can make standing up easier for individuals with balance and strength issues [12].

Incorporating technology, such as fall detection systems and smart home devices, can further enhance safety. These systems can alert caregivers or medical personnel in case of a fall, ensuring timely assistance. Smart

lighting systems that automatically illuminate paths when motion is detected can also reduce the risk of stumbling in the dark [13].

A systematic review has highlighted the importance of a comprehensive assessment by healthcare professionals to identify individual needs and customize home modifications accordingly. This personalized approach ensures that the specific challenges faced by each patient are addressed, maximizing the effectiveness of the interventions [14].

Research supports that technology-assisted balance and gait training can significantly reduce the incidence of falls in patients with PD. In a randomized controlled trial, technology-assisted training led to fewer fallers and a lower fall rate compared to conventional strength training [15]. This approach included the use of devices that provided preparatory cues and augmented feedback, which facilitated motor learning and improved balance performance. Moreover, the benefits of such training extended beyond the training period, demonstrating long-term efficacy in reducing falls [15].

Another study found that balance training focusing on postural control and stability, assisted by technological devices, resulted in significant improvements in postural response latency and stride length. These improvements

contributed to a reduced fall risk for up to 12 months post-training [16]. This evidence highlights the critical role of incorporating both environmental modifications and

technology-assisted training programs to effectively reduce the risk of falls and related injuries in patients with PD.

Improving the Quality of Life

Adapting the living space for patients with PD who have undergone DBS can significantly improve their quality of life. These adaptations focus on enhancing safety, promoting independence, and creating a supportive environment that addresses both physical and cognitive challenges.

A primary aspect of improving quality of life through home modifications is ensuring accessibility and ease of movement within the living space. This includes widening doorways to accommodate mobility aids like walkers or wheelchairs, installing ramps in place of stairs, and ensuring that floors are smooth and level to prevent tripping hazards. Bathrooms are often modified to include walk-in showers, raised toilet seats, and grab bars, making daily hygiene activities safer and more manageable [11].

Another critical area is the kitchen, where modifications can facilitate independent meal preparation and reduce the risk of accidents. Lowering countertops, using easy-to-open cabinets, and ensuring that frequently used items are within reach can help patients maintain their independence. Additionally, implementing touch-sensitive faucets and appliances with large, easy-to-read controls can make kitchen tasks more accessible [17].

Cognitive challenges associated with PD, such as memory problems and difficulty with spatial awareness, can also be addressed through environmental modifications. Using contrasting colors for walls and floors can help patients distinguish different areas and navigate their home more effectively. Labeling drawers and cabinets with both words and pictures can assist patients in finding items easily, reducing frustration and enhancing their ability to perform daily tasks independently [18].

Incorporating assistive technologies can further improve the quality of life. For instance, voice-activated systems can control lighting, temperature, and entertainment systems, allowing patients to make

adjustments without physical effort. Automated medication dispensers can ensure that patients take their medications on time, which is crucial for managing PD symptoms effectively [13].

Research indicates that these modifications not only improve safety and functionality but also contribute to a greater sense of well-being and confidence among patients. By reducing the physical and cognitive burdens of daily tasks, these adaptations allow patients to focus more on their social interactions and personal interests, which are essential components of a high quality of life [19].

Evidence supports the importance of neurorehabilitation in improving the quality of life for PD patients. Tailored neurorehabilitation programs, which may include visual rehabilitation, cueing via wearable devices, and telemedicine, have shown promise in addressing both motor and non-motor symptoms.

For example, visual impairments can be managed through collaboration with ophthalmologists, improving patients' overall functionality and safety at home. Wearable devices that provide real-time cues can help manage symptoms like freezing of gait, enhancing mobility and reducing fall risk. Additionally, telemedicine offers a convenient way to deliver specialized care and rehabilitation services directly to patients' homes, ensuring continuous support and intervention [20].

Cognitive rehabilitation strategies, including cognitive exercises and behavioral adaptations, play a vital role in maintaining cognitive health and improving daily functioning. Non-pharmacological interventions, such as structured cognitive training and the use of assistive technology, can help mitigate the impact of cognitive decline, allowing patients to remain engaged in their daily activities and maintain their independence [21].

Psychological and Emotional Aspects

Psychological and emotional well-being is a critical component of quality of life for patients with PD who have undergone DBS. The process of adapting to life post-DBS can be emotionally challenging, necessitating comprehensive psychological support alongside physical adjustments in the living space.

Patients with PD often experience a range of emotional and psychological issues, including depression, anxiety, and apathy. The stress of dealing with a chronic illness, coupled with the side effects of DBS, can exacerbate these conditions. Therefore, creating a supportive environment is essential for emotional well-being. This includes not only physical modifications but also the presence of a strong social support system and access to mental health resources [22].

One effective strategy to address psychological challenges is incorporating elements of environmental enrichment into the living space. This can include creating areas for leisure activities, such as reading or listening to music, which can help reduce stress and promote relaxation. Having a designated space for hobbies or light physical activities, like yoga or stretching, can also contribute positively to mental health [13].

Another crucial aspect is ensuring that the home

environment is conducive to social interactions. Isolation can be detrimental to mental health, so designing spaces that encourage family gatherings or visits from friends can be beneficial. This could involve setting up comfortable seating areas or creating an inviting outdoor space where social activities can take place safely [18].

Access to assistive technologies can also play a significant role in reducing anxiety and promoting a sense of security. For instance, wearable devices that monitor vital signs and alert caregivers to potential issues can provide peace of mind for both patients and their families. Similarly, home automation systems that manage lighting, temperature, and security can help patients feel more in control of their environment, which is crucial for reducing stress and anxiety [24].

In addition, psychological counseling and support groups are invaluable resources for patients and their caregivers. Regular sessions with a psychologist or counselor can help address ongoing emotional issues, while support groups provide a platform for sharing experiences and coping strategies.

These resources can significantly enhance the emotional resilience of patients, helping them navigate the complexities of living with PD after DBS [11].

DBS can lead to significant improvements in mood and anxiety for many PD patients. However, it can also lead to mood disturbances, including depression and mania, particularly in the immediate postoperative period. Studies have reported instances of both transient and chronic mood disorders post-DBS, highlighting the importance of

Limitations and Discussion

While the adaptation of living spaces for patients with PD post-deep DBS offers numerous benefits, it is crucial to acknowledge and discuss the limitations and challenges associated with these adaptations. Understanding these constraints is vital for developing more effective strategies and improving the overall quality of life for patients.

Financial Constraints. One of the significant barriers to implementing home adaptations is the financial burden. Many patients and their families may not have the financial resources to make the necessary modifications to their homes. The cost of installing handrails, improving lighting, and purchasing specialized furniture can be prohibitive. Additionally, the ongoing maintenance and potential upgrades required to keep the adaptations effective add to the financial strain [18]. This financial limitation often means that only a subset of patients can benefit from these adaptations, leaving others at increased risk of injuries and decreased quality of life.

Access to Professional Services. Another limitation is the accessibility of professional services required for effective home adaptation. Not all patients have access to occupational therapists, physiotherapists, or home modification experts who can provide personalized recommendations and oversee the implementation of adaptations. This gap in professional support can result in suboptimal modifications that do not fully address the specific needs of the patient [23]. Moreover, rural and underserved areas are particularly affected by the lack of access to these crucial services, exacerbating health disparities among patients with PD.

Technological and Structural Limitations. Technological advancements, such as smart home systems and assistive devices, play a significant role in enhancing the safety and comfort of patients. However, the implementation of such technologies can be hindered by existing structural limitations of homes. Older buildings, for example, may not be compatible with modern technologies, requiring extensive renovations that are often costly and impractical. Additionally, the integration of advanced technologies may require reliable internet connectivity and electrical infrastructure, which may not be available in all areas [13].

Conclusions

The adaptation of living spaces for patients with PD following DBS is a multifaceted approach aimed at enhancing safety, independence, and overall quality of life. This comprehensive review highlights the critical importance of addressing both the physical and psychological needs of patients through well-designed home modifications.

Summary of Findings. General Injury and Risk Expectations: Patients with PD post-DBS are at a higher risk of falls and injuries due to motor and non-motor symptoms. These risks necessitate proactive measures to create safer living environments.

Improvement of Motor Functions: Adaptations such as installing handrails, non-slip flooring, and adequate lighting significantly improve motor function and mobility, reducing the risk of falls and enhancing patient confidence in their daily activities.

monitoring and managing these potential side effects. The variability in postoperative mood outcomes suggests a need for personalized approaches in psychological care and adjustment of DBS settings to optimize patient well-being [2].

Ethical and Legal Issues. Adapting living spaces also raises ethical and legal considerations. Questions regarding the responsibility for funding and maintaining home adaptations are common. There are also concerns about the rights of patients to have their living environments modified without compromising their autonomy and privacy. Ensuring that adaptations are made with the patient's consent and involvement is crucial to maintaining their dignity and independence [22].

Evaluation of Adaptation Effectiveness. Evaluating the effectiveness of home adaptations presents another challenge. While numerous studies highlight the benefits of adaptations, there is a need for standardized evaluation methods to assess their impact comprehensively. Long-term studies are essential to understand how these adaptations influence the quality of life and safety of patients over time. Additionally, the subjective nature of quality of life and the variability in individual needs make it challenging to develop universally applicable recommendations [11].

Psychological and Social Barriers

Psychological resistance and social factors can also impede the successful implementation of home adaptations. Patients may resist changes to their living environments due to attachment to their current settings or a lack of understanding of the benefits of adaptations. Furthermore, social stigma associated with the use of assistive devices and modifications can deter patients from embracing these changes, leading to underutilization of available resources [8].

In conclusion, while the adaptation of living spaces for patients with PD post-DBS is a promising approach to reducing injury risk and improving quality of life, several limitations must be addressed. Financial constraints, access to professional services, technological and structural barriers, ethical and legal issues, evaluation challenges, and psychological and social factors all play a role in the effectiveness of these adaptations. Addressing these limitations through comprehensive policies, increased funding, and improved access to professional services can enhance the impact of home adaptations and support the well-being of patients with PD.

Reducing the Risk of Falls and Injuries:

Comprehensive home modifications, including removing trip hazards and ensuring easy access to essential areas, are vital in minimizing fall risks. Studies have shown a notable reduction in fall incidents among patients living in adapted environments [18].

Improving the Quality of Life: Beyond physical safety,

home adaptations positively impact the emotional and psychological well-being of patients. Improved accessibility and comfort within the home environment contribute to greater independence and reduced stress [11].

Psychological and Emotional Aspects: Addressing the psychological aspects, such as reducing anxiety about potential falls and increasing feelings of security, is essential. Psychological support and involving patients

in the adaptation process can significantly enhance their acceptance and satisfaction with the modifications.

Limitations: Financial constraints, limited access to professional services, technological and structural barriers, and ethical and legal considerations are significant challenges in the widespread implementation of home adaptations. Addressing these limitations through policy changes and increased funding is crucial for broader adoption [23].

Future Directions. To further enhance the effectiveness of home adaptations for PD patients post-DBS, future research should focus on:

- Developing cost-effective solutions and funding mechanisms to support home modifications.
- Increasing access to professional services in rural and underserved areas.
- Promoting the integration of advanced technologies that cater to the unique needs of PD patients.
- Establishing standardized evaluation methods to assess the long-term impact of home adaptations on patient

safety and quality of life.

By addressing these areas, we can ensure that more patients benefit from safer and more supportive living environments, ultimately improving their overall well-being and independence.

Conflict of interest: the authors declare no conflicts of interest.

Funding: no external sources.

Ethical Approval: This study was conducted in compliance with ethical standards. No new patient data were collected directly for this review.

Informed Consent: As this is a systematic review, no individual patient data were used, and informed consent was not required.

Author's contribution. Conceptualization - G.U., N.H.; writing draft version - G.U., M.A.; writing and editing - G.U., Ch.Sh., H.N.; collection and analysis literature - G.U., M.A., J.M., Sh.Ch.

References

1. Zampogna, A., Cavallieri, F., Bove, F., Suppa, A., Castrioto, A., Meoni, S., Moro, E. (2022). Axial impairment and falls in Parkinson's disease: 15 years of subthalamic deep brain stimulation. *NPJ Parkinson's disease*, 8(1), 121. <https://doi.org/10.1038/s41531-022-00383-y>
2. Bronstein, J. M., Tagliati, M., Alterman, R. L., Lozano, A. M., Volkmann, J., Stefani, A., DeLong, M. R. (2011). Deep brain stimulation for Parkinson disease: an expert consensus and review of key issues. *Archives of neurology*, 68(2), 165-165. <https://doi.org/10.1001/archneurol.2010.260>
3. Wielinski, C. L., Erickson-Davis, C., Wichmann, R., Walde-Douglas, M., Parashos, S. A. (2005). Falls and injuries resulting from falls among patients with Parkinson's disease and other parkinsonian syndromes. *Movement Disorders*, 20(4), 410-415. <https://doi.org/10.1002/mds.20347>
4. Bloem, B. R., Hausdorff, J. M., Visser, J. E., Giladi, N. (2004). Falls and freezing of gait in Parkinson's disease: a review of two interconnected, episodic phenomena. *Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society*, 19(8), 871-884. <https://doi.org/10.1002/mds.20115>
5. Chen, Y. Y., Cheng, P. Y., Wu, S. L., Lai, C. H. (2012). Parkinson's disease and risk of hip fracture: an 8-year follow-up study in Taiwan. *Parkinsonism related disorders*, 18(5), 506-509. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2012.01.014>
6. Pouwels, S., Bazelier, M. T., De Boer, A., Weber, W. E. J., Neef, C., Cooper, C., De Vries, F. (2013). Risk of fracture in patients with Parkinson's disease. *Osteoporosis International*, 24, 2283-2290. <https://doi.org/10.1007/s00198-013-2300-2>
7. Schuepbach, W. M. M., Rau, J., Knudsen, K., Volkmann, J., Krack, P., Timmermann, L., Deuschl, G. (2013). Neurostimulation for Parkinson's disease with early motor complications. *New England Journal of Medicine*, 368(7), 610-622. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1205158>
8. Frazzitta, G., Maestri, R., Bertotti, G., Riboldazzi, G., Boveri, N., Perini, M., Ghilardi, M. F. (2015). Intensive rehabilitation treatment in early Parkinson's disease: a randomized pilot study with a 2-year follow-up. *Neurorehabilitation and neural repair*, 29(2), 123-131. <https://doi.org/10.1177/1545968314542981>
9. Fasano, A., Daniele, A., Albanese, A. (2012). Treatment of motor and non-motor features of Parkinson's disease with deep brain stimulation. *The Lancet Neurology*, 11(5), 429-442. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(12\)70049-2](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(12)70049-2)
10. Mera, T. O., Filipkowski, D. E., Riley, D. E., Whitney, C. M., Walter, B. L., Gunzler, S. A., Giuffrida, J. P. (2013). Quantitative analysis of gait and balance response to deep brain stimulation in Parkinson's disease. *Gait posture*, 38(1), 109-114. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.10.025>
11. Gillespie, L. D., Robertson, M. C., Gillespie, W. J., Sherrington, C., Gates, S., Clemson, L., Lamb, S. E. (2012). Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane database of systematic reviews*, (9). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007146.pub3>
12. Tan, L., Wang, Y., Zhou, L., Shi, Y., Zhang, F., Liu, L., Nie, S. (2014). Parkinson's disease and risk of fracture: a meta-analysis of prospective cohort studies. *PLoS One*, 9(4), e94379. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094379>
13. Simonet, C., Noyce, A. J. (2021). Dementia, smart homes, and Parkinson's disease. *Journal of Parkinson's disease*, 11(s1), S55-S63. <https://doi.org/10.3233/JPD-202398>
14. Stark, S., Keglovits, M., Arbesman, M., Lieberman, D. (2017). Effect of home modification interventions on the participation of community-dwelling adults with health conditions: A systematic review. *The American Journal of Occupational Therapy*, 71(2), 7102290010p1-7102290010p11. <https://doi.org/10.5014/ajot.2017.018887>
15. Morris, M. E., Menz, H. B., McGinley, J. L., Watts, J. J., Huxham, F. E., Murphy, A. T., Iansek, R. (2015). A randomized controlled trial to reduce falls in people with Parkinson's disease. *Neurorehabilitation and neural repair*, 29(8), 777-785. <https://doi.org/10.1177/1545968314565511>
16. Shen, X., Mak, M. K. (2015). Technology-assisted balance and gait training reduces falls in patients with Parkinson's disease: a randomized controlled trial with 12-month follow-up. *Neurorehabilitation and neural repair*, 29(2), 103-111. <https://doi.org/10.1177/1545968314537559>
17. Bhidayasiri, R., Jitkrisadikul, O., Boonrod, N., Sringean, J., Calne, S. M., Hattori, N., Hayashi, A. (2015). What is

the evidence to support home environmental adaptation in Parkinson's disease? A call for multidisciplinary interventions. *Parkinsonism related disorders*, 21(10), 1127-1132. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2015.08.025>

18. Haak, M., Slaug, B., Löfqvist, C., Nilsson, M. H. (2013). Technical aids and housing adaptations among very old people with self-reported Parkinson's disease compared to matched controls. *Journal of Parkinsonism and Restless Legs Syndrome*, 41-47. <https://doi.org/10.2147/JPRLS.S44329>

19. Bargiotas, P., Eugster, L., Oberholzer, M., Debove, I., Lachenmayer, M. L., Mathis, J., Bassetti, C. L. (2017). Sleep-wake functions and quality of life in patients with subthalamic deep brain stimulation for Parkinson's disease. *PLoS One*, 12(12), e0190027. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190027>

20. Goldman, J. G., Vernaleo, B. A., Camicioli, R., Dahodwala, N., Dobkin, R. D., Ellis, T., Simmonds, D. (2018). Cognitive impairment in Parkinson's disease: a report from a multidisciplinary symposium on unmet needs and future directions to maintain cognitive health. *npj Parkinson's Disease*, 4(1), 19. <https://doi.org/10.1038/s41531-018-0055-3>

21. Ekker, M. S., Janssen, S., Nonnekes, J., Bloem, B. R., De Vries, N. M. (2016). Neurorehabilitation for Parkinson's disease: future perspectives for behavioural adaptation. *Parkinsonism related disorders*, 22, S73-S77. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2015.08.031>

22. Clausen, J. (2010). Ethical brain stimulation – neuroethics of deep brain stimulation in research and clinical practice. *European Journal of Neuroscience*, 32: 1152-1162. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2010.07421.x>

23. Iwarsson, S., Andersson, N., Slaug, B., Nilsson, M. H. (2022). People with Parkinson's disease and housing issues: A scoping review. *Health Science Reports*, 5(2), e511. <https://doi.org/10.1002/hsr2.511>

Паркинсон ауруына шалдыққан науқастар үшін терең ми стимуляциясынан кейін тұрғын ортаны бейімдеу: Жарақат алу қаупін азайту және өмір сапасын жақсарту. Жүйелік шолу

[Уақказы Ғ.Б.](#)¹, [Шашкин Ч.С.](#)², [Мырзаев Ж.Т.](#)³, [Әләйдарова М.Е.](#)⁴, [Natalie Hellmers](#)⁵

¹ Мейіргер ісі кафедрасының ассистенті, Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан.

E-mail: gani.bx.94@gmail.com

² Клиника директоры, «Shashkin Clinic» заманауи неврология және нейрореабилитация клиникасы,

Алматы, Қазақстан. E-mail: chingizshashkin@gmail.com

³ Невропатолог, «Shashkin Clinic» заманауи неврология және нейрореабилитация клиникасы,

Алматы, Қазақстан. E-mail: myrzaevjanik@gmail.com

⁴ Мейіргер ісі кафедрасының ассистенті, Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан.

E-mail: whiterose_93kz@mail.ru

⁵ Клиникалық және зерттеу мейіргерлік тәжірибеші, Вайлл Корнелл медицина факультеті, Нью-Йорк университетінің Рори Мейерс мейіргерлік колледжі, Нью-Йорк, АҚШ. E-mail: nh619@nyu.edu

Түйіндеме

Паркинсон ауруы бар пациенттер үшін, әсіресе терең ми стимуляциясынан өткен адамдар үшін, тұрғын үй кеңістігін бейімдеу олардың өмір сүру сапасын жақсартуға және жарақат алу қаупін азайтуға айтарлықтай ықпал етеді. Бұл шолу зерттеуі тұрғын үй кеңістігін бейімдеу үшін қолдануға болатын физикалық модификациялар, технологиялық шешімдер және кеңістікті ұйымдастыру әдістерін талдауға бағытталған.

Зерттеудің мақсаты - тұрғын үй кеңістігін бейімдеудің бар әдістері мен ұсыныстарын жүйелеу, жарақат алу қаупін азайтуға және пациенттердің жалпы өмір сапасын жақсартуға бағытталған шараларды анықтау. Сондай-ақ, үй жағдайында дербестікті қамтамасыз ететін және терең ми стимуляциясынан өткен пациенттердің әл-ауқатын арттыратын кешенді ұсыныстар жиынтығы ұсынылды. Сонымен қатар, бар шешімдердің тиімділігі бағаланып, осы саладағы болашақ даму бағыттары анықталды.

Түйінді сөздер: Паркинсон ауруы, терең ми стимуляциясы, тұрғын үйді бейімдеу, жарақаттардың алдын алу, өмір сапасы.

Адаптация жилого пространства для пациентов с Болезнью Паркинсона после глубокой стимуляции мозга: Снижение риска травм и повышение качества жизни. Систематический обзор

[Уақказы Ғ.Б.](#)¹, [Шашкин Ч.С.](#)², [Мырзаев Ж.Т.](#)³, [Әләйдарова М.Е.](#)⁴, [Natalie Hellmers](#)⁵

¹ Ассистент кафедры сестринского дела, Медицинский университет Астана,

Астана, Казахстан. E-mail: gani.bx.94@gmail.com

² Директор клиники, Клиника современной неврологии и нейрореабилитации «Shashkin Clinic»,

Алматы, Казахстан. E-mail: chingizshashkin@gmail.com

³ Невропатолог, Клиника современной неврологии и нейрореабилитации «Shashkin Clinic»,

Алматы, Казахстан. E-mail: myrzaevjanik@gmail.com

⁴ Ассистент кафедры сестринского дела, Медицинский университет Астана,

Астана, Казахстан. E-mail: whiterose_93kz@mail.ru

⁵ Клинический и научный специалист по сестринскому делу, Медицинский факультет Вейлла Корнелла, Нью-Йоркский университет, Колледж сестринского дела Рори Мейерса, Нью-Йорк, США. E-mail: nh619@nyu.edu

Резюме

Адаптация жилого пространства для пациентов с Болезнью Паркинсона (БП), включая тех, кто перенес глубокую стимуляцию мозга (DBS), играет важную роль в улучшении их качества жизни и снижении риска травм. Данный обзор направлен на анализ физических модификаций, технологических решений и организации пространства, которые могут быть использованы для адаптации жилой среды пациентов с БП после DBS.

Цель исследования – изучить и систематизировать существующие методы и рекомендации по адаптации жилого пространства, с акцентом на меры по снижению риска травм и улучшению общего качества жизни пациентов. Кроме того, предлагается комплексный набор рекомендаций по адаптации дома, который способствует независимости пациентов и повышению их благополучия после DBS. Также оценивается эффективность существующих решений и определяются наиболее перспективные направления дальнейшего развития в данной области.

Ключевые слова: Болезнь Паркинсона, глубокая стимуляция мозга, адаптация жилья, профилактика травм, качество жизни.

<https://doi.org/10.52889/1684-9280-2025-2-76-44-50>

Conceptual article

Measures to increase satisfaction with hospitalization in the department of traumatology: Service design project

[Dildara Ahmedi](#)¹, [Feruza Saduyeva](#)², [Anastassiya Vlassova](#)³, [Saule Kaldar](#)⁴

¹ Nurse of the City Center for Primary Health Care, Karaganda, Kazakhstan. E-mail: dilyaanarova1995@gmail.com

² Assistant professor of the Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan. Email: Feruza_1308@mail.ru

³ Teacher at the Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan. Email: vlassnast@gmail.com

⁴ Lecturer of the Department of Informatics and biostatistics, Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan.

E-mail: kaldarsaule7@gmail.com

Abstract

In 2022, Kazakhstan's Bureau of National Statistics reported 2.449 accidents, with the Karaganda region recording the highest injury rate at 18.8% or 460 cases. Trauma department focus on emergency and routine care for musculoskeletal injuries and diseases, including diagnostics, conservative and surgical treatments. Patient-centered care, pivotal for quality health outcomes, and service design, an approach enhancing health care quality and patient satisfaction by addressing specific needs and preferences, are increasingly employed to improve service delivery and patient experiences in healthcare settings.

The aim: This study seeks to understand patient needs and expectations to enhance satisfaction within the trauma department.

Methods. This study employed a qualitative design using a service design approach to enhance patient satisfaction and increase service volume in the traumatology department at the Makazhanov clinic in Karaganda. Incorporating shadowing and semi-structured interviews with 12 patients and 6 nurses, using convenience sampling until data saturation were provided. Data from interviews were analyzed through content analysis method.

Results. Through interviews and observations involving both patients and staff, we sought insights into patient journeys, focusing particularly on the trauma care experience. The study revealed a strong patient desire for quick access to care, clear communication, effective pain management, specialized care, psychological support, and comfortable stay conditions. These findings will guide the development of targeted improvements in our trauma department's service design.

Conclusions. Our study identified key improvements for the trauma department's admissions process to enhance patient satisfaction and optimize hospitalization conditions. Overall, research revealed significant areas needing attention in the emergency trauma department, including challenges like long wait times, informational gaps, and overall uncertainty during hospital stays. Feedback from patients and staff highlighted the importance of understanding and meeting patient needs for effective healthcare, emotional backing, and clear communication.

Keywords: satisfaction, hospitalization, traumatology, service, nursing.

Corresponding author: Feruza Saduyeva, assistant professor, Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan

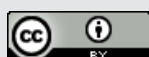
Phone: +7 7053145588

E-mail: Feruza_1308@mail.ru

J Trauma Ortho Kaz 76 (2) 2025: 44-50

Received: 24-03-2025

Accepted: 10-02-2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Introduction

According to the Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan, 2,449 accidents were registered in 2022 [1]. The highest injury rate remains in the Karaganda region. In 2022, 460 cases were recorded in this region, which is 18.8% of the total number of cases. In second place is the Ulytau region, where 307 people were injured at work (12.5% of the total number of cases) [1].

The trauma department is an essential component within a clinical institution that provides medical care to patients suffering from injuries and diseases of the musculoskeletal system [2]. This is a specialized unit focused on providing emergency and routine care, including diagnosis, conservative treatment, and surgical interventions.

The main tasks of the trauma department include providing emergency medical care, conducting comprehensive diagnostics, including clinical examination, laboratory, and instrumental tests, and providing services for performing various surgical interventions to treat injuries and orthopedic problems [3-10]. An important part of the work of a trauma department is the provision of patient care. The trauma department provides a full range of trauma care to patients, including assessment, timely dressings and procedures, pain control and provision of necessary medical care in the postoperative period. It is important to provide optimal conditions for recovery and prevent possible complications [11, 12].

Patient centered care is important while making

Materials and methods

Employing a qualitative research design, our study sought to elevate both patient satisfaction and the overall volume of services rendered. The study was aimed at implementing a service design approach to improve patient satisfaction. The methodological framework of Service Design was applied, utilizing the shadowing method and semi-structured interviews facilitated by the Service Design Toolkit (SDT) [16]. Encompassing patients hospitalized in the traumatology department of the Makazhanov clinic in Karaganda. Overall, 12 patients and 6 nurses took part in this study. We used convenience sampling to recruit participants into the research. All patients undergoing treatment in the trauma department of the clinic were invited to participate in the study. Recruitment was stopped when data saturation was reached. No participants withdrew from the study during the data collection and analysis.

Department of traumatology have 55 beds. During 2023 there was treated 1134 people by emergency causes and 209 people by planned

To ensure the ethics and transparency of the study, we developed an informed consent form in which patients consented to participate in the study to improve the quality of services and care provided by the emergency trauma department. A list of interview questions was also developed for both patients and medical staff, aimed at identifying the basic needs and expectations of both parties from the work and services of the emergency trauma department.

The interview results were analyzed using content analysis and grouped into categories.

Results

In the context of our study, the first tool we consider acts as a defining element in our quest to achieve the goal and objectives of our development. Through it, we identify

decisions in healthcare, as studying the needs to predict and create positive emotions shapes service analytics trends. Moreover, providing health care services that respect and meet the needs of patients and their caregivers is essential to achieving positive health outcomes and perceptions of quality of care, which constitutes patient-centered care [13].

One of the tools for providing user-oriented medical services is Service design. Service design is an innovative, human-centered approach to problem solving [14]. Service design is used to solve complex and persistent problems in various medical institutions and among a wide variety of patient groups to improve the quality of care and patient outcomes [15].

Service design helps improve the quality of health care and patient experience. Moreover, it allows processes and services to be tailored to patient needs and preferences, which is important for ensuring patient satisfaction. The introduction of service design promotes innovative approaches, such as the use of technology and improved communication, which are important for modern healthcare. Involving medical staff, administration and patients in the service design process ensures a more complete and balanced understanding of all aspects of health care [14,15].

The purpose of the study is to explore the needs and expectations of patients and develop recommendations to improve patient satisfaction in the trauma department.

In this work we will consider the Double Diamond model. It is a 4 sequential phase (Discover, Define, Develop and Deliver) Design Service initiated by the British Design Council in 2005 [15].

The «Discover» stage corresponds to a deep contextual understanding of problems through empathy for people. This stage uses divergent thinking and research/field research methods (e.g. interviews, observations and focus groups) to gain insight into people's explicit/latent needs, experiences, and motivations.

The «Define» stage identifies core issues using convergent thinking by analyzing/synthesizing recurring patterns in the contextual data collected in the Empathy stage. At this point, insight maps and affinity diagramming techniques can be used to help organize, cluster, and visualize complex data.

The third stage, or «Develop» aims to generate conceptual ideas and identify new solutions to the problem statement using a variety of thinking methods (e.g., brainstorming, storytelling, and co-creation workshops).

Finally, «Deliver» uses convergent thinking and focuses on adjusting and testing proposed concepts on a small scale and rejecting those that are not feasible/promising, using evaluation methods. Despite the linear illustration of the double diamond model, the process is most effective after going through four iterative and non-sequential stages involving divergent and convergent thinking.

problems associated with the provision of medical care and direct our efforts to improve the quality of medical services provided. Our goal is to create a favorable and

supportive environment for the treatment and rehabilitation of patients. Hospital staff have a strive to provide a high standard of medical care, create a comfortable environment and guarantee safety and security for both our patients and medical staff.

The study results enable us to provide an overview of the journey that patients take when presenting to a healthcare facility, with a particular focus on the experience of receiving care in trauma department. Our goal is to identify potential problems and inconveniences that patients experience and develop measures to improve this experience, providing a more comfortable and efficient service.

Planned hospitalization: Patients planning hospitalization go through several steps, beginning with contacting a primary care physician for consultation and then being placed on a waiting list for hospitalization. They face the challenges of long wait times and difficulty fitting hospitalization into their daily routine.

Emergency Admission: Patients with emergency

injuries are referred to the emergency department where, after examination and diagnosis, they are admitted to the hospital. Here, problems arise related to fear, pain, and the unexpected nature of events, which can cause anxiety and worry.

To conduct a study on the service design of a trauma department, we organized a series of interviews with patients and medical staff and observed the work of staff and the reactions of patients. The results of our interviews with patients allowed us to better understand our clients and identify additional information that we would like to receive. During the interviews, we asked certain questions, but we noticed that our patients, especially the elderly, were happy to talk about their lives, sharing joys and experiences, as well as the history of their trauma and fears. They also described the process of treatment and rehabilitation and expressed a desire to return home to family and friends as soon as possible to return to the normal rhythm of life. The interview results are presented in Table 1.

Table 1 - The results of interview with patients

Categories	Codes	Quotes
Challenges of hospitalization	Financial issues related to payment for medical services and medications	Patient 1 "Everything is so expensive, if I don't have time to get tested and come, I'll have to get tested at clinics for a fee." Patient 2 "I looked at the prices for rehabilitation, I'm afraid I can't afford it"
	Lack of information about the hospitalization process	Patient 5 "I don't know how long to wait for recovery" Patient 10 "I will be treated for about 10 days, they haven't said for sure yet" Patient 4 "They said they need surgery, they'll probably schedule it soon"
	Lack of information about the treatment plan	Patient 6 "They're injecting something. My heart is sick, probably from the heart, I told the doctor, he said he'll prescribe it."
	Discomfort when they cannot satisfy their basic needs on their own	Patient 5 "It's not convenient to constantly ask for help, I have a bad leg, sometimes I can't get up, I have to ask a nurse or other people. And it's not comfortable to ask for a boat."
	For patients undergoing planned hospitalization, problems are associated with long queues on the portal	Patient 1 "I waited until I was admitted to the hospital, collected and took tests through my local doctor. This process is long and hassle-free."
Psychological aspects	Stress, depression	Patient 11 "It's hard to lie in bed for days on end, people from the dean's office are constantly calling, asking when I'll be leaving"
	Need psychological support	Patient 12 "after the accident I have a fear of driving a car, I'm afraid"
	Social isolation	Patient 7 "I'm from a village, I don't have any friends here, my family can't come often, I want to go home soon"
Concerns during treatment:	Fear of surgery	Patient 4 "I feel afraid of the operation, I hope everything goes well"
	Recovery from injury	Patient 2 "I'm already old, I'll probably have to recover for a long time, who knows" Patient 8 "I have a fracture, I'll have to walk in a cast for 2 months, how will I survive this, children at home, everyday life, it'll probably be hard"
	Pain	Patient 9 "they said that if it doesn't heal properly, I'll have to break it again, I don't know how I can stand this pain again"
Concerns after discharge	Fear due to uncertainty in recovery	Patient 7 "The doctor said that it is unknown how my fracture will end, the result of the treatment will be clear only in a few months"
	Returning to previous lifestyle	Patient 11 "It took three months for rehabilitation, I'm afraid I'll miss a lot of studying, I don't know how I'll catch up with the program"
Needs and expectations	Transparent information from medical staff about the treatment plan and procedures performed	Patient 7 "I would like the doctor to explain in more detail and clearly what will happen next"
	Receiving highly qualified medical care	Patient 4 "I would like to get additional advice from another specialist, a rehabilitation specialist"
	Ensuring security and confidentiality	Patient 3 "I'm afraid of complications after surgery" Patient 5 "I'm scared to walk on crutches, I'm afraid to fall, the floor in the department is slippery"
	Speedy recovery and discharge	Patient 2 "I want to go home quickly, houses and walls are healing" Patient 9 "I hope I'll make a full recovery soon, I need to go to work"
	Comfortable outpatient treatment at your place of residence	Patient 3 "You will need to go to the clinic, I hope to undergo rehabilitation"

These aspects require attention and require the development of individualized approaches to improve the patient experience in the acute trauma department.

Based on the results of our month-long observation, carried out to look at the services we provide through the prism of patient experience. We carefully monitored patients' behavior and reactions, seeking to understand their feelings, thoughts, words, and actions, as well as what they saw and heard.

When interviewing medical staff, we saw how staff, including nurses, viewed their patients in the acute trauma unit. Average age of medical personnel is from 25 to 40 years old, have secondary specialized education and are constantly striving for professional development. The goals are to relieve pain and suffering for patients and ensure maximum comfort during treatment and rehabilitation.

Staff are always committed to supporting each patient, but sometimes face a lack of physical resources, which may prevent them from providing adequate attention to each patient. Patients depend on staff, and staff are aware of their responsibility. Despite fatigue and stress, she tries to maintain positive communication and empathy with each patient.

Also recognizes the importance of taking care of one's own psychological well-being. Therefore, access to psychological counseling and training to improve the emotional state of a healthcare worker would be a valuable resource for professional and personal growth.

During our research, we saw what our patients expect and what expectations they associate with hospitalization. In both planned and emergency hospitalizations, the basic needs of patients include:

- Quick access to medical care: Patients highly value prompt provision of medical care and special attention from medical staff.
- Clear and understandable communication: By understanding the nature of their injury, upcoming procedures, and treatment plan, patients feel more confident and more involved in the healing process.
- Specialized Care: Experienced staff providing quality support plays an important role in the recovery process.

Discussion

In our research, we found that patients worry about the consequences of an injury or surgery they have had or feel fear and anxiety about upcoming procedures. They observe their roommates, their injuries, and the interventions of medical staff. They also see the joy on neighbors' faces when they are discharged and recuperated, and they also see family during visits. Our findings align with previous studies, which have shown that patients expressed concern for their future, with pain and fear of falling being particularly common themes [17]. Another study showed that patient feel pain and more worried about the future. Patients' feelings of uncertainty were associated with a lack of information [18].

Most often, patients talk about their symptoms and pain, share their feelings, communicate with doctors, and ask questions. They hear recommendations for a speedy

Conclusions

As a result of our research in the emergency trauma department, we identified several important aspects that require attention and improvement. During both routine and emergency hospitalizations, patients face a variety of

• Pain Management: Effective pain relief and education about pain control techniques are key aspects of patient care.

• Psychological support: The importance of psychological support during recovery from injury is essential for patients.

• Comfortable stay conditions: Creating a comfortable environment during your hospital stay promotes a faster and more effective recovery.

All these aspects can serve as a basis for developing a program to improve the quality of care in the emergency trauma department.

Recommendations. Based on our research and understanding of service design, we have identified potential areas for improvement in the trauma department's admissions process. The developed recommendations can create optimal conditions for patients and ensure a high level of satisfaction during hospitalization.

Our recommendation includes the following aspects:

Personalized Experience: developing personalized experiences for patients based on their unique needs and preferences.

Improved Communication: integrating technology to improve communication, providing clear information about the treatment plan and hospitalization processes.

Emotional Support: implementation of emotional support measures, including psychological services and resources for patients and their families.

Feedback and Patient Participation: creating a feedback system that allows patients to actively participate in improving processes and services.

Staff Training: train medical staff in the principles of service design so that they effectively integrate it into daily practices.

Applying these recommendations within service design can significantly improve the interaction between patients and the healthcare facility, making processes more efficient.

recovery, as well as the concerns and worries of their roommates. Despite the restrictions imposed by the hospital regime, patients find ways to occupy themselves: they read books, watch movies on their phones or interesting videos. Those who are allowed can walk along the corridor and talk with patients from other wards. According to Abrahamsen et al. (2023) patients require information through a variety of delivery methods, preferably a combination of text, graphics, images, animations, and videos. The authors emphasized the importance of involving representatives of future users in creating this mHealth solution to meet user needs [19].

challenges and inconveniences, including long queues, lack of information and feelings of uncertainty.

After receiving feedback from patients and medical staff, we realized the significance of their experiences and

expectations. Patients expressed their concerns, fears, and hopes, which helped us better understand their needs for quality health care, emotional support, and awareness.

Based on our research, we have developed recommendations to improve the hospital environment in the emergency trauma department.

The results of our study provide the basis for the development and implementation of measures to improve hospitalization conditions and patient satisfaction in the emergency trauma department. Our goal is to provide the highest level of quality care and create a supportive and empathetic environment for all our patients.

References

1. О травматизме, связанном с трудовой деятельностью, и профессиональных заболеваниях в Республике Казахстан. 2023. Веб-сайт. [Дата обращения 24 мая 2024 года]. Режим доступа: <https://stat.gov.kz/ru/industries/economy/foreignmarket/publications/158509/>
2. Moura, D. L., Gabriel, J. P., Moura, D. (2021). Expandable intravertebral implants: a narrative review on the concept, biomechanics, and outcomes in traumatology. *Cureus*, 13(9). <https://doi.org/10.7759/cureus.17795>
3. Pan, Y., Zhu, H., Hou, L. (2022). Epidemiological analysis and emergency nursing care of oral and craniomaxillofacial trauma: a narrative review. *Annals of palliative medicine*, 11(4), 1518525-1511525. <https://doi.org/10.21037/apm-21-2995>
4. Kreinest, M., Gliwitzky, B., Schüler, S., Grütznert, P. A., Münzberg, M. (2016). Development of a new Emergency Medicine Spinal Immobilization Protocol for trauma patients and a test of applicability by German emergency care providers. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine*, 24, 1-10. <https://doi.org/10.1186/s13049-016-0267-7>
5. Okoro, C. K., Skalski, M. R., Patel, D. B., White, E. A., Matcuk Jr, G. R. (2023). Imaging Diagnosis and Management of Carpal Trauma and Instability—An Illustrated Guide. *Life*, 13(7), 1426. <https://doi.org/10.3390/life13071426>
6. Shoar, S., Hosseini, F. S., Naderan, M., Khavandi, S., Tabibzadeh, E., Khavandi, S., Shoar, N. (2021). Cardiac injury following blunt chest trauma: diagnosis, management, and uncertainty. *International journal of burns and trauma*, 11(2), 80. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8166660/>
7. Dresing, K. (2023). The trauma and orthopedic surgeon as an expert witness. *Unfallchirurgie (Heidelberg, Germany)*, 126(5), 337-338. <https://doi.org/10.1007/s00113-023-01312-1>
8. Zhang, L. Y., Zhang, X. Z., Bai, X. J., Zhang, M., Zhao, X. G., Xu, Y. A., Li, Y. (2018). Current trauma care system and trauma care training in China. *Chinese Journal of Traumatology*, 21(2), 73-76. <https://doi.org/10.1016/j.cjtee.2017.07.005>
9. Liew, Z., Mazuquin, B., Ellard, D. R., Karasouli, E., Drew, S., Modi, C., Kearney, R. S. (2021). Development of a single-session physiotherapy and self-management intervention for the treatment of primary traumatic anterior shoulder dislocation for the Acute Rehabilitation following Traumatic anterior shoulder dislocation (ARTISAN) multi centre RCT. *Physiotherapy*, 113, 80-87. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2021.06.002>
10. Liaghat, B., Pedersen, J. R., Husted, R. S., Pedersen, L. L., Thorborg, K., Juhl, C. B. (2023). Diagnosis, prevention and treatment of common shoulder injuries in sport: grading the evidence—a statement paper commissioned by the Danish Society of Sports Physical Therapy (DSSF). *British Journal of Sports Medicine*, 57(7), 408-416. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-105674>
11. Bruce, M. M., Kassam-Adams, N., Rogers, M., Anderson, K. M., Sluys, K. P., Richmond, T. S. (2018). Trauma providers' knowledge, views, and practice of trauma-informed care. *Journal of Trauma Nursing | JTN*, 25(2), 131-138. <https://doi.org/10.1097/JTN.0000000000000356>
12. Grossman, S., Cooper, Z., Buxton, H., Hendrickson, S., Lewis-O'Connor, A., Stevens, J., Bonne, S. (2021). Trauma-informed care: recognizing and resisting re-traumatization in health care. *Trauma surgery & acute care open*, 6(1), e000815. <https://doi.org/10.1136/tsaco-2021-000815>
13. Kwame, A., Petrucci, P. M. (2021). A literature-based study of patient-centered care and communication in nurse-patient interactions: barriers, facilitators, and the way forward. *BMC nursing*, 20(1), 158. <https://doi.org/10.1186/s12912-021-00684-2>
14. Vagal, A., Wahab, S. A., Butcher, B., Zettel, N., Kemper, E., Vogel, C., Mahoney, M. (2020). Human-centered design thinking in radiology. *Journal of the American College of Radiology*, 17(5), 662-667. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2019.11.019>
15. Aflatoony, L., Hepburn, K., Perkins, M. M., Waldrop, D., Reed, L. (2022). Training clinical researchers with design thinking to develop dementia caregiving research initiatives. *Design for Health*, 6(1), 69-90. <https://doi.org/10.1080/24735132.2022.2061830>
16. Heikkinen, N. (2022). Marketing Spa Services More Effectively to a Younger Audience Using Service Design. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/786651/Thesis%20Final%20Version%20Niki%20Heikkinen%20LBI9S.pdf?sequence=2>
17. Abrahamsen, C., Viberg, B., Nørgaard, B. (2022). Patients' perspectives on everyday life after hip fracture: a longitudinal interview study. *International journal of orthopaedic and trauma nursing*, 44, 100918. <https://doi.org/10.1016/j.ijotn.2021.100918>
18. Jensen, C. M., Serritslev, R., Abrahamsen, C. (2022). Patients perspective on treatment and early rehabilitation after an ankle fracture: a longitudinal qualitative study. *International Journal of Orthopaedic and Trauma Nursing*, 46, 100916. <https://doi.org/10.1016/j.ijotn.2021.100916>

Conflict of interests. No conflict of interest

Funding. Non funding

Author contributions. Conceptualisation – F.S.; methodology – F.S.; examination – F.S. and Y. O.; formal analysis – F.S. and Y. O.; writing (original draft preparation) – A. Zh. and A.V.; writing (review and edition) – F.S.

All authors have read, agreed to release version of a manuscript and signed the Author's right transfer form.

19. Abrahamsen, C., Serritslev, R., Jensen, C. M. (2023). Information needs and preferences of patients with an ankle fracture: User involvement study creating an mHealth solution. *Patient Education and Counseling*, 116, 107891. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2023.107891>

Науқастардың травматология бөлімінде алған стационарлық емге қанағаттану деңгейін арттыру шаралары: Сервистік дизайн жобасы

Ахмеди Д.М.¹, Садиева Ф.², Власова А.³, Қалдар С.А.⁴

¹ Қалалық алғашқы медициналық-санитарлық көмек орталығының мейірбикесі, Қарағанды, Қазақстан.

E-mail: dilyaanarova1995@gmail.com

² Доцент, Қарағанды медицина университеті, Қарағанды, Қазақстан. E-mail: Feruza_1308@mail.ru

³ Оқытушы, Қарағанды медицина университеті, Қарағанды, Қазақстан. E-mail: vlassnast@gmail.com

⁴ Информатика және биостатистика кафедрасының оқытушысы, Қарағанды медицина университеті, Қарағанды, Қазақстан. E-mail: kaldarsaule7@gmail.com

Түйіндемесі

2022 жылы Қазақстанның Ұлттық статистикалық бюросы 2 449 жазатайым оқиғаны хабарлады, жарақат алудың ең жоғары көрсеткіші Қарағанды облысында 18,8% немесе 460 жағдайды құрады. Травматология бөлімі тірек-қозғалыс аппаратының жарақаттары мен ауруларына, оның ішінде диагностикаға, консервативті және хирургиялық емдеуге шұғыл және жоспарлы көмек көрсетуге бағытталған. Науқасқа бағытталған күтім, денсаулық сақтаудың сапалы нәтижелері үшін маңызды рөл атқаратын қызмет көрсету дизайны, нақты қажеттіліктер мен қалауларды ескере отырып, денсаулық сақтау сапасы мен пациенттердің қанағаттануын арттыратын тәсіл денсаулық сақтау орындарында қызмет көрсетуді және пациенттердің тәжірибесін жақсарту үшін көбірек қолданылады.

Бұл зерттеу жарақат бөліміндегі қанағаттануды арттыру үшін пациенттің қажеттіліктері мен үміттерін түсінуге тырысады.

Әдістері: Зерттеуде Қарағанды қаласындағы Мақажанов атындағы емхананың травматология бөлімшесінде пациенттердің қанағаттануын арттыру және қызмет көрсету көлемін ұлғайту үшін сервистік дизайн тәсілін қолданатын сапалы дизайн қолданылды. 12 пациент пен 6 мейірбикені көлеңкелі және жартылай құрылымдық сұхбаттарды қосу, деректердің қанықтығы қамтамасыз етілгенге дейін ыңғайлы іріктеуді қолдану. Сұхбаттан алынған мәліметтер мазмұнды талдау әдісі арқылы талданды.

Нәтижелер. Пациенттерді де, қызметкерлерді де қамтитын сұхбаттар мен бақылаулар арқылы біз әсіресе жарақатты емдеу тәжірибесіне назар аударатын, пациенттердің саяхаттары туралы түсінік іздедік. Зерттеу пациенттің көмекке жылдам қол жеткізуге, анық қарым-қатынасқа, ауырсынуды тиімді басқаруға, мамандандырылған күтімге, психологиялық қолдауға және жайлы болу жағдайларына деген қатты ұмтылысын анықтады. Бұл нәтижелер біздің жарақат бөлімінің қызмет көрсету дизайнын мақсатты жақсартуларды дамытуға бағыттады.

Қорытынды. Біздің зерттеуіміз пациенттердің қанағаттануын арттыру және ауруханаға жатқызу жағдайларын оңтайландыру үшін жарақат бөліміне қабылдау процесіндегі негізгі жақсартуларды анықтады. Жалпы алғанда, зерттеулер жедел жарақат бөлімінде назар аударуды қажет ететін маңызды бағыттарды, соның ішінде ұзақ күту уақыттары, ақпараттық олқылықтар және ауруханада болу кезіндегі жалпы белгісіздік сияқты қиындықтарды анықтады. Пациенттер мен қызметкерлердің пікірлері тиімді денсаулық сақтау, эмоционалды қолдау және нақты қарым-қатынас үшін пациенттердің қажеттіліктерін түсіну және қанағаттандыру маңыздылығын атап өтті.

Түйін сөздер: қанағаттану, госпитализация, травматология, қызмет көрсету, мейіргер.

Меры по повышению удовлетворенности пациентов стационарным лечением в отделении травматологии: Сервис-дизайн-проект

Ахмеди Д.М.¹, Садиева Ф.², Власова А.³, Қалдар С.А.⁴

¹ Медицинская сестра, Городской центр первичной медико-санитарной помощи, Караганда, Казахстан.

E-mail: dilyaanarova1995@gmail.com

² Доцент, Медицинский университет Караганды, Караганда, Казахстан. E-mail: Feruza_1308@mail.ru

³ Преподаватель, Медицинский университет Караганды, Караганда, Казахстан.

E-mail: vlassnast@gmail.com

⁴ Преподаватель кафедры информатики и биостатистики, Медицинский университет Караганды, Караганда, Казахстан. E-mail: kaldarsaule7@gmail.com

Резюме

В 2022 году Бюро национальной статистики Казахстана сообщило о 2449 несчастных случаях, при этом в Карагандинской области зафиксирован самый высокий уровень травматизма - 18,8% или 460 случаев. В травматологическом отделении оказывается неотложная и плановая помощь при травмах и заболеваниях опорно-двигательного аппарата, включая диагностику, консервативное и хирургическое лечение. Уход, ориентированный на пациента, имеющий решающее значение для качественных результатов в отношении здоровья, и дизайн услуг, подход, повышающий качество медицинского обслуживания и удовлетворенность пациентов за счет удовлетворения конкретных потребностей и предпочтений, все чаще используются для улучшения предоставления услуг и качества обслуживания пациентов в медицинских учреждениях.

Целью данного исследования является понимание потребностей и ожиданий пациентов для повышения их удовлетворенности в травматологическом отделении.

Методы. В данном исследовании применялся качественный дизайн с использованием подхода к проектированию услуг для повышения удовлетворенности пациентов и увеличения объема услуг в травматологическом отделении клиники Макажанова в Караганде. Включение теневого и полуструктурированного интервью с 12 пациентами и 6 медицинскими сестрами с использованием удобной выборки до тех пор, пока не будет получено достаточное количество данных. Данные интервью были проанализированы методом контент-анализа.

Результаты. Посредством интервью и наблюдений с участием как пациентов, так и персонала мы попытались получить представление о поездках пациентов, уделяя особое внимание опыту оказания помощи при травмах. Исследование выявило сильное стремление пациентов к быстрому доступу к медицинской помощи, четкому общению, эффективному обезболиванию, специализированной помощи, психологической поддержке и комфортным условиям пребывания. Эти выводы будут служить основой для разработки целевых улучшений в структуре услуг нашего травматологического отделения.

Выводы. Наше исследование выявило ключевые улучшения в процессе госпитализации в травматологическом отделении, направленные на повышение удовлетворенности пациентов и оптимизацию условий госпитализации. В целом, исследование выявило важные области, требующие внимания в отделении неотложной травматологии, включая такие проблемы, как длительное время ожидания, пробелы в информации и общая неопределенность во время пребывания в больнице. Отзывы пациентов и персонала подчеркнули важность понимания и удовлетворения потребностей пациентов в эффективном медицинском обслуживании, эмоциональной поддержке и четком общении.

Ключевые слова: удовлетворенность пациентов, госпитализация, травматология, обслуживание, сестринское дело.

<https://doi.org/10.52889/1684-9280-2025-2-76-51-59>

Төл мақала

Бас миының жедел және жарақаттық зақымдалуы бар науқастардың қанындағы газ құрамының бұзылуы жағдайының ауырлығын болжаушы предиктор

Саркулова Ж.Н.¹, Тоқшилыкова А.Б.², Саркулов М.Н.³, Жанкулов М.Х.⁴, Сарбаева А.М.⁵,
Қалиева Б.М.⁶, Жиеналин Р.Н.⁷, Даниярова К.Р.⁸, Космуратова Ш.Б.⁹

¹ Анестезиология және реаниматология кафедрасының жетекшісі, Марат Оспанов атындағы Батыс Қазақстан медицина университеті, Ақтөбе, Қазақстан. E-mail: Slu2008@mail.ru

² Анестезиология және реаниматология кафедрасының доценті, Марат Оспанов атындағы Батыс Қазақстан медицина университеті, Ақтөбе, Қазақстан. E-mail: ainur.t.83@mail.ru

³ Урология және андрология, оның ішінде балалар кафедрасының жетекшісі, Марат Оспанов атындағы Батыс Қазақстан медицина университеті, Ақтөбе, Қазақстан. E-mail: tair.sark@mail.ru

⁴ Анестезиология және реаниматология кафедрасының ассистенті, Марат Оспанов атындағы Батыс Қазақстан медицина университеті, Ақтөбе, Қазақстан. E-mail: zhankulov_marat@mail.ru

⁵ Анестезиология және реаниматология кафедрасының ассистенті, Марат Оспанов атындағы Батыс Қазақстан медицина университеті, Ақтөбе, Қазақстан. E-mail: sarbaeva75@mail.ru

⁶ Анестезиология және реаниматология кафедрасының ассистенті, Марат Оспанов атындағы Батыс Қазақстан медицина университеті, Ақтөбе, Қазақстан. E-mail: k.botagoz_1981@mail.ru

⁷ Анестезиология және реаниматология кафедрасының ассистенті, Марат Оспанов атындағы Батыс Қазақстан медицина университеті, Ақтөбе, Қазақстан. E-mail: rzhienalin@mail.ru

⁸ Анестезиология және реаниматология кафедрасының ассистенті, Марат Оспанов атындағы Батыс Қазақстан медицина университеті, Ақтөбе, Қазақстан. E-mail: Raul14@list.ru

⁹ Доцент кафедрa нормaльнoй физиoлoгии, Марат Оспанов атындағы Батыс Қазақстан медицина университеті, Ақтөбе, Қазақстан. E-mail: sholpan.arenova.87@mail.ru

Түйіндеме

Бұл зерттеу жедел тамырлық және жарақаттық зақымданулары бар науқастарда аурудың болжамдық мәні ретінде оттегі бойынша қанның артериовеноздық айырмашылығын (AVDO₂) және мидың зақымдану нәтижесінің көрсеткіштерін зерттеуге арналған.

Зерттеудің мақсаты: Жедел тамырлық және жарақаттық зақымданулары бар науқастарда оттегі бойынша қанның артериовеноздық айырмашылығының (AVDO₂) өлім-жітімді болжамдаудағы рөлін зерттеу.

Әдістері. Бұл 129 пациентті қамтитын проспективалық когорттық зерттеу болып табылады. Бақылау кезеңдерінде GCS, ЛДГ, глюкоза, орта артериалдық қан қысымы, жасы және пневмония қосылса, NSE, артериялық қанның газ құрамы: қабылдау кезінде, 3-ші, 5-ші және 7-ші күндері реанимация бөлімінде болған пациенттер зерттелді.

Нәтижесі. Қолайсыз нәтиженің ең маңызды қауіп факторы немесе AVDO₂ > 52% шекті нүктесі бар маркер болып табылады. Тәуелсіз айнымалылары бар тәуелді AVDO₂ > 52% арасында статистикалық маңызды тікелей байланыстар анықталды. Талдау нәтижелері басқа айнымалылармен салыстырғанда AVDO₂ мен пневмония диагнозының (науқаста пайда болған жағдайда) арасында статистикалық маңызды тікелей байланыстың болуын көрсетеді: мүмкіндік қатынасы (ОШ) 2,8 (95% СИ: 1,53-5,11), p=0,0008; қанның ЛДГ 206 ммоль/л – мүмкіндік қатынасы (ОШ) 2,6 (95% СИ: 1,41-4,75), p=0,0019; ОАҚ <116 – мүмкіндік қатынасы (ОШ) 1,4 (95% СИ: 10,75-2,66), p=0,2820. Жалған R2 - 218,7%, logLikelihood - 42,56 алынған модельдің сенімділік өлшемі.

Қорытынды. Модельдің ең жақсы болжамды мәні 83,26%, AuROC - 0,753; Se - 71,03%; Sp - 70,64%; NPV-71,30%; PV - 70,37% кесу нүктесі болды. AVDO₂ сандық көрсеткішін болжау үшін біз тәуелді айнымалы AVDO₂ және тәуелсіз ЛДГ, GCS, лактат, NSE, глюкоза, рН және ОАҚ айнымалыларымен көптік регрессиялық талдауды қолданылды және модельдің сапалық сипаттамасы: R2 = 15,1%, R2 (түзетілген) = 13,1%; p < 0,0001. Бұл модельді жедел церебральды патологиясы бар науқастардың нәтижесін болжау үшін қолдануға болады.

Түйін сөздер: инсульт, бас миының жарақаты, оттегі бойынша қанның артериовеноздық айырмашылығы (AVDO₂), диагностикалық және болжамдық критерийлер.

Corresponding author: Sholpan Kosmuratova, Associate Professor of the normal physiology department, West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University, Aktobe, Kazakhstan
Phone: +7 7782556065
E-mail: sholpan.arenova.87@mail.ru

J Trauma Ortho Kaz 76 (2) 2025: 51-59
Received: 07-03-2025
Accepted: 14-04-2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Кіріспе

Қазіргі уақытта жедел тамырлы және травматикалық церебральды патология орталық жүйке жүйесінің жиі мүгедектікке әкелетін ауруларының бірі болып қала береді. Өлім-жітімнің ең көп таралған себептері тамырлы сипатқа ие және инсульт қазіргі уақытта бүкіл әлемде өлім-жітімнің екінші жетекші себебі болып табылады [1].

Эпидемиологиялық талдауға сәйкес, әлемде бас миы жарақаттарының (БМЖ) таралу көрсеткіштері айтарлықтай өзгеріп, жылына 100 мың тұрғынға шаққанда 95-тен 783-ке дейін, ал халықтың өлім-жітім көрсеткіші жылына 100 мың тұрғынға шаққанда 9,5-тен 66-ға дейін құрайды [2]. Сондай-ақ, республикамызда эпидемиологиялық көрсеткіштерге талдау жасалды. БМЖ-ның таралуы 100 мың тұрғынға шаққанда 692 жағдайды құрады, ал елдің әртүрлі өңірлерінде өлім-жітім 100 мың тұрғынға шаққанда 18,5-тен 49-ға дейін өзгеріп отырады [3,4]. БМЖ нәтижесінде, ең алдымен, халықтың жас және еңбекке қабілетті бөлігінің өкілдері өледі және мүгедектікке ұшырайды, бұл патология медико-әлеуметтік проблеманың үлкені болып табылады. Мидың жарақаттық және қан тамырлары зақымдануларының үлкен үлес салмағы, жоғары өлім-жітім және мүгедектіктің нашар болжамдары деректері жедел церебральді патология проблемасын өзекті санатқа шығарады [5]. Ишемиялық және геморрагиялық инсульттарда, сондай-ақ мидың ауыр жарақаттарында (мидың соғылуы) тамырлы церебральды қан ағымы зардап шегеді

Ишемиялық инсульт қан ағымының күрт төмендеуімен немесе церебральды тамырлардағы қан ағымының тоқтап қалуымен, мидың бастапқы зақымдануы болып табылатын жүйке жасушаларының апоптозының дамуымен ми тініндегі патофизиологиялық процестердің каскадының дамуымен сипатталады, сонымен қатар ісіну, церебральды және гемодинамикалық дисфункция, жүйелік гипоксия түрінде мидың екіншілік зақымдануының негізгі көріністерін бастауға негіз болады [6,7]. Геморрагиялық инсульт кезінде церебральды қан ағымы метаболикалық стресстің дамуымен ми тінінің гипоксиясы – ишемиясына әкелетін жергілікті ангиоспазм қалыптасады. Ауыр бас ми жаракаты мидың бастапқы зақымдалуымен бірге жүреді, бұл церебральды қан ағымының ауторегуляцияның және қан айналымы бұзылыстарына әкеледі [8,9].

Ми энергияны қайта өңдеу үшін глюкозаны ғана пайдаланады және әдетте энергияны сақтамайды, сондықтан тар шеңберде сақталатын үздіксіз қанмен қамтамасыз ету мидың жұмыс істеуі (90%) және

Зерттеу әдістері мен материалдары

Зерттеу клиникалық тәжірибе стандарттарына, Хельсинки Декларациясының принциптеріне және Марат Оспанов атындағы Батыс Қазақстан Медицина университетінің Этикалық комиссиясының қағидаттарына сәйкес жүргізілді, 30.01.2018 жылғы №12 хаттамасы [15].

Мидың газ алмасуын зерттеу INVOS-5100, СОМАНЕТИКА, АҚШ, қабылдау және динамика аппараттарында ми қыртысына (rSO_2) оттегінің берілу/тұтыну арақатынасын анықтады.

2020 жылдан 2021 жылға дейінгі кезеңде Ақтөбе қаласындағы инсульт орталықтарының реанимация бөлімшелерінде емделген қан тамырлары және травматикалық ми аурулары бар 129 пациентте

жасушалардың өміршеңдігі (10%) үшін өте қажет [10,11]. Барлық зардап шегушілерден түскен сәтте әдеби деректермен сәйкес келетін II-III дәрежелі команың дамуымен сыртқы тыныс алудың бұзылуы байланысы байқалады [12,13]. Оттегі тасымалдау жүйелерінің жеткіліксіздігі тіндік компонентінің бұзылуы және артериовеноздық айырмашылық оттегі бойынша ($AVDO_2$) жоғарылауымен көрініс тапты, ол өз кезегінде аталып өткен патологиялық процесстердің іске қосылып оттегінің активті формаларын шығарып, патологиялық шеңбер басталады. Оттегінің жеткізілуі мен тұтынылуының индексі ($AVDO_2$) гипоксия жағдайын едәуір көрсетті, бұл ауыр жағдайдағы науқастарда мидың екіншілік зақымдануының алдын алуға мүмкіндік беретін бірден бір маркер екенін зерттеулер дәлелдеді. Мартыненко В. Я., Чурляев Ю. А. және бірлескен авторлардың зерттеу нәтижелерінен алған мәліметтер мидың жедел зақымдануының ерте кезеңінде қан айналымының гиподинамикалық түрінің дамуына, өкпе зақымдалуына және микроциркуляцияның бұзылуына байланысты оттегінің жеткізілуінің төмендейтінін атап өтті [9]. Әдеби деректерді талдау зерттеушілердің мидың екіншілік зақымдалуына деген қызығушылығының артуына қарамастан, мидың оттегі күйінің индикаторларын инвазивті емес бағалауға қатысты ақпарат өте карама қайшылықты және нейрореаниматологиялық түзету мерзімдерін оңтайландыру және ұзақ мерзімді нәтижелерді болжаудың жеткіліктілігі үшін әрі қарай зерттеу мен нақтылауды қажет етеді [14].

Алайда, бұл критерийлердің нейромониторинг әдістерінің кешеніндегі нақты орны, олардың қайталама церебральды ишемияны диагностикалаудағы маңызы, алынған ақпарат негізінде қарқынды терапияны түзету мүмкіндігі қосымша зерттеулерді қажет етеді. Алайда, жедел нейропатологиясы бар науқастарда гипоксия мен ишемия эпизодтарын тіркей отырып, мидың зақымдануларын бақылау әдісі ретінде нейромониторингтің арнайы әдістерінің мүмкіндіктері толық зерттелмеген күйінде қалады. Осы тұжырымдамаға сүйене отырып, мидың зақымдануларының даму мәселесі одан әрі жан-жақты зерттеуді қажет етеді.

Жедел нейропатологиясы бар науқастарда мидың зақымдануының болжамы мен алдын-алуды зерттеудегі осы ғылыми-практикалық мәселені шешу біздің жұмысымыздың негізін құрады.

анықталды.

Зертханалық зерттеулер динамикада 1-ге (бастапқы) жүргізілді. 3-5-7 науқастың ауруханада жатқан күндері. Сарысудағы NSE және S100 деңгейлері адамның ИФА жинағы (DiaMetraSrl, cat. Жоқ.: DKO073, Zi Raciana, Италия) ақуыз молекулаларын арнайы танитын моноклеарлы антиденелердің екі түрін қолдануға негізделген қатты фазалы әдіспен. Науқастың немесе туыстарының жазбаша ақпараттандырылған келісімі алынды. Сарысудағы лактатдегидрогеназа (LDH) деңгейлері изоэнзимдерді селективті тежеудің кинетикалық әдісімен анықталды. Лактат және глюкоза көрсеткіштері үшін ABS параметрлері (қышқыл-негіз күйі) және артериялық қан газының

құрамы: рН (қанның қышқылдық индексі); рСО₂; рО₂, бірегей Смарт-Карта технологиясы (кірістірілген биосенсорлық чипі бар өлшеу карталары) ЕРОС анализаторы (Канада).

Зерттеуге геморрагиялық инсульт бар науқастар - 80 пациент (62,0%), ишемиялық инсульт 29 (22,9%) және орташа ауырлықтағы жедел жабық бас сүйек - ми жарақаттары бар науқастар - 20 (15,5%) қатысты. Геморрагиялық инсультпен ауыратын науқастарды зерттеуге қосу критерийлері гематома көлемі 30 см³ - тен асатын ми ішілік қан кетулер жағдайлары болды (негізінен жарты шар тәрізді қан кетулер); ишемиялық инсультпен ауыратын науқастар - клиникалық және КТ деректерімен расталған церебральды инфаркттың

болуымен; ауыр ми жарақаттары бар науқастар - орташа және ауыр ми контузиялары (1-сурет)). Гематома көлемі 80 см³-ден асатын, ауыр декомпенсацияланған соматикалық аурулары бар, мидың, өкпенің және терінің қатерсіз және қатерлі ісіктері бар ми ішілік қан кетулері бар науқастар негізгі топтан шығарылды. Аурудың нәтижесі бойынша диагнозға қарамастан пациенттер топтарға бөлінді: тірі қалғандар - 63,5% (n=82) және қайтыс болғандар - 36,5% (n=47).

Мидың зақымдануының ауырлығын бағалау және пациенттердің ауруының клиникалық ағымының нәтижесін болжау үшін GCS (Глазго Кома Шкаласы) неврологиялық бағалау шкаласы қолданылды (1-кесте).

Кесте 1 - Қайтыс болған және тірі қалған науқастардың клиникалық сипаттамасы

Сипаттама	Когорт, % (N = 129)	Аман қалғандар, % (N=82)	Қайтыс болғандар, % (N=47)	p
Негізгі балл GCS Me [Q1; Q3]	11,07 (10,72; 11,43)	12,04	9,66	<0,0001 ²
Гипергликемия	110	61 (47,29%)	49 (55,06%)	0,0231 ¹
Артериялық гипертензия	50	38 (29,46%)	12 (13,48%)	0,0231 ¹
Артериялық гипертензия + жүректің ишемиялық ауруы	27	17 (13,18%)	10 (11,24%)	0,0231 ¹
Артериялық гипертензия + қант диабеті	21	10 (7,75%)	11 (12,36%)	0,0231 ¹
Басқа аурулар	10	3 (2,33%)	7 (7,87%)	0,0231 ¹
Пневмония	94	22 (16,92%)	72 (80,90%)	<0,0001 ¹
Notes: 1. 1- χ^2 Pearson 2. 2- U-Mann-Whitney criterion				

Статистикалық әдістер. Сапалық ерекшелік пен клиникалық нәтиже арасындағы статистикалық байланысты зерттеу пирсон критерийін χ^2 есептей отырып, конъюгация кестелерін талдау арқылы жүргізілді.

Критерийдің қолданылу шарты орындалмаған жағдайда χ^2 талдау Фишердің екі жақты дәл критерийіне сәйкес жұппен жүргізілді (2p(F)). Көпполарлы конъюгация кестесінде екі номиналды белгілердің байланысының статистикалық маңыздылығы жеткіліксіз болған жағдайда, мағынасы жағынан ұқсас белгілердің бірнеше градациялары бір-біріне біріктірілді, Содан кейін Пирсон критерийін есептеу χ^2 статистикалық маңыздылықтың қол жеткізілген деңгейімен (p) және коэффициенттер коэффициентімен немесе 95% сенім интервалымен (95% CI). Сандық және сапалық белгілердің арасындағы байланысты зерттеу статистикалық маңыздылықтың қол жеткізілген деңгейімен және немесе 95% CI-мен χ^2 Wald статистикасын есептей

Нәтижелер

Мидың оттегі тасымалдау жағдайын сипаттайтын көрсеткіш ретінде қанның оттегі бойынша артериовеноздық айырмашылығына зерттеулер жүргізілді. AVDO₂ көрсеткіштерін пайдалану мүмкіндігін анықтау үшін статистикалық талдау жүргізілді.

AVDO₂ қабылдау кезінде және динамикада жалпы топтағы барлық науқаста анықталды, мәндерінің статистикалық маңызды айырмашылығын анықтау үшін дисперсиялық талдау жүргізіліп (1-сурет), орташа AVDO₂ үлестірімін ұсынады.

Дисперсиялық талдау статистикалық маңызды шекті деңгей немесе (1-сурет) кесу нүктесі ресми түрде

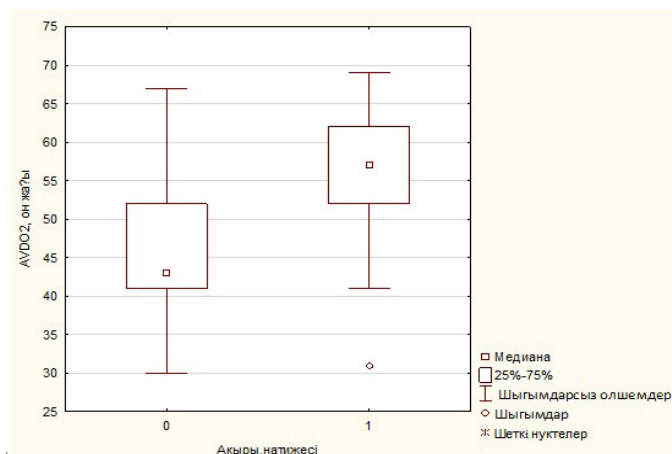
отырып, бір факторлы логистикалық регрессиялық талдауды қолдану арқылы жүргізілді.

Сырқаттың жедел кезеңінде өлім-жітімге тәуелді және тәуелсіз қауіп факторларын анықтау үшін бір өлшемді және көп өлшемді регрессиялық талдау жүргізілді. Болжамды айнымалыларды анықтау үшін сезімталдық пен ерекшелікті есептей отырып, қабылдағыштың жұмыс сипаттамаларына (ROC) талдау жүргізілді.

AVDO₂ көрсеткіштеріне тәуелсіз байланысты айнымалыларды анықтау үшін бірнеше сызықтық регрессиялық талдау жүргізілді. Біртіндеп алға жылжу техникасы қолданылды. Деректер орташа мән $\pm$ стандартты ауытқу немесе медианалық және процентильдер түрінде берілген, p-мәндері 0,05-тен төмен мәндер маңызды болып саналды.

бөлу үшін AVDO₂>52% құрады.

Бірінші тәулікте нәтежесі қолайсыз науқастар тобында орташа AVDO₂ жоғарылауының салыстырмалы тәуекелі 9,04-ке өсті (95%CI: 5,14-15,91). Бір өлшемді талдауда AVDO₂> 52%-бен статистикалық маңызды байланысты көрсеткен мидың зақымдануының айнымалылары көптік лоистикалық регрессия талдауына кезең-кезеңімен енгізілді. Бірінші қадамда клиникалық және зертханалық көрсеткіштер (қарапайым модель) енгізілді, талдау нәтижелері (2-кесте) төменде келтірілген.

Сурет 1 – AVDO₂ ақырғы нәтиже топтары бойынша өзгеріс диаграммасыКесте 2 – AVDO₂ жоғарылау қаупін болжау

Фактор	AuROC	Станд. қате	ОШ	ОШ үшін 95%СИ		Регрессия коэфф	χ^2	p
				төмен	жоғары			
Константа	-	0,3432	-	-	-	-1,6461	23,0087	<0,0001
Пневмония, қосылса	0,677	0,3081	2,80	1,53	5,11	1,0280	11,1340	0,0008
ЛДГ ¹ ≥206	0,734	0,3077	2,60	1,42	4,75	0,9552	9,6351	0,0019
Глюкоза ≥7,5	0,741	0,3053	1,68	0,93	3,06	0,5209	2,9110	0,0880
жасы <46	0,751	0,4898	2,29	0,88	5,97	0,8274	2,8533	0,0912
ОАҚ ² <116	0,753	0,3223	1,41	0,75	2,66	0,3468	1,1576	0,2820

Ескертулер:
1. ЛДГ - лактатдегидрогеназа, глюкоза, ммоль/л
2. Жасы, жыл
3. ОАҚ - орта артериалды қысым, мм.сб.б

Талдау нәтижелері басқа айнымалылармен салыстырғанда AVDO₂ мен пневмония диагнозының (науқаста пайда болған жағдайда) арасында статистикалық маңызды тікелей байланыстың болуын көрсетеді: мүмкіндік қатынасы (ОШ) 2,8 (95%СИ: 1,53-5,11), p=0,0008; қанның ЛДГ 206 ммоль/л – мүмкіндік

қатынасы (ОШ) 2,6 (95%СИ: 1,41-4,75), p=0,0019; ОАҚ<116 - мүмкіндік қатынасы (ОШ) 1,4 (95% СИ: 10,75-2,66), p=0,2820. Псевдо R² - 2187,7%, logLikelihood - 42,56 алынған модельдің сенімділік өлшемі. Модельдің логистикалық регрессиясының теңдеуі келесі түрде болады:

$$P=1 / (1 + \text{Exp}(-(-1,646 + 1,028 \cdot \text{Пневмония} + 0,955 \cdot \text{ЛДГ} \geq 206 + 0,521 \cdot \text{Глюкоза} \geq 7 + 0,827 \cdot \text{жасы} < 46 + 0,347 \cdot \text{ОАҚ} < 116)))$$

мұнда P - AVDO₂>52 жоғарылау қаупінің ықтималдығы;

e - табиғи Логарифмнің негізі (e=2,72);

-1,6461 - тұрақты. Модельдің ең жақсы болжамды мәні 83,26%, AuROC-0,753; Se-71,03%; Sp-70,64%; NPV-71,30%; PV-70,37% кесу нүктесі болды.

AVDO₂ сандық көрсеткішін болжау үшін біз тәуелді айнымалы AVDO₂ және тәуелсіз ЛДГ, GCS, лактат, NSE, глюкоза, pH және ОАҚ айнымалыларымен көптік регрессиялық талдауды қолдандық, (3 - кесте) көрсетілген айнымалылар осы маркердің сандық мәнін болжады.

Кесте 3 - AVDO₂ сандық мәнін болжаудың кеңейтілген регрессиялық талдау

Фактор	R ² факторы (түзетілген)	R ² өзгеріс	Нысаналы корреляция	В-коэфф.	Станд. қате	p
константа	-	-	-	-	6,4044	<0,0001
GCS	10,0%	13,32%	-0,32	-2,928	0,2428	0,0013
Глюкоза	11,6%	3,35%	0,23	1,274	0,2159	0,0720
ЛДГ	12,0%	1,71%	0,17	0,001	0,0066	0,2683
NSE	12,2%	1,30%	0,15	0,024	0,0401	0,2283
pH	12,3%	1,14%	0,10	0,629	0,1787	0,1754
ОАҚ	13,1%	1,04%	0,15	0,037	0,0372	0,0921

Ескертулер:
1. GCS - Глазго кома шкаласы, ұпай
2. ЛДГ - лактатдегидрогеназа, глюкоза, ммоль/л
3. NSE - нейронарнамалы энзолаза, pg/ml
4. pH - теріс ондық логарифм түрінде ұсынылған плазмадағы сутегі иондары концентрациясының деңгейі
5. ОАҚ - орта артериалды қан қысымы, мм.сб.б

Сандық көрсеткішті болжау үшін біз тәуелді айнымалы AVDO₂ және тәуелсіз кестеде көрсетілген

айнымалылар осы маркердің сандық мәнін болжады және формуласы осылай көрініс тапты:

$$AVDO_2 = 44.05 - 0.83 * GCS + 0.4 * \text{Глюкоза} + 0.01 * \text{ЛДГ} + 0.04 * \text{NSE} + 0.23 * \text{pH} + 0.06 * \text{ОАК}$$

мұнда 44,046 – тұрақты;

- 0,831 - GCS регрессия коэффициенті;

- 0,400 - глюкоза регрессиясының коэффициенті;

- 0,006 - ЛДГ регрессия коэффициенті;

- 0,042 - NSE регрессия коэффициенті;

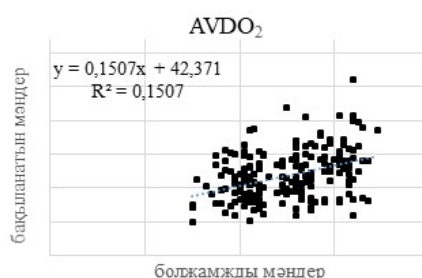
- 0,229 - pH регрессия коэффициенті;

-0,064 - орта артериалды қысым регрессиясының коэффициентін көрсетті.

Төменде бақыланатын мәндердің болжамға тәуелділік графигі және 1-суретте маңыздылық моделінің сапасы көрсетілген.

R-квадрат	15,1%
R-квадрат түзетілген	13,1%
Стандарттық қате Y	8,71
F-статистика	6,27
Еркіндік дәрежелерінің саны	212
P деңгейі	<0,0001

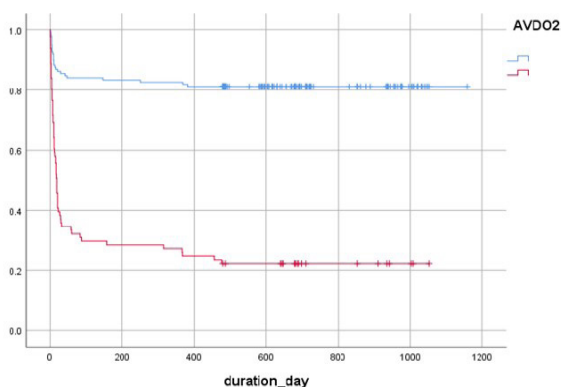
a – бақыланатын мәндердің болжамға тәуелділік графигі; *ә* – модель сапасы



Сурет 1 – AVDO₂ сандық мәнін болжау модель сапасы

Әрі қарай біз AVDO₂>52 үшін Каплан-Мейер бойынша өмір сүру қабілеттілігі қисықтарын салдық (2-сурет). AVDO₂>52% көрсеткіші бар топта нашар нәтиженің басталу жағдайларының кумулятивтік көрінісі бақылаудың алғашқы күндері екіге тарала

бастады. Log Rank (Mantel Cox) <0,0001 ($\chi^2=83.993$); Breslow (Generalized Wilcoxon) <0,0001 ($\chi^2=74.499$); Tarone-Ware <0,0001 ($\chi^2=79.419$) критерийлері бойынша қол жеткізілген маңыздылық деңгейін көрсетті.



Сурет 2 - AVDO₂ үшін Каплан-Мейер бойынша өмір сүру қабілеттілігі қисықтары

Мидың оттегін жеткізу/тұтыну ара қатынасының төмендеуі аясында AVDO₂ тікелей теріс байланысты көрсетті. ГИ-пен ауыратын науқастарда AVDO₂ ауруының 3-ші күніне 2,44%-ға (95% СИ: 49,42-52,23); ИИ пен-2,07%-ға (95% СИ: 44,19-49,16) өсті. Дамыған гипоксемия оттегінің тасымалдануының төмендеуіне және онымен байланысты гипоксиялық вазоконстрикцияның, гипоксияның мидың екіншілік зақымдану факторлары ретінде тежелуіне әкеледі. БМЖ-мен ауыратын науқастар тобында мұндай өзгерістер болған жоқ, бастапқы мәндердің көрсеткіштері төмендемеді, керісінше жоғарылады.

Бұл пациенттердің ауыр халде жүретіндігімен және ауруханаға жатқызудың алғашқы сағаттарында өкпені жасанды желдету гипервентиляция режимінде басталады.

Корреляциялық талдаумен жүргізілген газ алмасу көрсеткіштері мен неврологиялық статус күйінің GCS арасындағы өзара байланысты анықтау үшін пациенттердің барлық топтары үшін GCS және rSO₂ (r=0,45, p<0,0001) және GCS және AVDO₂ (r=-0,45, p<0,0001) арасындағы теріс байланыс анықталды. Осыған ұқсас өзгерістер rSO₂ (42,72 (95%СИ: 41,18-

44,26), $p < 0,0001$) және $AVDO_2$ (54,75 (95%CI: 53,24-56,26), $p < 0,0001$) ауруының нәтижесі бойынша да байқалды.

ROC-талдауды зерттеу бойынша ауруды болжау критерийлері ретінде церебральды газ алмасу көрсеткіштерінің тиімділігін бағалау rSO_2 және $AVDO_2$ ROC қисығының астында (0,91) және (0,88) кесу нүктелерімен ($<45-48$, $p < 0,0001$) және ($>54-52$, $p < 0,0001$) ең үлкен ауданды көрсетті. Сезімталдық 93,9 және 95,12%, арнамалылығы тиісінше 86,05 және

Талқылау

Мидың оксигенациясының бұзылуы көбінесе себеп емес, көптеген факторлардың әсерінен церебральды метаболизмнің нашарлауының нәтижесі екені анық. Төмен сезімталдықтың тағы бір мүмкін түсіндірмесі: церебральды оксиметрия мидың кортикальды бөлімдерінің жергілікті церебральды оксигенациясын көрсетеді және бағаналы құрылымдардың оксигенациясының сипатын көрсетпейді.

Біз алған нәтижелер және гипоксияның осы болжамдарын зерттеу жедел тамырлы және жарақаттық зақымданулардағы жедел кезеңдегі мидың гипоксиялық зақымдануының патогенетикалық процестері туралы түсініктерді кеңейтуге мүмкіндік береді, бұл белгілі бір ғылыми құндылыққа ие және оны церебральды зақымдану белгілері ретінде пайдалануға болады.

Біздің деректеріміз көптеген зерттеушілердің, соның ішінде (Takeuchi T, Kasahara E et. al.) пікірлерімен сәйкес келеді, олар науқастар үшін гипоксия агрессивті және зақымдайтын фактор болып табылады [16], бұл функционалдық бұзылуларға және ми жасушаларының зақымдалуына әкеледі. Болашақта бұл жағдай мидың екіншілік ишемиялық зақымдануымен күрделене түсуі мүмкін. Қандағы оттегінің артериовеноздық айырмашылығын мидың оттегі тасымалдау жағдайын сипаттайтын көрсеткіш ретінде зерттеу арқылы $AVDO_2 > 52\%$ статистикалық маңызды шекті деңгей немесе кесу нүктесі тірі қалған және қайтыс болған науқастар тобына ресми түрде бөліну үшін анықталды.

Бір өлшемді талдауда $AVDO_2 > 52\%$ статистикалық маңызды байланысын көрсеткен мидың екіншілік зақымдануының айнымалылары: $LDG \geq 206$ ммоль/л, $OAK < 116$ мм.сб бойынша, $глюкоза \geq 7,5$ ммоль/л және науқастың пневмония диагнозына қосылуы.

Қорытынды

Біз жүргізген көп өлшемді талдау көрсеткендей, $AVDO_2$ өсуі нашар нәтиже қаупін екі есе арттырды және $AVDO_2$ нәтижелерді сенімді және тәуелсіз болжауға мүмкіндік береді.

Мүдделер қақтығысы: Авторлар мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдемейді.

Қаржыландыру. Қаржыландыру болмады.

Авторлардың үлестері. Концептуализация

Әдебиет

1. Maeda, Y., Ichikawa, R., Misawa, J., Shibuya, A., Hishiki, T., Maeda, T., Kondo, Y. (2019). External validation of the TRISS, CRASH, and IMPACT prognostic models in severe traumatic brain injury in Japan. *PloS one*, 14(8), e0221791. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221791>
2. Majdan, M., Lingsma, H. F., Nieboer, D., Mauritz, W., Rusnak, M., Steyerberg, E. W. (2014). Performance of IMPACT, CRASH and Nijmegen models in predicting six month outcome of patients with severe or moderate TBI: an external validation study. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine*, 22, 1-10. <https://doi.org/10.1186/s13049-014-0068-9>
3. Maas, A. I., Steyerberg, E. W., Marmarou, A., McHugh, G. S., Lingsma, H. F., Butcher, I., Murray, G. D. (2010). IMPACT

86,82% құрады. Сезімталдық пен арнамалылықтың жоғары мәндерінің көрсеткіштері 80-ден 100%-ға дейін ауытқиды деген жалпы қабылданған түсініктерді ескере отырып, жалпы тексерілген пациенттердің барлық іріктемесінде атап өтуге болады. Бақылаудың 1-3 күнінде ғана церебральды оксиметрия жоғары арнамалылық және төмен сезімталдыққа ие болды 67,42% (χ^2 - 73,2528). Төмен сезімталдықтың мүмкін түсіндірмесі - бұл кезеңдерде ең ауыр науқастарда қолайсыз нәтиже пайда болуы мүмкін.

Басқа айнымалылармен салыстырғанда $AVDO_2$ мен пневмония диагнозының (науқаста пайда болған жағдайда) арасындағы статистикалық маңызды тікелей байланыс анықталды: ОШ 2,8 (95% CI:1,53-5,11), $p=0,0008$ құрады; қанның ЛДГ 206 ммоль/л - ОШ 2,6 (95% CI:1,41-4,75), $p=0,0019$; ОАК төмендеген кезде <116 мм.сб бойынша - ОШ 1,4 (95% CI:0,75-2,66), $p=0,2820$. Пневмония пациенттердің 42,92%-ында орын алды және 1 күннен бастап терең сананың депрессиясымен, орталық тыныс алу, жұту және гемодинамикалық өзгерістермен байланысты болды. Пневмонияның пайда болуының қосымша факторлары пациенттердің жедел церебральды бұзылыстар мен өкпені жасанды желдету болды.

Модельдің ең жақсы болжамды мәні 83,26% кесу нүктесі болды, $AuROC$ қисығының ауданы - 0,753; Se - 71,03%; Sp - 70,64%; NPV - 71,30%; PPV - 70,37%. $AVDO_2$ сандық көрсеткішін болжау үшін тәуелсіз айнымалылар анықталды (ЛДГ, GCS, NSE, pH және ОАК) және алынған модельдің сапасы: $R^2 = 15,1\%$; R^2 (түзетілген.) = 13,1%; $p < 0,0001$. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, орташа $AVDO_2 > 52\%$ мәні кезінде науқастардағы аурудың 1-ші тәулігінде қолайсыз нәтиже қаупі (OP) - 2,42-ге (95% CI:1,77-3,31), $p < 0,0001$ -ге артады. Оттегінің жеткізілуі мен тұтынылуының индексі ($AVDO_2$) гипоксияның жағдайын едәуір көрсетті, бұл ауыр жағдайдағы науқастарда мидың екіншілік зақымдануының алдын алуға мүмкіндік берді.

Біз алған мәліметтер R.S Pereira, M.R Ramalho және бірлескен авторлардың зерттеу нәтижелеріне сәйкес келеді [12], бұл мидың жедел зақымдануының ерте кезеңінде қан айналымының гиподинамикалық түрінің дамуына, өкпедегі асқынуына және микроциркуляцияның бұзылуына байланысты оттегінің жеткізілуінің төмендеуі байқалады.

– Ж.Н.; А.Б.; Ш.Б.; әдістеме – А.Б.; М.Н.; М.Х.; тексеру – Ж.Н.; А.Б.; Ш.Б.; формальды талдау – Р.Н.; К.Р.; Ш.Б.; жазу (түпнұсқа жобасы) – А.Б.; М.Н.; М.Х.; А.М.; жазу (қарау және өңдеу) – Б.М.; Р.Н.; К.Р.; Ш.Б. Барлық авторлар қолжазбаның соңғы нұсқасын оқып, келісіп, авторлық құқықты беру формасына қол қойды.

- recommendations for improving the design and analysis of clinical trials in moderate to severe traumatic brain injury. *Neurotherapeutics*, 7, 127-134. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20129504/>
4. Moorthy, D., Rajesh, K., Priya, S., Abhinov, T., Prasad, K. D. (2021). Prediction of outcome based on trauma and injury severity score, IMPACT and CRASH prognostic models in moderate-to-severe traumatic brain injury in the elderly. *Asian journal of neurosurgery*, 16(03), 500-506. <https://doi.org/10.4103/ajns.AJNS.512.20>
5. Gao, J., Zheng, Z. (2015). Development of prognostic models for patients with traumatic brain injury: a systematic review. *International journal of clinical and experimental medicine*, 8(11), 19881. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4723744/>
6. Khaki, D., Hietanen, V., Corell, A., Hergès, H. O., Ljungqvist, J. (2021). Selection of CT variables and prognostic models for outcome prediction in patients with traumatic brain injury. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine*, 29, 1-9. <https://doi.org/10.1186/s13049-021-00901-6>
7. Лукьянчиков, В. А., Солодов, А. А., Шетова, И. М., Штадлер, В. Д., Крылов, В. В. (2020). Церебральная ишемия при нетравматическом субарахноидальном кровоизлиянии вследствие разрыва интракраниальных аневризм. *Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии*, (9), 38-56. <https://elibrary.ru/item.asp?id=44051166>
- Luk'yanchikov, V. A., Solodov, A. A., Shetova, I. M., Shtadler, V. D., Kry'lov, V. V. (2020). Cerebral'naya ishemiya pri netravmaticheskom subarahnoidal'nom krovoizliyanii vsledstvie razryva intrakranial'ny'x anevrizm (Cerebral ischemia in nontraumatic subarachnoid hemorrhage due to ruptured intracranial aneurysms) [in Russian]. *Vestnik nevrologii, psixiatrii i nejroxirurgii*, (9), 38-56. <https://elibrary.ru/item.asp?id=44051166>
8. Glushakova, O. Y., Glushakov, A. V., Miller, E. R., Valadka, A. B., Hayes, R. L. (2016). Biomarkers for acute diagnosis and management of stroke in neurointensive care units. *Brain circulation*, 2(1), 28-47. <https://doi.org/10.4103/2394-8108.178546>
9. Мартыненко, В. Я., Чурляев, Ю. А., Лукашев, К. В., Чеченин, М. Г., Григорьев, Е. В., Воеводин, С. В., Редкокаша, Л. Ю. (2005). Способ оценки метаболизма и системы транспорта кислорода к головному мозгу у больных с тяжелой черепно-мозговой травмой. <https://elibrary.ru/item.asp?id=37970009>
- Marty'nenkov, V. Ya., Churlyayev, Yu. A., Lukashev, K. V., Chechenin, M. G., Grigor'ev, E. V., Voevodin, S. V., Redkokasha, L. Yu. (2005). Sposob ocenki metabolizma i sistemy`transporta kisloroda k golovnomu mozgu u bol'ny'x s tyazhelej cherepno-mozgovoj travmoj (Method for assessing metabolism and oxygen transport system to the brain in patients with severe traumatic brain injury) [in Russian]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=37970009>
10. Lee, E. J., Hung, Y. C. (2001). Marked anemic hypoxia deteriorates cerebral hemodynamics and brain metabolism during massive intracerebral hemorrhage. *Journal of the neurological sciences*, 190(1-2), 3-10. [https://doi.org/10.1016/S0022-510X\(01\)00567-6](https://doi.org/10.1016/S0022-510X(01)00567-6)
11. Окунева, Г. Н., Левичева, Е. Н., Чернявский, А. М., Стародубцев, В. Б., Шунькин, А. В., Ломиворотов, В. Н. (2006). Способ измерения резервного церебрального кровотока. <https://elibrary.ru/item.asp?id=37983356>
- Okuneva, G. N., Levicheva, E. N., Chernyavskij, A. M., Starodubcev, V. B., Shun'kin, A. V., Lomivorotov, V. N. (2006). Sposob izmereniya rezervnogo cerebral'nogo krovotoka (Method for measuring reserve cerebral blood flow) [in Russian]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=37983356>
12. Pereira, R. S. S., Ramalho, M. R., Viscardi, R. C., Motta, L. A. C. R. D., Carvalho, M. V. D., Suzuki, K., Mello, P. A. D. (1997). Medida da diferença artério-venosa de oxigênio na monitorização de pacientes com hemorragia subaracnóidea por aneurisma cerebral. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 55, 31-38. <https://doi.org/10.1590/S0004-282X1997000100006>
13. Титова, Ю. В., Петриков, С. С., Солодов, А. А., Крылов, В. В. (2013). Влияние церебрального перфузионного давления и сердечного выброса на оксигенацию и метаболизм головного мозга. *Анестезиология и реаниматология*, (4), 54-59. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tserebralnogo-perfuzionnogo-davleniya-i-serdechnogo-vybrosa-na-oksisigenatsiyu-i-metabolizm-golovnogo-mozga>
- Titova, Yu. V., Petrikov, S. S., Solodov, A. A., Kry'lov, V. V. (2013). Vliyanie cerebral'nogo perfuzionnogo davleniya i serdechnogo vy'brosa na oksigenatsiyu i metabolism golovnogo mozga (Effect of cerebral perfusion pressure and cardiac output on cerebral oxygenation and metabolism) [in Russian]. *Anesteziologiya i reanimatologiya*, (4), 54-59. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tserebralnogo-perfuzionnogo-davleniya-i-serdechnogo-vybrosa-na-oksisigenatsiyu-i-metabolizm-golovnogo-mozga>
14. Власов, Ю. А., Стародубцев, В. Б., Окунева, Г. Н., Левичева, Е. Н. (2010). Способ оценки кровообращения головного мозга и нарушений кровотока. <https://elibrary.ru/item.asp?id=37734566>
- Vlasov, Yu. A., Starodubcev, V. B., Okuneva, G. N., Levicheva, E. N. (2010). Sposob ocenki krovoobrashheniya golovnogo mozga i narushenij krovotoka (A method for assessing cerebral circulation and blood flow disorders) [in Russian]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=37734566>
15. Tokshilykova, A. B., Sarkulova, Z. N., Kabdrakhmanova, G. B., Utepkaliyeva, A. P., Tleuova, A. S., Satenov, Z. K. (2020). Neuron-specific markers and their correlation with neurological scales in patients with acute neuropathologies. *Journal of molecular Neuroscience*, 70(8), 1267-1273. <https://doi.org/10.1007/s12031-020-01536-5>
16. Takeuchi, T., Kasahara, E., Iwasaki, M., Mima, T., Mori, K. (2000). Indications for shunting in patients with idiopathic normal pressure hydrocephalus presenting with dementia and brain atrophy (atypical idiopathic normal pressure hydrocephalus). *Neurologia medico-chirurgica*, 40(1), 38-47. <https://doi.org/10.2176/nmc.40.38>

Предиктор выраженности газового состава мозговой крови у больных с острыми сосудистыми и травматическими повреждениями головного мозга

[Саркулова Ж.Н.](#)¹, [Токшилыкова А.Б.](#)², [Саркулов М.Н.](#)³, [Жанкулов М.Х.](#)⁴, [Сарбаева А.М.](#)⁵, [Калиева Б.М.](#)⁶,
[Жиеналин Р.Н.](#)⁷, [Даниярова К.Р.](#)⁸, [Космуратова Ш.Б.](#)⁹

¹ Заведующий кафедры анестезиологии и реаниматологии, Западно-Казахстанский медицинский университет имени Марата Оспанова, Актобе, Казахстан. E-mail: Slu2008@mail.ru

² Доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии, Западно-Казахстанский медицинский университет имени Марата Оспанова, Актобе, Казахстан. E-mail: ainur.t_83@mail.ru

³ Заведующий кафедры урологии и андрологии, в том числе детская, Западно-Казахстанский медицинский университет имени Марата Оспанова, Актобе, Казахстан. E-mail: tair.sark@mail.ru

⁴ Ассистент кафедры анестезиологии и реаниматологии, Западно-Казахстанский медицинский университет имени Марата Оспанова, Актобе, Казахстан. E-mail: zhankulov_marat@mail.ru

⁵ Ассистент кафедры анестезиологии и реаниматологии, Западно-Казахстанский медицинский университет имени Марата Оспанова, Актобе, Казахстан. E-mail: sarbaeva75@mail.ru

⁶ Ассистент кафедры анестезиологии и реаниматологии, Западно-Казахстанский медицинский университет имени Марата Оспанова, Актобе, Казахстан. E-mail: k.botagoz_1981@mail.ru

⁷ Ассистент кафедры анестезиологии и реаниматологии, Западно-Казахстанский медицинский университет имени Марата Оспанова, Актобе, Казахстан. E-mail: rzhienalina@mail.ru

⁸ Ассистент кафедры анестезиологии и реаниматологии, Западно-Казахстанский медицинский университет имени Марата Оспанова, Актобе, Казахстан. E-mail: Raul14@list.ru

⁹ Доцент кафедры нормальной физиологии, Западно-Казахстанский медицинский университет имени Марата Оспанова, Актобе, Казахстан. E-mail: sholpan.arenova.87@mail.ru

Резюме

Данное исследование для изучения артериовенозной разницы в оксигенации крови ($AVDO_2$) и показателей исходов черепно-мозговой травмы как прогностического значения заболевания у пациентов с острыми сосудистыми и травматическими повреждениями.

Цель исследования: изучить прогностическую роль артериовенозной разницы оксигенации крови ($AVDO_2$) у больных с острыми сосудистыми и травматическими повреждениями.

Методы. Это - проспективное когортное исследование с участием 129 пациентов. В сроки наблюдения добавлялись ГКС, ЛДГ, глюкоза, среднее артериальное давление, возраст и пневмонические осложнения, НСЕ, газовый состав артериальной крови: больных в отделении интенсивной терапии исследовали при поступлении, на 3, 5 и 7-е сутки.

Результаты. Наиболее важным фактором риска неблагоприятного исхода или $AVDO_2$ является маркер с пороговой точкой $>52\%$. Статистически значимые прямые связи были обнаружены между зависимыми $AVDO_2 >52\%$ с независимыми переменными. Результаты анализа показывают наличие статистически значимой прямой связи между $AVDO_2$ и диагнозом пневмонии (в случае пациента) по сравнению с другими переменными: отношение шансов (ОШ) 2,8 (95% ДИ: 1,53-5,11), $p=0,0008$; ЛДГ в крови 206 ммоль/л - отношение шансов (ОШ) 2,6 (95% ДИ: 1,41-4,75), $p=0,0019$; СОАС-116 - отношение шансов (ОШ) 1,4 (95% ДИ: 10,75-2,66), $p=0,2820$. Псевдо R^2 составляет 218,7%, $\log\text{Likelihood}$ -42,56 является мерой надежности полученной модели. Наилучшая прогностическая ценность модели составляет 83,26%, AuROC -0,753; Se -71,03%; Sp -70,64%; ЧПС -71,30%; Точкой отсечения стала PV -70,37%. Для прогнозирования количественной оценки $AVDO_2$ мы использовали множественный регрессионный анализ с зависимой переменной $AVDO_2$ и независимыми переменными LDH, GCS, лактатом, NSE, глюкозой, pH и OAC, а качественные характеристики модели следующие: $R^2 = 15,1\%$, R^2 (скорректированный) = 13,1%; $p < 0,0001$. Эту модель можно использовать для прогнозирования исхода лечения пациентов с острой церебральной патологией.

Ключевые слова: инсульт, черепно-мозговая травма, артериовенозная разница оксигенации крови ($AVDO_2$), диагностические и прогностические критерии.

Predictor of expression of cerebral blood gas composition in patients with acute vascular and traumatic brain injuries

[Zhanslu Sarkulova](#)¹, [Ainur Tokshilykova](#)², [Marat Sarkulov](#)³, [Marat Zhankulov](#)⁴, [Ainagul Sarbaeva](#)⁵,
[Botagoz Kalieva](#)⁶, [Ruslan Zhienalina](#)⁷, [Camila Daniyarova](#)⁸, [Sholpan Kosmuratova](#)⁹

¹ Head of the Department of Anesthesiology and Reanimatology, West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University, Aktobe, Kazakhstan. E-mail: Slu2008@mail.ru

² Associate Professor of the Department of Anesthesiology and Reanimatology, West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University, Aktobe, Kazakhstan. E-mail: ainur.t_83@mail.ru

³ Head of the Department of Urology and Andrology, including pediatrics, West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University, Aktobe, Kazakhstan. E-mail: tair.sark@mail.ru

⁴ Assistant of the Department of Anesthesiology and Reanimatology, West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University, Aktobe, Kazakhstan. E-mail: zhankulov_marat@mail.ru

⁵ Assistant of the Department of Anesthesiology and Reanimatology, West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University, Aktobe, Kazakhstan. E-mail: sarbaeva75@mail.ru

⁶ Assistant of the Department of Anesthesiology and Reanimatology, West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University, Aktobe, Kazakhstan. E-mail: k.botagoz_1981@mail.ru

⁷ Assistant of the Department of Anesthesiology and Reanimatology, West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University, Aktobe, Kazakhstan. E-mail: rzhiyalin@mail.ru

⁸ Assistant of the Department of Anesthesiology and Reanimatology, West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University, Aktobe, Kazakhstan. E-mail: Raul14@list.ru

⁹ Associated professor of the normal physiology department, West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University, Aktobe, Kazakhstan. E-mail: sholpan.arenova.87@mail.ru

Abstract

This study aimed to investigate the arteriovenous difference in blood oxygenation (AVDO₂) and outcome indicators of traumatic brain injury as a prognostic value of the disease in patients with acute vascular and traumatic injuries.

Objective: To study the prognostic role of arteriovenous difference in blood oxygenation (AVDO₂) in patients with acute vascular and traumatic injuries.

Methods. A prospective cohort study involving 129 patients. The observation periods included GCS, LDH, glucose, mean arterial pressure, age and pneumonic complications, NSE, arterial blood gas composition: patients in the intensive care unit were examined upon admission, on the 3rd, 5th and 7th days.

Results. The most important risk factor for adverse outcome or AVDO₂ was a marker with a threshold >52%. Statistically significant direct relationships were found between dependent AVDO₂>52% with independent variables. The results of the analysis show a statistically significant direct association between AVDO₂ and diagnosis of pneumonia (in patient case) compared to other variables: odds ratio (OR) 2.8 (95% CI: 1.53-5.11), p=0.0008; LDH in blood 206 mmol/L - odds ratio (OR) 2.6 (95% CI: 1.41-4.75), p=0.0019; COAS<116 - odds ratio (OR) 1.4 (95% CI: 10.75-2.66), p=0.2820. The pseudo R² is 218.7%, logLikelihood-42.56 is a measure of the reliability of the obtained model. The best predictive value of the model is 83.26%, AuROC-0.753; Se-71.03%; Cp-70.64%; NPS-71.30%; PV-70.37% was the cut-off point. We used multiple regression analysis with the dependent variable AVDO₂ and independent variables LDH, GCS, lactate, NSE, glucose, pH, and OAC to predict the quantification of AVDO₂, and the qualitative characteristics of the model were as follows: R² = 15.1%, R² (adjusted) = 13.1%; p < 0.0001. This model can be used to predict the outcome of patients with acute cerebral pathology.

Keywords: Stroke, brain injury, arteriovenous blood oxygenation difference (AVDO₂), diagnostic and prognostic criteria.

<https://doi.org/10.52889/1684-9280-2025-2-76-60-66>

Описание клинического случая

Несовершенный остеогенез тип XV: Клинический случай

[Урумбаева Ж.К.](#)¹, [Абильтаев А.М.](#)², [Казангапов Р.С.](#)³, [Жусупов С.М.](#)⁴

¹ Интерн 7 курса, Павлодарский филиал Медицинский университет Семей, Павлодар, Казахстан.

E-mail: zhaina279@gmail.com

² И.о.ассоциированного профессора кафедры хирургии, Павлодарский филиал Медицинский университет Семей, Павлодар, Казахстан. E-mail: askar.abiltayev@smu.edu.kz

³ PhD кафедры хирургии, Павлодарский филиал Медицинский университет Семей, Павлодар, Казахстан.

E-mail: rustem.kazangapov@smu.edu.kz

⁴ Кандидат медицинских наук кафедры хирургии, Павлодарский филиал Медицинский университет Семей,

Павлодар, Казахстан. E-mail: sabit.zhusupov@smu.edu.kz

Резюме

В статье представлен клинический случай редкой формы несовершенного остеогенеза (тип XV), выявленного у новорожденной девочки. Описаны ключевые клинические проявления, генетические аспекты заболевания и подходы к диагностике. Приведены результаты лабораторных и инструментальных исследований, подтверждающие диагноз. Рассмотрены терапевтические стратегии, включая бисфосфонатную терапию и перспективы применения таргетных препаратов. Работа подчеркивает важность ранней диагностики и междисциплинарного подхода для оптимизации лечения пациентов с данным заболеванием.

Ключевые слова: несовершенный остеогенез XV типа, редкие генетические заболевания, мутация гена WNT1, бисфосфонатная терапия, таргетная терапия, диагностика редких болезней, патология костной ткани, остеогенез несовершенный.

Corresponding author: Zhaina Urumbayeva, 7th-year intern of general medical practice, Pavlodar Branch Semey Medical University, Pavlodar, Kazakhstan
Phone: + 7(7182)552854
E-mail:zhaina279@gmail.com

J Trauma Ortho Kaz 76 (2) 2025: 60-66
Recieved: 17-03-2025
Accepted: 14-02-2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Несовершенный остеогенез (НО) — наследственное заболевание соединительной ткани, характеризующееся хрупкостью костей и частыми переломами. Встречаемость НО составляет примерно 0,3–0,7 на 10 000 новорожденных [1]. В 2023 году в Казахстане зарегистрировано 70,6 случаев врожденных аномалий, деформаций и хромосомных нарушений на 1000 младенцев первого года жизни, что эквивалентно 26 279 случаям [2]. Несовершенный остеогенез изучается с XVII века, когда болезнь впервые привлекла внимание врачей и ученых. Первое описание НО принадлежит французскому священнику Малебраншу, который в 1674 году описал случай 20-летнего мужчины с множественными переломами и интеллектуальными нарушениями. В 1788 году шведский хирург Олаус Якоб Экман впервые дал научное описание НО, хотя диагностировал заболевание как остеомалацию. В 1831 году Эдмонд Аксман выделил четыре ключевых признака НО: хрупкость телосложения, повышенную ломкость костей, гипермобильность суставов и голубые склеры. В 1833 году Йоганн Лобштейн определил наследственную природу болезни, а термин «Остеогенез несовершенный» был впервые введен в 1849 году голландским профессором Виллемом Вроликом. В 1979 году Силленс, Сенн и Данкс предложили классификацию НО, ставшую основой для современной диагностики и исследований [3].

Болезнь сопровождается клиническими проявлениями, такими как частые переломы, синие склеры, потеря слуха, деформацией костей и

задержкой роста. Основные типы мутаций включают как доминантные, так и рецессивные формы, при этом рецессивные формы могут затрагивать гены, такие как SERPINF1, CRTAP и LEPRE1. В некоторых случаях спонтанные («де ново») мутации возникают после зачатия. Исследования также предполагают, что внешние факторы, такие как воздействие токсинов, инфекции и питание матери, могут влиять на проявление заболевания в период эмбриогенеза, хотя точные механизмы пока изучены недостаточно [3]. Около 90% случаев обусловлены доминантными мутациями в генах COL1A1 и COL1A2, отвечающих за синтез коллагена I типа, а 5–10% случаев — рецессивными мутациями, влияющими на сворачивание и минерализацию коллагена [4]. Основой патогенеза НО является недостаток или дефектный синтез коллагена, что приводит к нарушению формирования костной ткани и повышенной резорбции костей [5].

Специфические данные по распространенности НО отсутствуют, что подчеркивает важность детального мониторинга редких заболеваний для улучшения диагностики и лечения. В данной статье представлен клинический случай девочки, которой в скором времени исполнится год, с редким типом XV несовершенного остеогенеза.

Цель сообщения: обсудить клиническое наблюдение случая НО XV типа с акцентом на генетические аспекты и терапевтические стратегии.

Клинический случай

Представлен клинический случай Пациента А. с НА типа XV на основе амбулаторного наблюдения и данных из истории болезни пациента, получившего консультации и обследование в поликлинике, а также стационарного наблюдения в 2024 году. Диагностические и терапевтические мероприятия проводились в соответствии с клиническим протоколом "Незавершенный остеогенез (Q78.0)", одобренным Объединенной комиссией по качеству медицинских услуг Министерства здравоохранения Республики Казахстан от 30 июля 2021 года (Протокол №145), разработанными для ведения пациентов с несовершенным остеогенезом. Лечение проводилось амбулаторно, и на момент подготовки данной работы пациенту не были выполнены хирургические вмешательства и инфузии биофосфонатов.

История болезни и амбулаторные карты пациента использовались в качестве источников для анализа динамики заболевания. Получено информированное согласие родителей пациента на использование данных для научной публикации.

Анамнез жизни, беременности и родов. Ребенок от 4 беременности, 3 родов. Репродуктивный анамнез матери включает четыре беременности. Первая в 2017 году завершилась медицинским абортom на сроке 3–4 недель, без осложнений. Вторая в 2018 году — срочные роды, ребенок с весом 3636 г, без особенностей. Третья в 2021 году — срочные роды, ребенок весом 4160 г, течение осложнялось анемией I степени и гестационным сахарным диабетом, скорректированным диетой. Четвертая беременность в 2023 году сопровождалась анемией I степени, кольпитом, несахарным диабетом II степени и резус-отрицательным фактором крови (титр антител -

1:32). Во второй половине возник гестационный сахарный диабет, скорректированный диетой. Вредные привычки, наследственные заболевания и хронические патологии пациентка отрицает. На протяжении гестации проводились УЗИ-скрининги:

- первый УЗИ скрининг (12 недель): патологий не выявлено;
- второй УЗИ скрининг (19 недель): плод в головном предлежании, патологии не обнаружены;
- третий УЗИ скрининг (31 неделя): головное предлежание, без отклонений;
- УЗИ с доплерометрией на 38-й неделе: резус-конфликт не привел к гемолитической болезни плода, однако отмечено тазовое предлежание.

Неонатальный период. Роды были индуцированы в 38 недель 3 дня. Девочка родилась с весом 4150 г, ростом 57 см и оценкой по шкале Апгар 9/10. Из-за тазового предлежания был применен акушерский прием (поворот за ручку), что привело к родовой травме — перелому правой ключицы. Из-за тяжести состояния новорожденную перевели в отделение патологии новорожденных для наблюдения.

Ранний неонатальный период и первые симптомы. На второй день жизни новорожденную, в связи с переломом, перевели в отделение патологии новорожденных того же Павлодарского областного перинатального центра для дальнейшего наблюдения. При поступлении в отделение состояние ребенка было средней тяжести, отмечались признаки мышечной дистонии, периоральный цианоз, тремор конечностей и дистония мышц.

Для уточнения состояния центральной нервной системы была проведена нейросонография, которая выявила повышение эхогенности в перивентрикулярной области.

На 22-й день жизни родители обратились в травматологический пункт с жалобами на отсутствие движений в правой руке ребенка. Рентгенография показала перелом средней трети правой плечевой кости (Рисунок 1). В связи с выявленными патологиями девочка экстренно госпитализирована в травматологическое отделение, где проведена закрытая репозиция костных отломков с наложением гипсовой лонгеты.

Однако с течением времени в стационаре начали проявляться новые переломы и деформации, что насторожило врачей. Рентгенограмма показала закрытый перелом левой плечевой кости и срастающиеся переломы обеих ключиц (Рисунок 2). Через два дня был диагностирован перелом средней трети правой бедренной кости со смещением (Рисунок 3).

На фоне многочисленных переломов начали выявляться и другие характерные признаки: гипотоничные, слаборазвитые мышцы, значительное уменьшение их объема, слабость и гиперэластичность связочного аппарата суставов. Голубоватый оттенок склер, выраженные деформации длинных трубчатых

костей конечностей и вальгусная деформация стоп также усилили подозрения. Асимметрия черепа с признаками плагиоцефалии дополняла клиническую картину.

Объективные данные при осмотре:

- Кожные покровы: физиологическая окраска, склеры голубоватого оттенка.
- Костно-суставная система: выраженные деформации длинных трубчатых костей, вальгусная деформация стоп, асимметричный череп с плагиоцефалией.
- Сердечно-сосудистая система: ЧСС 110 уд./мин., ясные и ритмичные тоны сердца.
- Дыхательная система: везикулярное дыхание, хрипов нет.
- Двигательные функции: выраженная мышечная дистония, слабая опора на конечности, голова не удерживается.

С учетом клинической картины, множественных переломов и характерных системных проявлений врачи начали подозревать наследственное заболевание костной ткани, что послужило основанием для более глубокого обследования с целью подтверждения диагноза несовершенного остеогенеза.



Рисунок 1 – Рентгенограмма костей плеча



Рисунок 2 – Рентгенограмма ОГК, черепа

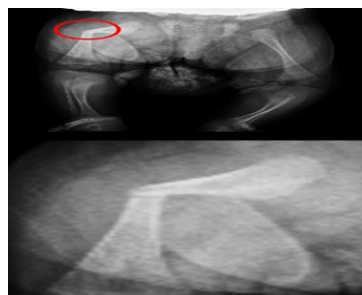


Рисунок 3 – Рентгенограмма нижних конечностей

Диагностические исследования. Для верификации диагноза выполнены обследования согласно протоколу:

Консультации специалистов. Консультация генетика: Был выставлен предварительный диагноз «несовершенный остеогенез» с необходимостью генетической панели для уточнения типа.

Консультация гастроэнтеролога: выставлен диагноз «Алиментарный аллергический энтероколит», выявлена непереносимость белка коровьего молока.

Консультация невролога: выявлена деформация черепа с скошенностью в затылочной области,

окружность головы 40 см, большой родничок 1,5×1,5 см. Отмечается непостоянное сходящееся косоглазие, нистагм нет. Мышечный тонус дистоничен, с тенденцией к снижению, особенно в нижних конечностях. Ограниченные движения в тазобедренных суставах обусловлены частыми переломами. Также наблюдается периодическое поперхивание при приеме жидкой пищи.

Эндокринологическое обследование: подтверждены дефицит паратгормона и повышенный уровень щелочной фосфатазы, что также поддерживало подозрения на наследственное заболевание костей.

Лабораторно-инструментальные исследования. Для подтверждения диагноза и определения тяжести

состояния ребенка были выполнены следующие исследования (Таблицы 1,2):

Таблица 1 - Результаты лабораторных исследований

Параметр	Результат	Норма	Комментарий
Гемоглобин (г/л)	104	130-160 (муж.) 120-150 (жен.)	Ниже нормы
Лейкоциты ($\times 10^9$ /л)	15,5	4,0-10,0	Повышены
СОЭ (мм/ч)	24	0-20	Повышены
Фосфор (ммоль/л)	2,14	0,87-1,45	Повышены
Щелочная фосфатаза (МЕ/л)	466	40-150	Повышены
Общий кальций (ммоль/л)	2,48	2,2-2,7	В норме
Ионизированный кальций (ммоль/л)	1,41	1,1-1,35	В норме
Витамин D (нг/мл)	78,33	30-100	В норме
Паратгормон (пг/мл)	9,12	15-65	Ниже нормы (дефицит)

Генетический анализ выявил мутацию в гене WNT1, которая подтверждает несовершенный остеогенез XV типа.

Инструментальные исследования. ЭХО-КГ: Заключение: ФИ - 61%. Открытое овальное окно гемодинамически незначимое. Камеры сердца не расширены. Систолическая и диастолическая функции ЛЖ удовлетворительные. Ускорение кровотока на нисходящем отделе аорты.

УЗИ почек. Заключение: Структурной патологии не выявлено.

Рентгенография костей плеча, предплечья, плечевого сустава, органов грудной клетки, костей таза и тазобедренных суставов, бедренной кости, костей голени, голеностопного сустава. Заключение: Рентген-признаки за незавершенный остеогенез. Множественные консолидированные переломы обеих верхних и нижних конечностей с деформациями (Рисунки 1-3).

Лечение и наблюдение. После установления предварительного диагноза ребенка направили в клинику University Medical Center (UMC) для дополнительного обследования и разработки плана лечения. Врачи UMC предложили бисфосфонатную терапию для укрепления костей, однако родители отложили начало лечения, ожидая результатов генетического анализа.

Окончательное клиническое секвенирование, панель "Заболевания соединительной ткани":

Обнаружена гомозиготная мутация в гене WNT1: chr12:48980564T>TG, транскрипт ENST00000293549, к ДНК - c.506dupG, АК замена - p.Cys170fs (глубина прочтения - 63х). Признаки патогенности варианта: приводит к сдвигу рамки считывания. Другая информация: Присутствует в популяционных БД в гетерозиготном состоянии (GNOMAD V2:0.000094749; GNOMAD V3:0.000006576). Классификация CLONVAR: Pathogenic. Заболевания, ассоциированные с геном: несовершенный остеогенез, тип XV (OMIM: 615220, AR) и остеопороз, ранее начало, предрасположенность, аутосомно-доминантный тип (OMIM: 615221).

На данный момент девочка готовится к лечению за границей, где планируется введение золендроновой кислоты. В 5 месяцев она также проходила обследование в Турции, где рассматривалась возможность аллогенной трансплантации костного мозга, но операция была отменена из-за недостаточной массы тела.

На момент последнего осмотра девочка не удерживает голову и имеет выраженные деформации трубчатых костей конечностей. Ее вес составляет 8200 г, рост — 67,5 см, окружность головы — 36 см. Череп деформирован, отмечается позиционная плагиоцефалия. Голубоватые склеры и мышечная дистония дополняют клиническую картину несовершенного остеогенеза. Недавние результаты лабораторных исследований пациента:

Таблица 2 - Результаты лабораторных исследований

Параметр	Результат	Норма	Комментарий
Фосфор (ммоль/л)	2.26	0.81 - 1.45	Выше нормы
Общий кальций (ммоль/л)	2.67	2.15 - 2.55	Повышено
Витамин D (нг/мл)	103.26	30 - 150	В норме
АЛаТ (Ед/л)	14.88	0.00 - 33.00	
АСаТ (Ед/л)	36.89	0.00 - 32.00	Повышено
Билирубин (общий, мкмоль/л)	1.6	3.4 - 20.5	Понижено
Креатинин (ммоль/л)	23.2	45.0 - 97.0	Понижено

Пациентка продолжает получать витамин D3 в дозе 1500 МЕ в сутки и препараты железа. Рекомендуются динамическое наблюдение у педиатра,

Обсуждение

Представленный случай демонстрирует редкую гомозиготную мутацию c.506dupG в гене WNT1, ассоциированную с несовершенным остеогенезом XV типа. У пациентки с рождения наблюдались множественные переломы, деформации костей,

ортопеда и эндокринолога, а также регулярные курсы бисфосфонатной терапии для профилактики дальнейших переломов.

голубоватые склеры и мышечная дистония. Заболевание характеризуется быстрым прогрессированием и множественными осложнениями.

Диагноз был подтвержден генетическим анализом и поддержан клиническими и

рентгенологическими данными. Данный случай подчеркивает важность раннего генетического тестирования и комплексного подхода к лечению для предотвращения дальнейших переломов и улучшения качества жизни пациента.

Данный клинический случай позволяет обсудить особенности диагностики и лечения несовершенного остеогенеза XV типа, связанные с мутацией WNT1, а также рассмотреть перспективы дальнейших исследований и терапевтические подходы. Несовершенный остеогенез XV типа является крайне редкой формой патологии, что подчеркивает уникальность данного случая. Диагноз был установлен на основании характерных клинических и рентгенологических признаков, включая множественные переломы, а также с использованием молекулярно-генетического исследования и лабораторных анализов.

Для описания и классификации несовершенного остеогенеза (НО) часто используется система Sillence, дополненная М. Ramachandran. Эта классификация основывается на клинических и рентгенологических данных, а также учитывает генетические особенности пациента [1]. В ней выделяют четыре основных типа:

- Тип I — мягкая форма с хрупкостью костей и синими склерами;
- Тип II — перинатально летальная форма;
- Тип III — прогрессирующая деформация скелета;
- Тип IV — умеренная тяжесть с нормальными склерами, низким ростом и несовершенным дентиногенезом.

Дополнительно, в классификации Ramachandran различают подтипы А и В в зависимости от состояния дентиногенеза. Реже встречаются формы, вызванные рецессивными мутациями, такими как НО типа XV, впервые описанная Кеуппом, связана с мутациями в гене WNT1. Этот тип выделяется не только своей редкостью, но и сложностью диагностики из-за схожести клинических признаков с другими формами НО. Данный ген играет ключевую роль в пролиферации, дифференцировке и выживании остеобластов — клеток, формирующих костную ткань. Нарушение функции WNT1 приводит к сниженной минеральной плотности костей, множественным переломам, низкому росту и синим склерам. Таким образом, мутации в этом гене оказывают системное воздействие, нарушая как костную, так и нервную системы. Некоторые пациенты с мутациями WNT1 испытывают неврологические нарушения, включая задержку развития и проблемы центральной нервной системы, что подчеркивает ключевую роль WNT1 в костной и нервной системах [4].

В представленном клиническом случае пациент несет гомозиготную мутацию c.506dupG в гене WNT1, которая приводит к сдвигу рамки считывания и образованию укороченного белка (p.Cys170fs). Эта мутация классифицируется как патогенная и ассоциируется с несовершенным остеогенезом XV типа (OMIM: 615220) и ранним остеопорозом (OMIM: 615221). Согласно базам данных, таких как ClinVar и GNOMAD, данный вариант встречается крайне редко и подтверждает тяжелую фенотипическую картину заболевания. Важно подчеркнуть, что этот генетический вариант характеризуется высокой пенетрантностью, что объясняет выраженность клинических проявлений.

Сравнение фенотипов. Ген WNT1 кодирует белок, участвующий в WNT-сигнальном пути, который регулирует пролиферацию и дифференцировку остеобластов. Мутация приводит к недостаточной активации ключевых рецепторов Frizzled и LRP5/6, что нарушает формирование костного матрикса и приводит к повышенной ломкости костей. Кроме того, исследование на мышиных моделях продемонстрировало, что нарушение WNT-сигнального пути ведет не только к остеопорозу, но и к нарушению нейродегенеративных процессов, подчеркивая системный характер данной патологии [6].

В литературе описаны различные мутации гена WNT1, каждая из которых сопровождается уникальными клиническими проявлениями. Так, Çavdartepe и İpek представили два случая сиблингов с мутацией Cys315Leufs*78, сопровождавшейся тяжелыми костными деформациями и выраженными неврологическими нарушениями, включая эпилепсию и задержку развития [4]. Zhu и соавторы описали пациентку с комплексной гетерозиготной мутацией c.620G>A (p.R207H) и c.677C>T (p.S226L), у которой была выявлена деформация внутреннего уха и другие внекостные симптомы [1]. У нашего пациента, напротив, наблюдались множественные переломы и лишь легкие неврологические симптомы, такие как мышечная дистония и сходящееся косоглазие. Эти данные демонстрируют широкий диапазон фенотипических проявлений мутаций WNT1, что подчеркивает необходимость индивидуального подхода к каждому случаю.

Лечение и его ограничения. На данный момент основной терапией для пациентов с НО является бисфосфонатная терапия. Бисфосфонаты — это синтетические аналоги пирофосфата, которые обладают высоким сродством к костной ткани и действуют путем ингибирования активности остеокластов, что замедляет костную резорбцию. Основной механизм их действия заключается в подавлении разрушения костной ткани за счет ингибирования ферментов остеокластов или индукции их апоптоза. Это способствует увеличению минеральной плотности кости и некоторому снижению риска переломов [7]. Однако важно отметить, что эффективность бисфосфонатов ограничивается их неспособностью воздействовать на первопричину заболевания.

Тем не менее, как отмечено в обзоре Cochrane, хотя бисфосфонаты и повышают минеральную плотность кости, их влияние на частоту переломов и улучшение качества жизни остается ограниченным. Основная причина этого кроется в том, что бисфосфонаты не воздействуют на ключевые патогенетические механизмы, связанные с мутациями в гене WNT1, которые лежат в основе XV типа НО. Необходимы новые терапевтические подходы, направленные не только на увеличение минеральной плотности, но и на устранение первопричины патологии [7]. Таким образом, лечение должно быть направлено на восстановление нормальной работы WNT-сигнального пути.

С учетом вышесказанного, пациентке рекомендованы регулярные курсы бисфосфонатной терапии, в том числе с использованием золендроновой кислоты — более мощного внутривенного бисфосфоната, обладающего продолжительным эффектом. Золендроновая кислота связывается

с гидроксиапатитом костной ткани и подавляет активность остеокластов, что приводит к снижению костной резорбции. Она также способствует повышению прочности костей, что особенно важно для пациентов с выраженными деформациями и частыми переломами [8]. Несмотря на это, длительное использование бисфосфонатов требует осторожности, учитывая возможные побочные эффекты, такие как остеонекроз челюсти и атипичные переломы.

Новые терапевтические подходы. Исследование Samproriano et al. подчеркивает эффективность терипаратида, аналога паратиреоидного гормона, в увеличении минеральной плотности костей и снижении риска новых переломов у пациентов с мутациями в гене WNT1, приводящими к раннему остеопорозу. Терипаратид стимулирует активность остеобластов, способствуя формированию новой костной ткани, что делает его ценным инструментом в лечении подобных состояний [9].

В дополнение к этому, Vollersen et al. обсуждают перспективность использования таргетной терапии, включая ромосозумаб — моноклональное антитело, которое блокирует действие склеростина, тем самым активируя сигнальный путь WNT. Исследования на мышцах с мутацией WNT1 показали, что ромосозумаб улучшает качество костной ткани и повышает её прочность, что особенно важно для пациентов с остеогенезом несовершенным XV типа. Эти данные подчеркивают значимость остеанаболической терапии как перспективного направления в лечении данного заболевания, предлагая более комплексный подход к восстановлению костной структуры и снижению риска переломов [10].

Однако перспективы терапии не ограничиваются только использованием бисфосфонатов и ромосозумаба. Экспериментальные исследования показывают, что стимуляция WNT-сигнального пути через активацию рецепторов Frizzled и LRP5/6 или стабилизацию β -катенина может оказать более глубокое влияние на восстановление костной ткани. Такие препараты, как ромосозумаб, которые нацелены на ингибирование склеростина (SOST), демонстрируют высокую эффективность в стимуляции костеобразования и, кроме того, потенциально могут положительно влиять на нервную систему. Эти находки расширяют горизонты лечения не только НО XV типа, но и других форм остеогенеза.

В будущем особое внимание может быть уделено генетическим методам лечения, таким как CRISPR/

Cas9, которые предлагают перспективу долгосрочного решения через коррекцию мутаций на уровне ДНК или РНК. Эти инновационные подходы могут стать основой для персонализированной медицины, направленной на устранение первопричины заболевания и улучшение качества жизни пациентов [3].

Для успешного ведения пациентов с остеогенезом несовершенным XV типа, связанным с мутацией WNT1, необходимо придерживаться мультидисциплинарного подхода. Важно регулярно проводить мониторинг состояния костей с помощью современных методов визуализации, таких как денситометрия и МРТ, чтобы своевременно выявлять изменения в структуре костной ткани.

Практикующим врачам следует рассматривать возможность применения таргетной терапии, включая остеанаболические препараты, такие как ромосозумаб или терипаратид, особенно в случаях, когда стандартное лечение бисфосфонатами оказывается недостаточно эффективным. Эти методы способны не только улучшить качество костной ткани, но и снизить риск переломов, что существенно повышает качество жизни пациентов.

Прогноз для пациентов с мутациями WNT1 может значительно улучшиться благодаря внедрению персонализированных подходов к лечению, основанных на генетическом профиле. Данный клинический случай подчёркивает важность ранней диагностики и разработки новых терапевтических стратегий, что открывает дополнительные перспективы для оптимизации ухода за такими пациентами.

Конфликт интересов. Не заявлен. Данный материал ранее не был представлен на рассмотрение в другие издания.

Финансирование. При проведении данной работы финансирование сторонних организаций и медицинских представительств не осуществлялось.

Вклад авторов. Концептуализация - УЖ.К.; методология - А.А.М.; проверка - А.А.М., К.Р.С., Ж.С.М.; формальный анализ - К.Р.С., Ж.С.М.; написание (оригинальная черновая подготовка) - УЖ.К.; написание (обзор и редактирование) - УЖ.К., А.А.М.

Авторы согласовали между собой окончательную версию рукописи и подписали форму передачи авторских прав

Литература

1. Zhu, J., Liu, K., He, S., Yang, Z., Song, J., Ju, Y., Tang, C. (2023). Type XV osteogenesis imperfecta: A novel mutation in the WNT1 gene, c. 620G> A (p. R207H), is associated with an inner ear deformity. *Intractable Rare Diseases Research*, 12(1), 58-61. <https://doi.org/10.5582/irdr.2022.01099>
2. Республиканский центр развития здравоохранения. Статистические сборники "Здоровье населения Республики Казахстан и деятельность организаций здравоохранения". 2024. https://www.nrchd.kz/index.php/ru/?option=com_content&view=article&id=973
3. Forlino, A., Cabral, W. A., Barnes, A. M., Marini, J. C. (2011). New perspectives on osteogenesis imperfecta. *Nature Reviews Endocrinology*, 7(9), 540-557. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2011.81>
4. Çavdarıtepe, B. E., İpek, R. (2023). Case Report of Two Siblings Diagnosed with Osteogenesis Imperfecta Type XV with a New Mutation in the WNT1 Gene and Review of the Literature. *Molecular Syndromology*, 14(2), 164-170. <https://doi.org/10.1159/000528201>

5. Sheremeta, M. S., Pigarova, E. A., Kulikova, K. S., Belovalova, I. M., Tyulpakov, A. N., Rumiantsev, P. O. (2017). Osteogenesis imperfecta in combination with Graves disease. Obesity and metabolism, 14(4), 77-82. <https://doi.org/10.14341/omet2017477-82>
6. Tan, Z., Chen, P., Zhang, J., Shek, H. T., Li, Z., Zhou, X., To, M. K. T. (2024). Multi-omics analyses reveal aberrant differentiation trajectory with WNT1 loss-of-function in type XV osteogenesis imperfecta. Journal of Bone and Mineral Research, 39(9), 1253-1267. <https://doi.org/10.1093/jbmr/zjae123>
7. Dwan, K., Phillipi, C. A., Steiner, R. D., Basel, D. (2016). Bisphosphonate therapy for osteogenesis imperfecta. Cochrane database of systematic reviews, (10). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005088.pub4>
8. Dong, W., Qi, M., Wang, Y., Feng, X., Liu, H. (2018). Zoledronate and high glucose levels influence osteoclast differentiation and bone absorption via the AMPK pathway. Biochemical and biophysical research communications, 505(4), 1195-1202. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2018.10.059>
9. Campopiano, M. C., Fogli, A., Michelucci, A., Mazoni, L., Longo, A., Borsari, S., Cetani, F. (2022). Case report: Early-onset osteoporosis in a patient carrying a novel heterozygous variant of the WNT1 gene. Frontiers in Endocrinology, 13, 918682. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.918682>
10. Vollersen, N., Zhao, W., Rolvien, T., Lange, F., Schmidt, F. N., Sonntag, S., ... & Yorgan, T. A. (2021). The WNT1 G177C mutation specifically affects skeletal integrity in a mouse model of osteogenesis imperfecta type XV. Bone research, 9(1), 48. <https://doi.org/10.1038/s41413-021-00170-0>

Жетілмеген остеогенез XV тип: Клиникалық жағдай

[Урумбаева Ж.К.](#) ¹, [Әбілтаев А.М.](#) ², [Қазанғапов Р.С.](#) ³, [Жүсіпов С.М.](#) ⁴

¹ 7 курс интерн, Семей медицина университеті Павлодар филиалы, Павлодар, Қазақстан. E-mail: zhaina279@gmail.com

² PhD, қауымдастырылған профессордың міндетін атқарушы, Семей медицина университеті Павлодар филиалы, Павлодар, Қазақстан. E-mail: askar.abiltayev@smu.edu.kz

³ PhD, Семей медицина университеті Павлодар филиалы, Павлодар, Қазақстан.
E-mail: rustem.kazangapov@smu.edu.kz

⁴ Медицина ғылымдарының кандидаты, Семей медицина университеті Павлодар филиалы, Павлодар, Қазақстан. E-mail: sabit.zhusupov@smu.edu.kz

Түйіндеме

Мақалада жаңа туылған қызда анықталған остеогенездің сирек кездесетін түрінің (XV тип) клиникалық жағдайы келтірілген. Негізгі клиникалық көріністер, аурудың генетикалық аспектілері және диагностикалық тәсілдер сипатталды. Диагностикаға болатын зертханалық және аспаптық зерттеулердің нәтижелері талданды. Терапевтік стратегиялар, соның ішінде бисфосфонат терапиясы және мақсатты препараттарды қолдану перспективалары қарастырылды. Талдау осы аурумен ауыратын науқастарды емдеуді оңтайландыру үшін ерте диагностика мен пәнаралық тәсілдің маңыздылығын толықтырады.

Түйін сөздер: XV типті жетілмеген остеогенез, сирек кездесетін генетикалық аурулар, WNT1 генінің мутациясы, бисфосфонат терапиясы.

Osteogenesis imperfecta type XV: A clinical case

[Zhaina Urumbayeva](#) ¹, [Askar Abiltayev](#) ², [Rustem Kazangapov](#) ³, [Sabit Zhusupov](#) ⁴

¹ 7th-year intern of general medical practice, Pavlodar Branch Semey Medical University, Pavlodar, Kazakhstan.
E-mail: zhaina279@gmail.com

² PhD, Acting Associate Professor, Pavlodar Branch Semey Medical University, Pavlodar, Kazakhstan.
E-mail: askar.abiltayev@smu.edu.kz

³ PhD, Pavlodar Branch Semey Medical University, Pavlodar, Kazakhstan. E-mail: rustem.kazangapov@smu.edu.kz

⁴ Candidate of Medical Sciences, Pavlodar Branch Semey Medical University, Pavlodar, Kazakhstan.
E-mail: sabit.zhusupov@smu.edu.kz

Abstract

The article presents a clinical case of a rare form of osteogenesis imperfecta (type XV) identified in a newborn girl. The key clinical manifestations, genetic aspects of the disease and approaches to diagnostics are described. The results of laboratory and instrumental studies confirming the diagnosis are presented. Therapeutic strategies, including bisphosphonate therapy and the prospects for targeted drug use, are discussed. The work emphasizes the importance of early diagnosis and a multidisciplinary approach to optimize the treatment of patients with this condition.

Keywords: osteogenesis imperfecta type XV, rare genetic disorders, WNT1 gene mutation, bisphosphonate therapy, targeted therapy.

<https://doi.org/10.52889/1684-9280-2025-2-76-67-73>

Письмо редактору

Неспецифические поясничные боли. Новые подходы к диагностике и лечению

[Джалилов Я.Р.](#)

Научный руководитель отдела ортопедии, Научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии Министерства здравоохранения Азербайджана, Баку, Азербайджан. E-mail: yashardjalilov@mail.ru

Резюме

Поясничные боли – явление многофакторное и потому на МРТ, КТ и других исследованиях крайне важно установить их причину, чтобы выбрать этиопатогенетическое лечение. В подавляющем большинстве случаев консервативно-ортопедическое лечение дает положительный эффект. Оперативное лечение должно быть предпринято только при неэффективности ортопедического лечения, с последующим продолжением мер по нормализации изменений в костных структурах.

В данной рукописи представлен анализ основных причин возникновения поясничных болей по результатам МРТ и КТ обследования и лечения 536 больных с поясничными болями в Научно-исследовательском институте травматологии и ортопедии Министерства здравоохранения Азербайджана.

Ключевые слова: причины поясничных болей, остеопороз, консервативное лечение, хирургическое лечение.

Corresponding author: Yashar Jalilov, Scientific supervisor of the Department of Orthopedics, Research Institute of Traumatology and Orthopedics of the Ministry of Health of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan
E-mail: yashardjalilov@mail.ru

J Trauma Ortho Kaz 76 (2) 2025: 67-73
Received: 28-03-2025
Accepted: 11-04-2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

В современной клинической медицине предлагаются различные классификации поясничных болей. В большинстве из них выделены 2 категории болей в спине: боли в спине при специфических заболеваниях позвоночника, спинного мозга и внутренних органов иррадиирующего типа; неспецифические поясничные боли [1-3].

Среди причин неспецифических поясничных болей в литературе чаще всего называют дегенеративный остеохондроз, спондилоартроз, деформирующий спондилез, спондилолистезы. Однако в нашей практике мы часто встречаемся с больными, у которых причину упорной поясничной боли установить не удается. Выявляемые у них данные клинических неврологических, лабораторных и МРТ-КТ исследований не дают оснований для определения этиопатогенеза болевого синдрома (поясничные боли неясной-неопределенной этиологии) [4].

Проблема поясничных болей является актуальной и для Азербайджана. Исследования по проблемам дифференциальной диагностики, комплексного ортопедического и хирургического лечения больных с поясничными болями организованы и проводятся в клинике Ортопедии и хирургии позвоночника Научно-исследовательском институте травматологии и ортопедии Министерства здравоохранения Азербайджана (Научный руководитель д.м.н. Я.Р. Джалилов). За последние десятилетия мы наблюдаем увеличение числа больных с болями люмбалгического и радикулярного типа

различной этиологии не только у людей среднего и старшего возрастов, но и у больных более молодого возраста [5-8].

В последние несколько десятилетий хирургические вмешательства при выпячиваниях межпозвоночных дисков получило большое распространение, особенно среди нейрохирургов. Предлагается много разновидностей операций, отмечается большое стремление к экономным доступам, ранней активизации больных. Складывается ощущение, что часть авторов видят всю проблему в наличии какого-то выпячивания диска, который компримирует спинномозговые корешки и если его устранить, то через пару недель человек может возвратиться к прежней жизни без всяких ограничений. Однако жизнь показывает, что такой упрощенный подход является ошибочным и в большинстве случаев поясничная боль не отступает с такой легкостью. E.V.Spangfort проанализировал результаты хирургического лечения 2504 больных после операций эксплораций дисков и обнаружил, что уже в ближайшем послеоперационном периоде у 30% из них отмечаются повторные поясничные боли [9].

Мы представляем результаты анализа основных причин возникновения неспецифических поясничных болей по результатам МРТ, КТ, ДЕХА-денситометрических обследований и разработка новых, оптимальных принципов лечения больных.

Основные процессы, играющие роль в возникновении неспецифических поясничных болей

Описание материалов и методов. Мы предоставляем информацию об обследовании и лечении 536 больных из более чем 2000 больных, страдающих болями в позвоночнике, которым произведены МРТ

и КТ обследования. 383 человек среди этих больных получили консервативно-ортопедическое и 153 хирургическое лечение.

Таблица 1 - Распределение больных по возрасту и методике лечения

Число больных по методике лечения	Возраст больных			
	18-30 лет	31-50 лет	> 50 лет	Всего
Хирургическое лечение	36	72	45	153 (28,54%)
Консервативно-ортопедическое	109	138	136	383 (71,45%)
Всего	145 (27,05%)	210 (39,17%)	181 (33,76%)	536 (100%)

Мы разделили 536 больных в зависимости от пола (215 мужчин и 321 женщин), возраста и примененного метода лечения. Как видно из таблицы, 39,17% больных находились в самом трудоспособном возрасте 31-50 лет. 27,05% пациентов были возрасте менее 30 лет, а в возрасте свыше 51 года - 33,76%.

Для точной диагностики заболевания всем обратившимся проводится спондилография цифровым рентгеновским аппаратом, что дает возможность более углубленно изучать структурные изменения позвонков, а также МРТ, КТ, клинико-неврологические, а также рентген (ДЕХА) и соно- денситометрические исследования.

МРТ и КТ обследование проведено всем 536 больным. У существенной части из этих больных на МРТ снимках обнаружили выпячивания дисков. При полисегментарном характере процесса имелись поражения 2-3-х дисков, но встречались и случаи

поражения 4-х дисков в разной степени выраженности.

Всего 45 (8,39%) больных из 536 обратились с постоянными болями в поясничном отделе позвоночника, который периодически иррадиирует в область ягодиц или в бедра, которые, однако, не носят интенсивный, острый характер. Иррадиирующие боли у этих больных длятся недолго и проходят после применения НВПС в течении нескольких дней.

Michael Modic в 1988 году впервые на основании исследования МРТ данных пациентов с поясничными болями описал изменения в пограничных с замыкательными пластинками участках тел люмбалных позвонков по типу асептического спондилита.

Значение этих изменений остается до сих пор дискуссионным. Представленные изменения замыкательных пластинок и структуры костного мозга в пограничных участках тел позвонков, возможно, связаны с дегенеративными процессами в люмбальном отделе позвоночника. Однако этиопатогенез этих изменений остается неясным. M. Modic et al. (1988) выделили три типа изменений по характеристикам сигналов на МРТ [10]. В последующие годы выявленные изменения были приняты как классификация и названы в честь автора - Modic changes – Mch:

- Modic changes I - имеется отек костного мозга и признаки воспаления;

- Modic changes II - отмечается перерождение красного костного мозга в желтоватую жировую ткань (жировой мозг) как результат ишемических процессов;

- Modic changes III – склеротические изменения замыкательных пластин и субхондральных участков костной ткани тел позвонков.

Выявленные Michael Modic изменения в пограничных с замыкательными пластинками участках тел люмбальных позвонков по типу асептического спондилита, возможно, происходят в результате нарушения сегментарного кровообращения в поясничном отделе позвоночника.

Как было сказано нами выше, 72 (13,43%) больных обратились постоянными болями в люмбальном отделе позвоночника, который периодически иррадиировал в область ягодиц или в бедра. Они не носят интенсивный, острый характер, длятся недолго и проходят после применения НВПС в течение нескольких дней. Клинико-неврологическое обследование выявляет:

- симптом Ласега отрицателен или, редко, слабо положителен под углом 60-70°;

- чувствительных и двигательных расстройств нет.

На МРТ и КТ исследованиях у всех больных этой группы выявлены изменения позвонков по типу Modic I, II, III. Изменения по типу Modic (Mch) I преобладали над Mch II-III. Лишь у небольшой части этих больных анамнестически отмечена субфебрильная температура, к которой они как бы «привыкли» и оно их особенно не беспокоит. Подавляющее большинство этих больных жалуются на хроническую боль в пояснице с периодическими иррадиациями в ягодицы. Всем больным этой группы проведена рентгенденситометрия, которая выявила уменьшение минеральной плотности позвонков.

Суммарно денситометрия (DEXA- и соно-) позвоночника проведена 467 из 536 больных. DEXA-денситометрия позволяет определять минеральную плотность кости (BMD-bone mineral density) в граммах на квадратный сантиметр. При этом исследовании определяются не только усредненные данные минеральной плотности поясничного отдела позвоночника, но и конкретные данные по каждому (L1-L4) позвонку. Полученные данные показывают, что наиболее выраженные изменения минеральной плотности отмечаются в нижнепоясничных позвонках (чаще всего в L4).

Хотелось бы отметить и другой факт, который отмечают больные с выраженным уменьшением минеральной плотности позвонков при сборе

анамнеза: это сочетание более иррадиирующих в конечности (радикулярные боли) с болями в пояснице при поворотах туловища в горизонтальном положении (нестабильность сегментов позвоночника). По мнению исследователей, это проявления так называемой «гормональной спондилопатии», приводящей к нарушениям анатомических соотношений между нервными корешками и костными образованиями, с последующим возникновением нестабильности сегментов вследствие уменьшения плотности кости тела позвонка и слабости связочного аппарата [11].

В своих исследованиях по рентгенодиагностике дегенеративных заболеваний позвоночника, проведенных с известным рентгенологом Центра травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова (РФ), профессором О.Л. Нечволодовой, Яшар Р. Джалилов (1987) одним из первых в этом направлении, показал информативность рентгенометрических измерений высоты межпозвонковых дисков и ширины спинномозгового канала [7]. Эти методы позволяют определять наличие сужений в позвоночном канале как центрального, так и латерального типов.

Анализ результатов МРТ, денситометрии, спондилографии и клинико-неврологических исследований позволяет нам прийти к мнению, что в механизме возникновения неспецифических поясничных болей играют роль в основном следующие процессы:

1. Дестабилизирующие – дегенеративные процессы вызывают нарушения стабильности в позвоночном сегменте, в результате чего возникает патологическая подвижность в горизонтальной плоскости с появлением болей преимущественно люмбалгического типа. Обычно это наблюдается в начальных стадиях дегенеративных процессов позвоночника. В этих случаях на МРТ явного сужения просвета позвоночного канала ни в центральном, ни в латеральных его участках не наблюдается.

Однако наблюдается снижение высоты 1-го или 2-х межпозвонковых дисков, которое не всегда замечается радиологами и потому остается без внимания. Мы в этих случаях производим рентгенометрию высоты диска по собственному методу, что позволяет объективизировать этот факт. Снижение высоты диска говорит о начале его разрушения и потере стабильности в позвоночном сегменте. У данной группы больных хороший результат дает комплексный консервативно-ортопедический метод (корсеты, обезболивающие - НВПС, покой на 1-2 недели и др.).

2. Стенозирующие - дегенеративные процессы в вертебральных сегментах, вызывающие сужения просвета позвоночного канала (в центральных или латеральных ее частях) с компрессией элементов дурального мешка и спинномозговых корешков. В этих случаях наблюдается болевой синдром люмбалгического или люмбоишиалгического характера. Стенозирующий процесс может быть моносегментарным (чаще всего у относительно молодых пациентов) строго дискогенным (грыжи диска), или же вертебро-дискогенным (спондилолистез, дегенеративные утолщения связок, оссификаты и др.).

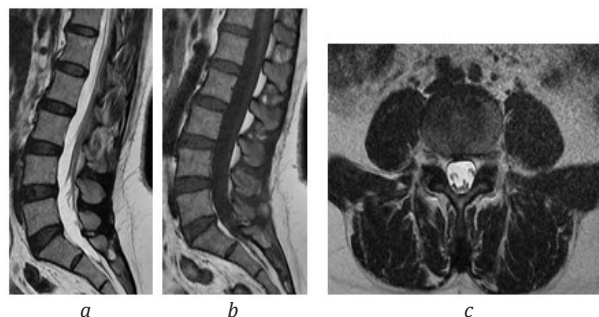


Рисунок - 1 а,б,с - Пациент А., 51 год. Острые боли в пояснице (после подъема тяжести в быту), усиливающиеся при движениях. На МРТ небольшое снижение высоты диска L5-S1 и ее протрузия до 2-3 мм. Компрессии корешков нет. Через 2 недели консервативного лечения (корсет, обезболивающие - НПВС, покой и др.) выздоровление

Обсуждение

Сопоставляя результаты МРТ, денситометрии, спондилографии и клинико-неврологических исследований можно прийти к мнению, что в части случаев у наших больных в механизме возникновения боли существенную роль играет изменения минеральной плотности костей, приводящие к увеличению физической нагрузки на диски с последующими патологическими изменениями анатомических соотношений между нервными корешками и костными образованиями. Возможно, это является одной из основных причин последующего возникновения нестабильности сегментов из-за уменьшения минеральной плотности тела позвонка и слабости связочного аппарата. Наблюдаемые нами у части пациентов с уменьшением минеральной плотности позвонков кальцинация хрящевых и соединительных структур в позвоночных сегментах является ответной компенсаторной реакцией организма, направленной на стабилизацию позвоночника. Исследования показывают, что у значительной группы больных при дегенеративных повреждениях позвоночных сегментов происходит не компрессия корешков, а их раздражение. Ирритативные процессы проявляются нарушением микроциркуляции крови в нервном корешке, венозным застоем, отеками и фиброзом соединительной ткани. В возникновении боли роль играют раздражение рецепторов задней продольной связки и нестабильность, когда в позвоночном сегменте возникают патологические ротационные движения [12,13].

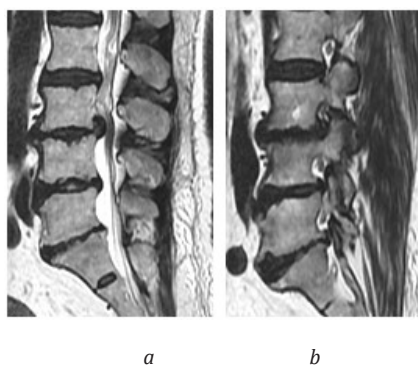
В лечении данной группы больных предпочтение должно быть отдано хирургическому методу. В зависимости от данных обследования больных мы выделили следующие ситуации, требующие различных хирургических подходов:

1. Односторонний (монологатеральный) болевой синдром. Выпячивание одного или двух дисков, с

одной стороны сужающий просвет позвоночного канала, компримирующих корешки и другие элементы дурального мешка. У больных с данной ситуацией произведены: расширенная интерламинэктомия в двух сегментах (дорсальная декомпрессия), ревизия позвоночного канала и эксплорация дисков (вентральная декомпрессия), сегментарный артродез дуготростчатых суставов (junctura zygapophysealis).

2. Двусторонний (билатеральный) болевой синдром, обусловленный выпячиваниями 2-х соседних дисков, компримирующих соответствующие корешки с разных сторон с явлениями нестабильности сегментов. В этих случаях производится расширенная интерламинэктомия на 2-х уровнях с соответствующих сторон для дорсальной и вентральной декомпрессии. При наличии нестабильности операция заканчивается сегментарным артродезом на 2-х уровнях и фиксацией конструкцией Джалилова (JPS) или транспедикулярной системой (Рисунки 2 и 3).

Работами Мовшовича И.А. и Шотемор Ш.Ш. (1979) [14] было доказано, что нестабильность позвоночника характеризуется появлением в ее сегментах в основном патологических ротационных движений. С этой точки зрения для ликвидации или профилактики этих движений по нашему мнению в большинстве случаев в применении межтеловых транспедикулярных конструкций нет необходимости. Многочисленные сообщения об успешном применении межостистых конструкций типа DIAM (Патент США) также подтверждает, что для ликвидации нестабильности сегмента фиксация через остистые отростки обеспечивает достаточную стабилизацию позвоночника и не нарушает ее биомеханику. Почти 30-летний опыт применения модификаций конструкции Джалилова [6,8] показал ее высокую эффективность в лечении нестабильности позвоночных сегментов.



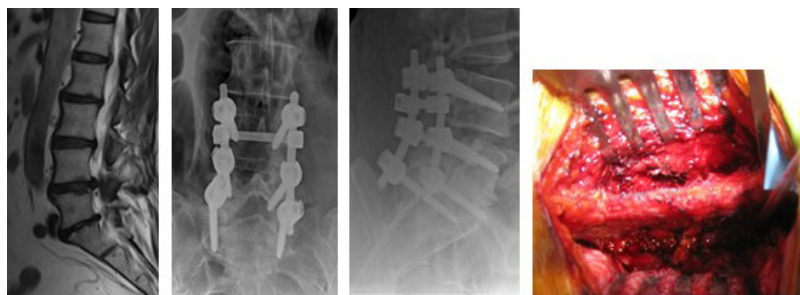


Рисунок - 2 a,b,c - Пациент В., 65 лет. МРТ- снимки больной с двусторонним (билатеральным) болевым синдромом при стенозирующем полисегментарном процессе в поясничном отделе позвоночника (2a,b). Интраоперационная фотография: - расширенная интерламинэктомия на L3-4 с одной и L5-S1 с противоположной сторон, дорсальная и вентральная декомпрессия и дебритмент позвоночного канала (2 c). Полное прекращение болевого синдрома с обеих сторон

Для профилактики и лечения послеоперационной нестабильности мы долгое время (задолго до появления DIAM) использовали разработанную Я.Р. Джалиловым пластинчатую конструкцию (Авторское свидетельство СССР №1326161, 1987 год) [6]. Модифицированная

конструкция в отличие от своего прототипа имеет меньшие габариты и рассчитана на фиксацию одного или двух позвоночных сегментов, в котором имеется нестабильность.

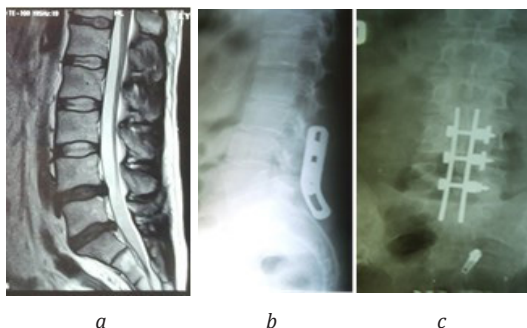


Рисунок 3 - МРТ и рентген-снимки Пациента С. с пролапсами двух дисков: а) МРТ-снимок поясничного отдела до операции; б) рентген-снимок поясничного отдела после операции с имплантатом (JPS) в боковой проекции; в) рентген-снимок поясничного отдела после операции с имплантатом (JPS) в прямой проекции

3. Спондилопатические – у большинства больных этой группы на спондилограммах и МРТ исследованиях явных признаков дегенеративных изменений позвоночных сегментов не выявляется. Однако, четко видно уменьшение минеральной плотности тел и задних костных элементов позвонков локального или распространенного типа (остеопения-остеопороз) и признаки некоторого выпячивания дисков (гормональная спондилопатия). Денситометрия

как правило подтверждает изменения в минеральной плотности костей. В эту же группу мы включили и больных с изменениями позвонков по Модичу («спондилодисциты» неясной этиологии) (Рисунок 4). Этот тип поясничных болей некоторые авторы называют «неопределенными» поскольку единого мнения об их этиопатогенезе пока нет и дискуссии на эту тему продолжаются.

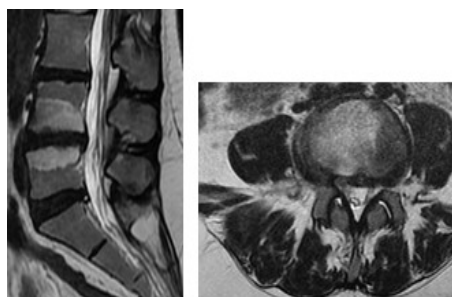


Рисунок 4 - Пациент Д., 29 лет, с люмбоишиалгическими болями. МРТ- исследование: изменения позвонков по типу Modic 2 (перерождение красного костного мозга в желтоватую жировую ткань)

Лечение больных данной группы проводилось с применением длительных консервативно-ортопедических мероприятий, которые оказались весьма эффективными и дали устойчивый

положительный результат (корсетотерапия, обезболивающие, терапия на повышение минеральной плотности костей).

Выводы

Анализ результатов исследования 536 больных с неспецифическими поясничными болями, которым сделано МРТ и КТ показывают, что поясничные боли не

только мультиэтиологичны но и мультипатогенетичны. В появлении синдрома играют роль несколько факторов. Мы выделили три группы процессов, приводящих к

появлению неспецифических поясничных болей:

1. Дестабилизирующие – нарушения стабильности в позвоночном сегменте, с возникновением патологической подвижности в горизонтальной плоскости и болями люмбагоического типа. Обычно это наблюдается в начальных стадиях дегенеративных процессов позвоночника. В этих случаях чаще всего наблюдается снижение высоты 1-го (очень редко 2-х) межпозвонкового диска, что говорит о начале его разрушения и потере стабильности в позвоночном сегменте.

2. Стенозирующие - дегенеративные процессы в вертебральных сегментах, вызывающие сужения просвета позвоночного канала с компрессией элементов дурального мешка и спинномозговых корешков. В этих случаях наблюдается болевой синдром чаще люмбагоического характера. Стенозирующий процесс может быть моноsegmentарным (у относительно молодых пациентов), дискогенным (грыжа диска), или же вертебро-дискогенным (спондилолистез, дегенеративные утолщения связок, оссификаты и др.);

3. Спондилопатические – это группа больных на спондилограммах и МРТ исследованиях, которых явных признаков дегенеративных изменений позвоночных сегментов не выявляется. Однако, видно уменьшение минеральной плотности тел и задних костных элементов позвонков локального или распространенного типа и признаки некоторого выпячивания дисков (гормональная спондилопатия). Денситометрия как правило подтверждает изменения в минеральной плотности костей. В эту же группу мы включили и больных с изменениями позвонков по

Модика («спондилодисциты» неясной этиологии).

У 383 (71.45%) человек болевой синдром удалось ликвидировать консервативно – ортопедическим лечением, важным компонентом которого является применение препаратов для улучшения минеральной плотности костей. 153 (28.54%) больным из-за неэффективности консервативного лечения произведено хирургическое вмешательство. Выявлены ситуации, требующие различных хирургических решений:

1. Односторонний (монологический) болевой синдром с пролапсом одного диска (острый моноsegmentарный стеноз), вызывающим дискордикулярный конфликт без нестабильности сегмента.

2. Двусторонний (билатеральный) болевой синдром, обусловленный выпячиваниями 2-х или более дисков (полиsegmentарный стеноз), компремирующих соответствующие корешки с одной или разных сторон с явлениями нестабильности сегментов.

В каждой из этих ситуаций производилась интерламинаэтомия (чаще расширенная) на 1-ом или 2-х уровнях соответствующих сторон, для дорсальной и вентральной декомпрессии корешков и элементов дурального мешка. При наличии нестабильности операция заканчивается segmentарным артродезом на соответствующих уровнях или фиксацией имплантами.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Нет.

Литература

1. Hall, H., McIntosh, G., Boyle, C. (2009). Effectiveness of a low back pain classification system. *The Spine Journal*, 9(8), 648-657. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2009.04.017>
2. Mehrdad, R., Shams-Hosseini, N. S., Aghdaei, S., Yousefian, M. (2016). Prevalence of low back pain in health care workers and comparison with other occupational categories in Iran: a systematic review. *Iranian journal of medical sciences*, 41(6), 467. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27853326/>
3. Lawan, A., Crites Videman, J., Battie, M. C. (2021). The association between vertebral endplate structural defects and back pain: A systematic review and meta-analysis. *European Spine Journal*, 30(9), 2531-2548. <https://doi.org/10.1007/s00586-021-06865-6>
4. Hayden, J. A., Ellis, J., Ogilvie, R., Stewart, S. A., Bagg, M. K., Stanojevic, S., Saragiotto, B. T. (2021). Some types of exercise are more effective than others in people with chronic low back pain: a network meta-analysis. *Journal of physiotherapy*, 67(4), 252-262. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2021.09.004>
5. Джалилов, Я. Р. О., Челябиев, Э. М. О., Джалилов, Т. Я. О. (2015). Некоторые аспекты патогенеза и лечения синдрома «поясничные боли». *Хирургия позвоночника*, 12(3), 64-71. <https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-aspekty-patogeneza-i-lecheniya-sindroma-poyasnichnye-boli>
6. Джалилов, Я. Р. О., Челябиев, Э. М. О., Джалилов, Т. Я. О. (2015). Nekotory'e aspekty' patogeneza i lecheniya sindroma «poyasnichny'e boli». *Xirurgiya pozvonochnika*, 12(3), 64-71. <https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-aspekty-patogeneza-i-lecheniya-sindroma-poyasnichnye-boli>
6. Джалилов, Я. Р., Джалилов, Т. Я., Челябиев, Э. М. (2010). Ортопедо-хирургическое лечение полиsegmentарных выпячиваний межпозвонковых дисков. *Азербайджанский журнал ортопедии и травматологии*, (2), 20-24.
7. Джалилов, Я. Р., Джалилов, Т. Я., Челябиев, Э. М. (2010). Ortopedo-hirurgicheskoe lechenie polisegmentarnykh vypjachivanij mezhpozvonocnykh diskov [Orthopedic and surgical treatment of polysegmental protrusions of intervertebral discs] [in Russian]. *Azerbajdzhanskij zhurnal ortopedii i travmatologii*, (2), 20-24.
7. Казьмин, А. И., Ветрилэ, С. Т., Джалилов, Я. Р., Нечволодова, О. Л. (1987). Контрастная миелография в диагностике грыжевых выпячиваний межпозвонкового диска при поясничном остеохондрозе. *Вестник рентгенологии и радиологии*, (6), 47-51.
8. Kaz'min, A. I., Vetrilje, S. T., Dzhililov, Ja. R., Nechvolodova, O. L. (1987). Kontrastnaja mielografija v diagnostike gryzhevykh vypjachivanij mezhpozvonocnogo diska pri pojasnichnom osteohondroze (Contrast myelography in diagnostics of herniated intervertebral disc protrusions in lumbar osteochondrosis) [in Russian]. *Vestnik rentgenologii i radiologii*, (6), 47-51.
8. Celilov, Y., Subasi, M. (1994). The surgical principle of stable and unstable lumbar osteokondrozis. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 28(3), 154-157. <https://dergipark.org.tr/en/pub/aott/article/189841>
9. Spangfort, E. V. (1972). The lumbar disc herniation: a computer-aided analysis of 2,504 operations. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 43(sup142), 1-99. <https://doi.org/10.3109/ort.1972.43.suppl.142.01>
10. Modic, M. T., Steinberg, P. M., Ross, J. S., Masaryk, T. J., Carter, J. R. (1988). Degenerative disk disease: assessment of changes

in vertebral body marrow with MR imaging. *Radiology*, 166(1), 193-199. <https://doi.org/10.1148/radiology.166.1.3336678>

11. German, D. G., Ketrar, E. G. (1985). Prevention and treatment of hormonal spondylopathy. *Zhurnal Nevropatologii i Psikiatrii Imeni SS Korsakova* (Moscow, Russia: 1952), 85(4), 487-492. <https://europepmc.org/article/med/4002937>

12. Druszcz, A., Mis, M., Szczepanska, M., Paprocka-Borowicz, M. (2024). Degeneration of the intervertebral disc as an interdisciplinary clinical problem in the context of neurosurgery: a summary of the state of knowledge. Part 1. *Medical Science Pulse*, 18(1). <http://dx.doi.org/10.5604/01.3001.0054.3352>

13. Jiang, T., Chen, Z., Luo, Y., Tian, X., Zhou, Y., Huan, Y., He, Y. (2025). Clinical analysis of percutaneous endoscopic unilateral laminotomy for bilateral decompression for single segment degenerative lumbar spinal stenosis: a systematic review and single-arm meta-analysis. *Frontiers in Surgery*, 12, 1458366. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2025.1458366>

14. Мовшович, И. А., Шотемор, Ш. Ш. (1979). К вопросу о нестабильности позвоночника (классификация, диагностика). *Ортопедия и травматология*, 5, 24-29.

Movshovich, I. A., Shotemor, Sh. Sh. (1979). K voprosu o nestabil'nosti pozvonochnika (klassifikacija, diagnostika) (On the issue of spinal instability (classification, diagnostics)) [in Russian]. *Ortopediya i travmatologiya*, 5, 24-29.

Белдегі спецификалық емес ауырсыну. Диагностика мен емдеудің жаңа тәсілдері

[Джалилов Я.Р.](#)

Ортопедия бөлімінің ғылыми жетекшісі, Әзірбайжан Денсаулық сақтау министрлігінің Травматология және ортопедия ғылыми-зерттеу институты, Баку, Әзірбайжан. E-mail: yashardjalilov@mail.ru

Түйіндеме

Бел аймағындағы ауырсыну көп факторлы құбылыс болып табылады, сондықтан этиопатогенетикалық емдеуді таңдау үшін МРТ, КТ және басқа зерттеулерді қолдана отырып, оның себебін анықтау өте маңызды. Жағдайлардың басым көпшілігінде консервативті ортопедиялық емдеу оң нәтиже береді. Хирургиялық емдеуді ортопедиялық емдеу тиімсіз болған жағдайда ғана жүргізу керек, содан кейін сүйек құрылымдарындағы өзгерістерді қалыпқа келтіру бойынша шараларды жалғастыру керек.

Бұл қолжазбада Әзірбайжан Денсаулық сақтау министрлігінің Травматология және ортопедия ғылыми-зерттеу институтында бел ауруымен ауыратын 536 науқасты МРТ және КТ зерттеу және емдеу нәтижелері бойынша бел ауруының негізгі себептеріне талдау берілген.

Түйін сөздер: бел ауруының себептері, остеопороз, консервативті ем, хирургиялық емдеу.

Non-specific lumbar pain. New approaches to diagnosis and treatment

[Yashar Jalilov](#)

Scientific supervisor of the Department of Orthopedics, Research Institute of Traumatology and Orthopedics of the Ministry of Health of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan. E-mail: yashardjalilov@mail.ru

Abstract

Lumbar pain is a multifactorial phenomenon, and therefore it is extremely important to establish their cause on MRI, CT and other studies in order to choose etiopathogenetic treatment. In the vast majority of cases, conservative orthopedic treatment has a positive effect. Surgical treatment should be undertaken only after failure of orthopedic treatment, followed by a continuation of conservative measures to normalize the mineral density of bone structures.

This article provides an analysis of the main causes of lumbar pain according to the results of MRI and CT examination and treatment of 536 patients with lumbar pain in the department of orthopedics of adults Azerbaijan Scientific-Research Institute of Traumatology and Orthopedics.

Keywords: lumbar pain, osteoporosis, orthopedic treatment, surgical treatment.

МАЗМҰНЫ

Мейрамова Ә.М., Абуова А.С., Карина К.К., Абдахина Б.Б., Бектасова Б.Б., Хоцанов Е.Е., Айнабекова Б.А.

Қазақстандық популяциядағы анкилозды спондилоартритпен ауыратын науқастардың өмір сүру сапасы және онымен байланысты факторлар4

Толеубаев Б.Е., Махатов Б.К., Қошанова А.А., Давлетбаев М.Ж., Арутюнян М.Г.

Ортопедиялық тәжірибеде сүйек трансплантациясын аддитивті технологиямен бірге қолдану 12

Байдарбеков М.У., Аубакирова Ә.Е., Ипмагамбетов Д.Н., Абдикаликов М.С.

Анкилозды спондилоартрит салдарынан болған омыртқаның сынуын оперативті емдеу: Клиникалық тәжірибеден алынған жағдай20

Шаухин Е.Н., Мурсалов Н.К., Горбунов Б.Н.

Бұғанаға остеосинтез жасау үшін пластинаның кернеуін математикалық модельдеу және талдау27

Уаққазы Ғ.Б., Шашкин Ч.С., Мырзаев Ж.Т., Әләйдарова М.Е., Natalie Hellmers

Паркинсон ауруына шалдыққан науқастар үшін терең ми стимуляциясынан кейін тұрғын ортаны бейімдеу: Жарақат алу қауіп азайту және өмір сапасын жақсарту. Жүйелік шолу35

Ахмеди Д.М., Садуаева Ф., Власова А., Қалдар С.А.

Науқастардың травматология бөлімінде алған стационарлық емге қанағаттану деңгейін арттыру шаралары: Сервистік дизайн жобасы44

Саркулова Ж.Н., Тоқшилыкова А.Б., Саркулов М.Н., Жанкулов М.Х.,
Сарбаева А.М., Қалиева Б.М., Жиеналин Р.Н., Даниярова К.Р., Космуратова Ш.Б.

Бас миының жедел және жарақаттық зақымдалуы бар науқастардың қанындағы газ құрамының бұзылуы жағдайының ауырлығын болжаушы предиктор.....51

Урумбаева Ж.К., Әбілтаев А.М., Қазанғапов Р.С., Жүсіпов С.М.

Жетілмеген остеогенез XV тип: Клиникалық жағдай60

Джалилов Я.Р.

Белдегі спецификалық емес ауырсыну. Диагностика мен емдеудің жаңа тәсілдері67

СОДЕРЖАНИЕ

Мейрамова Ә.М., Абуова А.С., Карина К.К., Абдахина Б.Б., Бектасова Б.Б., Хоцанов Е.Е., Айнабекова Б.А.

Качество жизни и связанные с ним факторы у пациентов с анкилозирующим спондилоартритом в Казахстанской популяции 4

Тулеубаев Б.Е., Махатов Б.К., Кошанова А.А., Давлетбаев М.Ж., Арутюнян М.Г.

Использование костных трансплантатов в сочетании с аддитивными технологиями в ортопедической практике 12

Байдарбеков М.У., Аубакирова Ә.Е., Ипмагамбетов Д.Н., Абдикаликов М.С.

Оперативное лечение осложненного перелома позвоночника на фоне анкилозирующего спондилоартрита: Клинический случай из практики 20

Шаухин Е.Н., Мурсалов Н.К., Горбунов Б.Н.

Математическое моделирование и анализ напряжений пластины для остеосинтеза ключицы 27

Уаққазы Ғ.Б., Шашкин Ч.С., Мырзаев Ж.Т., Әләйдарова М.Е., Natalie Hellmers

Адаптация жилого пространства для пациентов с болезнью Паркинсона после глубокой стимуляции мозга: Снижение риска травм и повышение качества жизни. Систематический обзор 35

Ахмеди Д.М., Садуаева Ф., Власова А., Қалдар С.А.

Меры по повышению удовлетворенности пациентов госпитализациями в отделение травматологии: Сервис-дизайн-проект 44

Саркулова Ж.Н., Тоқшылыкова А.Б., Саркулов М.Н., Жанкулов М.Х.,
Сарбаева А.М., Қалиева Б.М., Жиеналин Р.Н., Даниярова К.Р., Космуратова Ш.Б.

Предиктор выраженности газового состава мозговой крови у больных с острыми сосудистыми и травматическими повреждениями головного мозга 51

Урумбаева Ж.К., Абильтаев А.М., Казангапов Р.С., Жусупов С.М.

Несовершенный остеогенез тип XV: Клинический случай 60

Джалилов Я.Р.

Неспецифические поясничные боли. Новые подходы к диагностике и лечению 67

CONTENT

<i>Assel Meiramova, Aigerim Abuova, Karlygash Karina, Baglan Abdakhina, Bayan Bektassova, Erzhan Khochshanov, Bayan Ainabekova</i> Quality of Life and Related Factors in Patients with Ankylosing Spondylitis in Kazakhstan Population	4
<i>Berik Tuleubaev, Bakhtiyar Makhatov, Amina Koshanova, Marat Davletbaev, Marietta Arutyunyan</i> The use of bone grafts in combination with additive technologies in orthopedic practices	12
<i>Murat Baidarbekov, Anel Aubakirova, Zhangir Ipmagambetov, Margulan Abdikalikov</i> Surgical treatment of a complicated spinal fracture associated with ankylosing spondylitis: A clinical case report	20
<i>Yerdar Shaukhin, Nagmet Mursalov, Boris Gorbunov</i> Mathematical modeling and stress analysis of a clavicle osteosynthesis plate	27
<i>Gani Uaqqazy, Chingiz Shashkin, Zhanybek Myrzaev, Mereke Alaidarova, Natalie Hellmers</i> Adaptation of living space for patients with Parkinson's Disease after deep brain stimulation: Reducing the risk of injury and improving the quality of life. A systematic review.....	35
<i>Dildara Ahmedi, Feruza Saduyeva, Anastassiya Vlassova, Saule Kaldar</i> Measures to increase satisfaction with hospitalization in the department of traumatology: Service design project	44
<i>Zhanslu Sarkulova, Ainur Tokshilykova, Marat Sarkulov, Marat Zhankulov, Ainagul Sarbaeva, Botagoz Kalieva, Ruslan Zhienalin, Camila Daniyarova, Sholpan Kosmuratova</i> Predictor of expression of cerebral blood gas composition in patients with acute vascular and traumatic brain injuries	51
<i>Zhaina Urumbayeva, Askar Abiltayev, Rustem Kazangapov, Sabit Zhusupov</i> Osteogenesis imperfecta type XV: A clinical case	60
<i>Yashar Jalilov</i> Non-specific lumbar pain. New approaches to diagnosis and treatment	67

