



Медицинский вестник
Главного военного
клинического госпиталя
им. Н.Н. Бурденко

Medical Bulletin of the Main
Military Clinical Hospital
named after N.N. Burdenko



2023 №4

54

Синдром крыловидной
лопатки
Winged scapula

62

Сравнительный анализ
биомеханических параметров
современных видов
транспедикулярной фиксации
«взрывных» переломов
нижнегрудных и поясничных
позвонков
**Comparative analysis of
biomechanical parameters of
modern types of pedicle screw
fixation of burst fractures of
the lower-thoracic and lumbar
vertebrae**

hospitalburdenko.com





2023 №4

ISSN: 2782-1730 (PRINT) / ISSN: 2713-0711 (ONLINE)

DOI: 10.53652/2782-1730-2023-4-4

**РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
МЕДИЦИНСКИЙ ВЕСТНИК
ГЛАВНОГО ВОЕННОГО КЛИНИЧЕСКОГО
ГОСПИТАЛЯ ИМ. Н.Н. БУРДЕНКО**

Статьи журнала входят в независимую базу данных полного перечня научных работ — «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ).

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендуемых ВАК для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук по следующим специальностям:

- 3.1.5. Офтальмология
- 3.1.6. Онкология, лучевая терапия
- 3.1.8. Травматология и ортопедия
- 3.1.9. Хирургия
- 3.1.10. Нейрохирургия
- 3.1.12. Анестезиология и реаниматология
- 3.1.18. Внутренние болезни
- 3.1.20. Кардиология
- 3.1.23. Дерматовенерология
- 3.1.25. Лучевая диагностика
- 3.1.28. Гематология и переливание крови
- 3.1.29. Пульмонология
- 3.3.8. Клиническая лабораторная диагностика.

Политика открытого доступа.

Электронные версии номеров журнала доступны на сайте: hospitalburdenko.com

**PEER-REVIEWED
SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL
MEDICAL BULLETIN
OF THE MAIN MILITARY CLINICAL
HOSPITAL NAMED AFTER N.N. BURDENKO**

The journal's articles are included in the independent database of the complete list of scientific papers — the Russian Science Citation Index (RSCI).

The journal is included in the List of peer-reviewed scientific publications recommended by the Higher Attestation Commission for the publication of the main scientific results of dissertations for the degree of Candidate and Doctor of Sciences in the following specialties:

- 3.1.5. Ophthalmology
- 3.1.6. Oncology, radiation therapy
- 3.1.8. Traumatology and orthopedics
- 3.1.9. Surgery
- 3.1.10. Neurosurgery
- 3.1.12. Anesthesiology and resuscitation
- 3.1.18. Internal diseases
- 3.1.20. Cardiology
- 3.1.23. Dermatovenereology
- 3.1.25. Radiation diagnostics
- 3.1.28. Hematology and blood transfusion
- 3.1.29. Pulmonology
- 3.3.8. Clinical laboratory diagnostics.

Free access policy.

Electronic versions of the published issues of the journal are available online:

hospitalburdenko.com



**Production: Publishing House
Opinion Leader by order of Main
Military Clinical Hospital named
after academician N.N. Burdenko
Russian Defense Ministry /**

Производство: Издательский дом
«Лидер Мнений» по заказу ФГБУ «ГВКГ
им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России
Тел./Phone: +7 926 317 4445

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор

Е.В. Крюков (Санкт-Петербург, Россия)

Ч.Д. Асадов (Баку, Азербайджан)
А.Н. Бархатова (Москва, Россия)
В.А. Бобылев (Москва, Россия)
Л.К. Брижань (Москва, Россия)
И.Р. Газизова (Санкт-Петербург, Россия)
Э. Геринг (Бохум, Германия)
Ш.Х. Гизатуллин (Москва, Россия)
Д.В. Давыдов (Москва, Россия)
Г.А. Дудина (Москва, Россия)
А.А. Зайцев (Москва, Россия)
В.Л. Зельман (Лос-Анжелес, США)
И.Н. Зражевская (Москва, Россия)
А.М. Иванов (Санкт-Петербург, Россия)
С.П. Казаков (Москва, Россия)
Л. Каплан (Иерусалим, Израиль)
Н.А. Карпун (Москва, Россия)
О.М. Костюченко (Москва, Россия)
В.В. Крылов (Москва, Россия)
А.Н. Куликов (Санкт-Петербург, Россия)
Д.В. Куркин (Москва, Россия)
А.В. Куроедов (Москва, Россия)
И.А. Ламоткин (Москва, Россия)
Д.А. Лежнев (Москва, Россия)
С.А. Масюкова (Москва, Россия)
Ф.В. Моисеенко (Санкт-Петербург, Россия)
А.М. Мурадов (Душанбе, Таджикистан)
Н.И. Нелин (Москва, Россия)
И.Е. Оннищев (Москва, Россия)
С.В. Орлов (Сочи, Россия)
Ф.А. Орлов (Москва, Россия)
Н.П. Потехин (Москва, Россия)
И.Н. Пронин (Москва, Россия)
А.Р. Раимжанов (Бишкек, Кыргызстан)
О.А. Рукавицын (Москва, Россия)
А.Г. Румянцев (Москва, Россия)
Е.С. Снарская (Москва, Россия)
А.И. Синопальников (Москва, Россия)
К.В. Славин (Чикаго, США)
А.С. Слюсарев (Москва, Россия)
А.В. Смолин (Москва, Россия)

В.Н. Трегубов (Москва, Россия)
В.Н. Троян (Москва, Россия)
Д.Ю. Усачев (Москва, Россия)
А.Л. Усс (Минск, Беларусь)
А.Н. Фурсов (Москва, Россия)
А.В. Хохлов (Санкт-Петербург, Россия)
В.А. Чернецов (Москва, Россия)
С.А. Чернов (Москва, Россия)
З. Шумарац (Белград, Сербия)

Научный редактор

С.Е. Хорошилов (Москва, Россия),
intensive@list.ru

Секретарь

Д.А. Харланова (Москва, Россия),
hospitalburdenko@inbox.ru

EDITORIAL COMMITTEE

Editor-in-Chief

E.V. Kryukov (Saint-Petersburg, Russia)

Ch.D. Asadov (Baku, Azerbaijan)
A.N. Barkhatova (Moscow, Russia)
V.A. Bobylev (Moscow, Russia)
L.K. Brizhan (Moscow, Russia)
I.R. Gazizova (Saint-Petersburg, Russia)
E. Haering (Bochum, Germany)
Sh.Kh. Gizatullin (Moscow, Russia)
D.V. Davydov (Moscow, Russia)
G.A. Dudina (Moscow, Russia)
A.A. Zaytsev (Moscow, Russia)
V.L. Zelman (Los Angeles, USA)
I.N. Zrazhevskaya (Moscow, Russia)
A.M. Ivanov (Saint-Petersburg, Russia)
S.P. Kazakov (Moscow, Russia)
L. Kaplan (Jerusalem, Israel)
N.A. Karpun (Moscow, Russia)
O.M. Kostyuchenko (Moscow, Russia)
V.V. Krylov (Moscow, Russia)
A.N. Kulikov (Saint-Petersburg, Russia)
D.V. Kurkin (Moscow, Russia)
A.V. Kuroedov (Moscow, Russia)
I.A. Lamotkin (Moscow, Russia)
D.A. Lezhnev (Moscow, Russia)
S.A. Masyukova (Moscow, Russia)
F.V. Moiseenko (Saint-Petersburg, Russia)
A.M. Muradov (Dushanbe, Tajikistan)
N.I. Nelin (Moscow, Russia)
I.E. Onnitsev (Moscow, Russia)
S.V. Orlov (Sochi, Russia)
F.A. Orlov (Moscow, Russia)
N.P. Potekhin (Moscow, Russia)
I.N. Pronin (Moscow, Russia)
A.R. Raimzhanov (Bishkek, Kyrgyzstan)
O.A. Rukavitsyn (Moscow, Russia)
A.G. Rumyantsev (Moscow, Russia)
E.S. Snarskaya (Moscow, Russia)
A.I. Sinopalnikov (Moscow, Russia)
K.V. Slavin (Chicago, USA)
A.S. Slyusarev (Moscow, Russia)
A.V. Smolin (Saint-Petersburg, Russia)

V.N. Tregubov (Moscow, Russia)
V.N. Troyan (Moscow, Russia)
D.Y. Usachev (Moscow, Russia)
A.L. Uss (Minsk, Belarus)
A.N. Fursov (Moscow, Russia)
A.V. Khokhlov (Saint-Petersburg, Russia)
V.A. Tchernetsov (Moscow, Russia)
S.A. Tchernov (Moscow, Russia)
Z. Sumarac (Belgrade, Serbia)

Scientific Editor

S.E. Khoroshilov (Moscow, Russia),
 intensive@list.ru

Secretary

D.A. Kharlanova (Moscow, Russia),
 hospitalburdenko@inbox.ru

2023 №4

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

6

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ / ORIGINAL RESEARCH

УДК 617.571.5-001.4; 617.571-009.7

DOI: 10.53652/2782-1730-2023-4-4-6-12

Роль гленополярного угла в оценке эффективности лечения переломов лопатки

Степанов Д.В., Хорошков С.Н., Ярыгин Н.В.

The role of the glenopolar angle in assessing the effectiveness of treatment of scapula fractures

Stepanov D.V., Khoroshkov S.N., Yarygin N.V.

13

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ / ORIGINAL RESEARCH

УДК 617-089

DOI: 10.53652/2782-1730-2023-4-4-13-21

Факторы риска летального исхода при острых язвенных гастродуоденальных кровотечениях

Баглаенко М.В., Аносов В.Д., Ардабацкий Л.А., Онницев И.Е., Овчинников С.В., Дё Хен Ми

Risk factors for lethal outcome in acute ulcerative gastroduodenal bleeding

Baglayenko M.V., Anosov V.D., Ardabatskiy L.A., Onnincev I.Ye., Ovchinnikov S.V., De Khen Mi

22

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ / ORIGINAL RESEARCH

УДК 616.8

DOI: 10.53652/2782-1730-2023-4-4-22-29

Динамика заболеваемости и увольняемости по психическим расстройствам и возможные перспективы организации мероприятий медико-психологической реабилитации среди военнослужащих, несущих боевое дежурство в войсках противовоздушной и противоракетной обороны

Жовнерчук И.Ю., Жовнерчук Е.В., Щеголев И.В., Житенёв А.М.

Dynamics of morbidity and discharge rates for mental disorders and possible prospects for organizing measures of medical and psychological rehabilitation among servicemen on combat duty in the air and missile defense forces

Zhovnerchuk I.Yu., Zhovnerchuk E.V., Schegolev I.V., Zhitenev A.M.

30

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ / ORIGINAL RESEARCH

УДК 616.61-036.12

DOI: 10.53652/2782-1730-2023-4-4-30-36

Перспективный биомаркер кишечного воспаления у больных хронической болезнью почек

Пятченков М.О., Щербаков Е.В., Бельских А.Н., Захаров М.В., Хорошилов С.Е.

A promising biomarker of intestinal inflammation in chronic kidney disease patients

Pyatchenkov M.O., Shcherbakov E.V., Bel'skikh A.N., Zakharov M.V., Khoroshilov S.E.

37

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ / INNOVATIVE TECHNOLOGIES

УДК 57.083.18

DOI: 10.53652/2782-1730-2023-4-4-37-41

Применение биочипов и суперпарамагнитных частиц в иммунологических анализах

Багров В.В., Диков А.В., Кондратьев А.В., Крылов В.И., Шавыкин А.Е.

Application of biochips and superparamagnetic particles in immunoassays

Bagrov V.V., Dikov A.V., Kondratiev A.V., Krylov V.I., Shavykin A.E.

2023 №4

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

42

СЛУЧАЙ ИЗ ПРАКТИКИ /
CASE FROM PRACTICE

УДК 616-073.75

DOI: 10.53652/2782-1730-2023-4-4-42-47

Радионуклидная диагностика в определении сопутствующей патологии у онкологических больных

Ямщиков О.Н., Емельянова Н.В., Абакумова Г.Н., Мещерякова С.О., Чумаков Р.В.

Radionuclide diagnostics in determining comorbidities in cancer patients

Yamshchikov O.N., Emelyanova N.V., Abakumova G.N., Meshcheryakova S.O., Chumakov R.V.

48

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ /
LITERATURE REVIEW

УДК 616.155.194.18

DOI: 10.53652/2782-1730-2023-4-4-48-53

Сахарный диабет и анемия: современный взгляд на проблему

Киткин Д.Н., Смирнова М.А., Черняева Л.А., Рукавицын О.А., Чернавский С.В., Борисов А.Г.

Diabetes mellitus and anemia: a modern view of the problem

Kitkin D.N., Smirnova M.A., Chernyaeva L.A., Rukavitsyn O.A., Chernavskiy S.V., Borisov A.G.

54

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ /
LITERATURE REVIEW

УДК 617.571-009.7

DOI: 10.53652/2782-1730-2023-4-4-54-61

Синдром крыловидной лопатки

Егиазарян К.А., Ратьев А.П., Лазишвили Г.Д., Миленин О.Н., Оханов О.А., Михайлова Е.С., Зинченко М.А.

Winged scapula

Egiazaryan K.A., Ratyev A.P., Lazishvili G.D., Milenin O.N., Okhanov O.A., Mikhaylova E.S., Zinchenko M.A.

62

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ /
LITERATURE REVIEW

УДК 611.711.(5+6)

DOI: 10.53652/2782-1730-2023-4-4-62-71

Сравнительный анализ биомеханических параметров современных видов транспедикулярной фиксации «взрывных» переломов нижнегрудных и поясничных позвонков

Асланов Р.А., Дулаев А.К., Кутянов Д.И., Брижань Л.К., Кадимагамаев А.А.

Comparative analysis of biomechanical parameters of modern types of transpedicular fixation of "burst" fractures of the lower thoracic and lumbar vertebrae

Aslanov R.A., Dulaev A.K., Kutyanov D.I., Brizhan' L.K., Kadimagamayev A.A.

72

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ /
LITERATURE REVIEW

УДК 616.832

DOI: 10.53652/2782-1730-2023-4-4-72-79

Диффузионно-тензорная магнитно-резонансная томография при шейной спондилогенной миелопатии (обзор литературы)

Ким В.Э., Басков А.В., Байгильдина И.Ф., Цехановский Г.Б.

Diffusion tensor magnetic resonance imaging in cervical spondylogenic myelopathy

Kim V.E., Baskov A.V., Baygildina I.F., Tsekhanovskiy G.B.

80

ТРЕБОВАНИЯ / REQUIREMENTS

Требования к рукописям, представляемым в «Медицинский вестник Главного военного клинического госпиталя им. Н.Н. Бурденко»

Requirements for manuscripts submitted to Medical Bulletin of the Main Military Clinical Hospital named after N.N. Burdenko

Роль гленополярного угла в оценке эффективности лечения переломов лопатки

The role of the glenopolar angle in assessing the effectiveness of treatment of scapula fractures

УДК 617.571.5-001.4; 617.571-009.7

DOI: 10.53652/2782-1730-2023-4-4-6-12

Степанов Д.В., Хорошков С.Н., Ярыгин Н.В.

ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова»
Минздрава России, Москва, Россия

Резюме. Переломы лопатки — редкое повреждение опорно-двигательного аппарата, они составляют лишь 0,4–1% от всех переломов и примерно 3–5% от всех травм плечевого пояса. Правильная визуализация играет ключевую роль в определении тяжести перелома лопатки и выборе дальнейшей тактики лечения. Это позволяет не только в полной мере оценить целостность тела и шейки лопатки, но и провести анализ различных рентгенологических показателей, важнейшим из которых является гленополярный угол (ГПУ).

Цель исследования. Рассмотреть величины ГПУ у пациентов с различными внесуставными типами переломов лопатки до и после лечения, а также проанализировать корреляцию оценки эффективности лечения со значениями ГПУ.

Материал и методы. Нами было отобрано 35 пациентов с внесуставными переломами лопатки, повреждениями области шейки и тела, среди которых 9 (26%) женщин и 26 (74%) мужчин. Для оценки эффективности проведённого лечения использовалась шкала опросник Constant Shoulder Score (CSS). В качестве нормальной величины ГПУ было принято значение в диапазоне от 30 до 45°.

Результаты. После анализа рентгенограмм было сформировано несколько групп пациентов. После оценки эффективности лечения всех пациентов в выборке был получен средний балл по шкале CSS — 81 (хороший результат). В 1-й группе пациентов в среднем достигнут хороший результат лечения ($\mu=84$ балла), во 2-й группе — в среднем хороший результат ($\mu=82$ балла), в 3-й группе — в среднем удовлетворительный результат ($\mu=75$ баллов).

Выводы. По результатам проведённого исследования можно сделать вывод, что существует зависимость между значением ГПУ и итоговой эффективностью проведённого лечения перелома лопатки. Игнорирование ГПУ может приводить к неудовлетворительным результатам лечения в отдалённом периоде.

Ключевые слова: гленополярный угол, перелом лопатки, Constant Shoulder Score, шейка лопатки, тело лопатки.



Stepanov D.V., Khoroshkov S.N., Yarygin N.V.

Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Ministry of Health, Russian Federation, Moscow, Russia

Abstract. Relevance: Scapula fractures are a rare musculoskeletal system injury, accounting for only 0.4–1% of all fractures and approximately 3–5% of all shoulder girdle injuries. Proper visualization plays a key role in determining the severity of a scapula fracture and the choice of further treatment tactics. It allows not only to fully assess the integrity of the body and neck of the scapula, but also to analyze various radiologic parameters, the most important of which is the glenopolar angle (GPA).

Aim. To review the values of GPA in patients with different extra-articular types of scapula fractures before and after treatment, and to analyze the correlation of the assessment of treatment efficacy with the values of GPA.

Material and methods. We selected 35 patients with extra-articular fractures of the scapula, with damage to the neck and body, including 9 (26%) women and 26 (74%) men. Constant Shoulder Score (CSS) questionnaire scale was used to evaluate the effectiveness of the treatment performed. A value in the range of 30 to 45° was accepted as a normal value of the GPA.

Results. After analyzing the radiographs, several groups of patients were formed. After evaluating the treatment efficacy of all patients in the sample, an average CSS score of 81 (good result) was obtained. Group 1 patients achieved on average a good treatment result ($\mu=84$ points), group 2 — good result ($\mu=82$ points), group 3 patients — satisfactory result ($\mu=75$ points).

Conclusion. Based on the results of this study, we can conclude that there is a correlation between the value of the GPA and the overall effectiveness of the treatment of scapula fracture. Ignoring the GPA may lead to unsatisfactory results of treatment in the long-term period.

Keywords: glenopolar angle, scapula fracture, Constant Shoulder Score, scapula neck fracture, scapula body fracture.

Введение. Переломы лопатки — редкое повреждение опорно-двигательного аппарата, они составляют лишь 0,4–1% от всех переломов и примерно 3–5% от всех травм плечевого пояса [1, 5], при этом в 80–90% случаев переломы лопатки предстают как элемент тяжёлой сочетанной высокоэнергетической травмы, поэтому врачу необходимо быть крайне внимательным при обследовании пациента с данным повреждением [1–3].

Существуют различные механизмы нарушения целостности лопатки: в результате сочетанных повреждений (85%), непрямого воздействия головки плечевой кости на суставную поверхность (8%), отрыва под действием мышечного и связочного аппаратов (4%), прямого удара (2%) или костного «стресса» (1%) [3, 4].

Правильная визуализация играет ключевую роль в определении тяжести перелома лопатки и выборе дальнейшей тактики лечения. По данным различных авторов [9–11], до 43% переломов лопатки не диагностируются на этапе поступления пациента из-за использования неинформативных рентгенологических проекций [2, 6].

D. Berritto и соавт. утверждают, что стандартная рентгенография при переломе лопатки, независимо от тяжести травмы, должна включать в себя три проекции: переднезаднюю (проекция Grashey), латеральную (Y-проекция) и аксиллярную для исключения артефактов и минимизации пересекающихся теней анатомических структур плечевого сустава [2].

Для проекции Grashey лопатка выводится в нейтральное положение, чтобы плоскость суставной поверхности лопатки была перпендикулярна направлению излучения. Для этого необходимо повернуть пациента на 30° в сторону повреждённой конечности (рис. 1) [2, 7, 8].

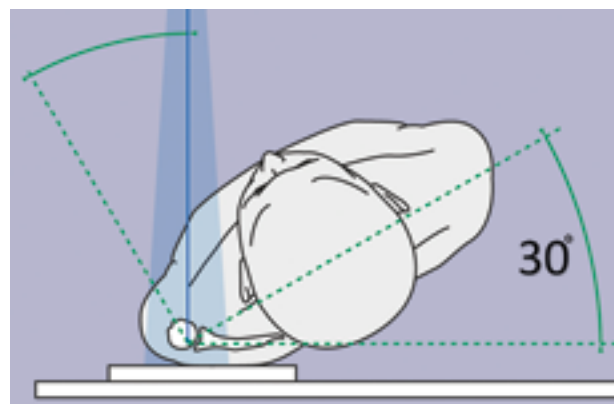


Рис. 1. Положение пациента для выполнения снимка в проекции Grashey



Рис. 2. Электронно-оптический преобразователь: подвижная рама позволяет делать снимки в любой проекции без перемещения тела пациента

В случаях, когда нет возможности изменить положение тела пациента (например, при наличии тяжёлой сочетанной травмы), можно использовать портативный электронно-оптический преобразователь, который позволяет задавать любое направление излучения и позицию датчика относительно больного (рис. 2), что дает возможность не только полноценно оценить целостность тела и шейки лопатки, но и провести анализ различных рентгенологических показателей, важнейший из которых ГПУ.

Гленолярный угол — это угол между линией, проведённой от самой краниальной до самой каудальной точки суставной поверхности лопатки, и линией, проведённой от самой краниальной точки суставной поверхности до нижнего угла лопатки. В норме величина ГПУ составляет 30–45°. Гленолярный угол указывает на степень смещения суставного отростка лопатки и может быть ключевым критерием в определении тактики лечения. Изменения величины ГПУ могут косвенно указывать на степень инклинации (наклона) гленоида, что в свою очередь является маркером повреждения ротаторной манжеты плеча [9, 10]. Оба этих рентгенологических показателя можно достоверно оценить лишь в проекции Grashey. В исследовании С. Wijdicks и соавт. рассматривается зависимость изменения величины ГПУ от степени ротации лопатки, от 0° (проекция Grashey) до 90° (латеральная Y-проекция). В результате было обнаружено, что каждые последующие 10° наружной ротации лопатки приводят к уменьшению ГПУ на 2,5–5,0°. Более позд-



Рис. 3. Рентгенограмма лопаточной области в проекции Grashey: белой линией обозначена касательная между верхним и нижним полюсами суставной поверхности лопатки



Рис. 4. 3D-реконструкция перелома правой лопатки



Рис. 5. Пример нормального значения гленолярного угла

нее исследование P. Labronici и соавт. подтвердило полученные данные [11].

Одноплоскостных снимков зачастую недостаточно для полноценной диагностики, поэтому роль 2D- и 3D-компьютерной томографии (КТ) в визуализации данных повреждений возрастает с каждым годом, а сами методы исследования приобрели статус «золотого стандарта» [12]. По данным некоторых авторов, КТ-исследование позволяет в полной мере оценить размер ГПУ [13].

Гленолярный угол упоминается во многих исследованиях, затрагивающих проблему диагностики и лечения переломов лопатки. Его величина с большой долей достоверности указывает на степень смещения отломков при внесуставных переломах тела и шейки лопатки [14].

Цель исследования. Рассмотреть величины ГПУ у пациентов с различными внесуставными типами переломов лопатки до и после лечения, проанализировать корреляцию оценки эффективности лечения со значениями ГПУ.

Материал и методы. В период с января 2020 года по декабрь 2022 года под нашим наблюдением находилось 53 пациента — 16 (30%) женщин и 37 (70%) мужчин с переломами лопатки различной тяжести, которые проходили лечение в ГКБ им. Ф.И. Иноземцева. Мы проанализировали данные рентгенограмм, 2D- и 3D-КТ, а также данные шкалы-опросника CSS у пациентов, которые подошли по критериям включения в исследование.

Для оценки значений ГПУ мы включили в исследование 35 (66%) пациентов с внесуставными переломами лопатки, повреждениями области шейки и/или тела лопатки. Среди включённых пациентов было 9 (26%) женщин и 26 (74%) мужчин. Средний возраст в выборке пациентов составил 43,2 года. Критерием невключения являлось наличие изолированного внутрисуставного перелома лопатки и/или повреждений мышц ротаторной манжеты плеча. Всем пациентам диагноз выставлялся на основании клинической картины (боли в области плечевого сустава или над проекцией лопатки в покое и при физической нагрузке, крепитация в данной области при движениях и пальпации; ограничение активных и пассивных движений в плечевом суставе, наличие гематом и отёка в этой локализации), данных рентгенографии верхнего плечевого комплекса и КТ с 3D-реконструкцией.

Всем 35 пациентам при поступлении была выполнена рентгенография области плечевого сустава в прямой и лопаточной проекциях (рис. 3).

У 16 (46%) пациентов при поступлении выполнена КТ с 3D-реконструкцией области перелома (рис. 4).

У 12 (34%) пациентов, перенёвших оперативное лечение, была проведена контрольная рентгенография в прямой и лопаточной проекциях. У 28 (80%) пациентов оценка значений ГПУ проводилась на основе рентгеновских снимков в лопаточной проекции, у 7 (20%) пациентов — по 3D-моделям, с выведением лопатки в нейтральное положение ввиду невозможности определения необходимых ориентиров на рентгенограммах и анатомических особенностей. У всех, перенёвших оперативное лечение, оценка значений ГПУ проводилась на основе рентгенограмм в лопаточной проекции.

В данном исследовании в качестве «золотого стандарта» для измерения величины ГПУ мы использовали рентгенограммы с выведением лопатки в «нейтральное» положение (лопаточная проекция Grashey) (рис. 3) и 3D-КТ (рис. 4). ГПУ измерялся как угол между линией, проведённой от самой краниальной точки гленоида до самой каудальной точки гленоида, и линией, проведённой от самой краниальной точки гленоида до нижнего угла лопатки. За нормальное значение ГПУ был принят диапазон от 30 до 45° (рис. 5).

Для анализа эффективности проведённого лечения использовалась шкала-опросник CSS с балльной оценкой по пяти параметрам: боли, уровню активности, уровню подъёма поражённой верхней конечности, силе отведения и объёму движений (см. таблицу).

За максимальное значение было принято 100 баллов. Возможными результатами лечения были: отличный (90–100 баллов), хороший (80–89 баллов), удовлетворительный (70–79 баллов) и плохой (<70 баллов).

Таблица 1. Шкала оценки Constant Shoulder Score

ФИО врача _____ ФИО пациента _____		
Ответьте на все вопросы, выбирая только один ответ, если не указано иное		
Боль	Очень сильная	0
	Сильная	5
	Умеренная	10
	Нет боли	15
Уровень активности (выберите подходящий ответ)	Здоровый сон	да (2) нет (0)
	Полноценный отдых/спорт	да (4) нет (0)
	Полноценное выполнение обязанностей на работе	да (4) нет (0)
Уровень, до которого вы можете поднять руку на стороне поражённого сустава	До уровня поясницы	2
	До уровня мечевидного отростка	4
	До уровня шеи	6
	До уровня макушки	8
	Выше уровня головы	10
Сила отведения (0,5 кг)	0	0
	0,5–1,5	2
	2–3	5
	3,5–4,5	8
	5–6	11
	6,5–7,5	14
	7,5–9	17
	9,5–10,5	20
11–12	23	
>12	25	
Объём движений		
Сгибание	0–30°	0
	31–60°	2
	61–90°	4
	91–120°	6
	121–150°	8
	151–180°	10
Отведение	0–30°	0
	31–60°	2
	61–90°	4
	91–120°	6
	121–150°	8
	151–180°	10
Наружная ротация	Рука над головой, локоть впереди	2
	Рука над головой, локоть сзади	4
	Рука на вершине головы, локоть впереди	6
	Рука на вершине головы, локоть сзади	8
	Полное поднятие руки	10
Внутренняя ротация	Боковая поверхность бедра	0
	Ягодица	2
	Пояснично-крестцовое сочленение	4
	Поясница (L3)	6
	12 позвонок (T12)	8
Межлопаточная область (T7)	10	
Значение шкалы _____		
Максимальное значение 100 баллов		
Разница между здоровой и поражённой стороной		
>30 — плохо; 21–30 — удовлетворительно; 11–20 — хорошо; <11 — отлично		



Рис. 6. Внесуставной перелом тела правой лопатки. Гленолярный угол 27°

Всем пациентам оценка эффективности лечения проводилась через 3–6 месяцев после травмы: 14 (40%) человек проходили оценку очно, 21 (60%) — в дистанционном формате (с помощью видеосвязи).

Результаты и обсуждение. После анализа имеющихся рентгенограмм и 3D-КТ у 35 пациентов получилось сформировать несколько групп и определить среднее арифметическое значение ГПУ в выборке 27°.

У 1-й группы пациентов (n=20; 57%) значение ГПУ после травмы не выходило за пределы нормы ($\mu=32^\circ$), у 15 (43%) пациентов — выходило за пределы нижней границы ($<30^\circ$, $\mu=24^\circ$) (рис. 6).

У половины пациентов, перенёвших оперативное лечение (n=6), наблюдалось возвращение величин ГПУ в пределы нормальных значений ($\mu=34^\circ$) — во 2-й группе (рис. 7).

У 2 пациентов оперативное лечение не привело к восстановлению нормальной величины ГПУ ($\mu=26^\circ$), у 4 прооперированных пациентов значения ГПУ оставались в пределах нормы как до, так и после лечения ($\mu=32^\circ$).

В 3-й группе (n=9; 26%) по итогам лечения величина ГПУ оставалась за границами нормы.

После оценки эффективности лечения всех пациентов в выборке был получен средний балл по шкале CSS — 81 (хороший результат). В 1-й группе пациентов в среднем достигнут хороший результат лечения ($\mu=84$ балла), во 2-й группе после проведённого лечения и восстановления значений ГПУ в среднем получен хоро-



Рис. 7. Внесуставной оскольчатый перелом тела левой лопатки до и после оперативного лечения. Наблюдается возвращение значения гленолярного угла в норму

ший результат ($\mu=82$ балла), в 3-й группе после оценки эффективности в среднем достигнут удовлетворительный результат ($\mu=75$ баллов), при этом у 3 пациентов значение CSS было ниже 70 баллов (плохой результат).

Выводы. Существует зависимость между значением гленолярного угла и итоговой эффективностью проведённого лечения перелома лопатки.

Внесуставные переломы лопатки со значительным смещением зачастую приводят к выходу величины гленолярного угла за границы нормы, что можно расценивать как показание к оперативному восстановлению кости.

Игнорирование гленолярного угла может приводить к неудовлетворительным результатам лечения в отдалённом периоде.

Значение гленолярного угла, выходящее за пределы диапазона 30–45°, выступает маркером значительного смещения суставного отростка, которое требует устранения.

Литература / References

- Caranci F, Tedeschi E, Leone G, Reginelli A, Gatta G, Pinto A, et al. Errors in neuroradiology. *Radiol Med.* 2015; 120(9):795–801. <https://doi.org/10.1007/s11547-015-0564-7>
- Bertrito D, Pinto A, Russo A, Urraro F, Laporta A, Belfiore MP, et al. Scapular fractures: a common diagnostic pitfall. *Acta Biomed.* 2018; 89(1-S):102–110. <https://doi.org/10.23750/abm.v89i1-S.7014>
- Labronici PJ, Tavares AK, Canhoto EC, Giordano V, Pires RES, da Silva LHP, et al. Does the position of the scapula in relation to the glenopolar angle change the preferred treatment of extra-articular fractures? *Injury.* 2017; 48 Suppl 4:S21–S26. [https://doi.org/10.1016/S0020-1383\(17\)30771-4](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(17)30771-4)
- Kejriwal R, Ahuja T, Hong T. Is radiograph glenopolar angle accurate for extra-articular scapular neck fractures? *Injury.* 2016; 47(12):2772–2776. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2016.10.001>
- Ropp AM, Davis DL. Scapular Fractures: What Radiologists Need to Know. *AJR Am J Roentgenol.* 2015; 205(3):491–501. <https://doi.org/10.2214/AJR.15.14446>
- Zappia M, Castagna A, Barile A, Chianca V, Brunese L, Pouliart N. Imaging of the coracoglenoid ligament: a third ligament in the rotator interval of the shoulder. *Skelet Radiol.* 2017; 46(8):1101–1111. <https://doi.org/10.1007/s00256-017-2667-9>
- De Filippo M, Pesce A, Barile A, Borgia D, Zappia M, Romano A, et al. Imaging of postoperative shoulder instability. *Musculoskeletal Surg.* 2017; 101(Suppl 1):15–22. <https://doi.org/10.1007/s12306-017-0461-4>
- van Oostveen DP, Temmerman OP, Burger BJ, van Noort A, Robinson M. Glenoid fractures: a review of pathology, classification, treatment and results. *Acta Orthop Belg.* 2014; 80(1):88–98. PMID: 24873091
- Hill BW, Anavian J, Jacobson AR, Cole PA. Surgical management of isolated acromion fractures: technical tricks and clinical experience. *J Orthop Trauma.* 2014; 28(5):e107–113. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000000040>
- Mulder FJ, van Suchtelen M, Menendez ME, Gradl G, Neuhaus V, Ring DA. A comparison of actual and theoretical treatments of glenoid fractures. *Injury.* 2015; 46(4):699–702. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2015.01.037>
- Wijdicks CA, Anavian J, Hill BW, Armitage BM, Vang S, Cole PA. The assessment of scapular radiographs: analysis of anteroposterior radiographs of the shoulder and the effect of rotational offset on the glenopolar angle. *Bone Joint J.* 2013; 95-B(8):1114–20. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.95B8.30631>
- Tuček M, Naňka O, Malík J, Bartoníček J. The scapular glenopolar angle: standard values and side differences. *Skeletal Radiol.* 2014; 43(11):1583–7. <https://doi.org/10.1007/s00256-014-1977-4>
- Lin TL, Li YF, Hsu CJ, Hung CH, Lin CC, Fong YC, et al. Clinical outcome and radiographic change of ipsilateral scapular neck and clavicular shaft fracture: comparison of operation and conservative treatment. *J Orthop Surg Res.* 2015; 10:9. <https://doi.org/10.1186/s13018-014-0141-0>
- Daggett M, Werner B, Gauci MO, Chaoui J, Walch G. Comparison of glenoid inclination angle using different clinical imaging modalities. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016; 25(2):180–5. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2015.07.001>

Сведения об авторах / Information about the authors:

Степанов Дмитрий Владимирович — аспирант кафедры травматологии, ортопедии и медицины катастроф дневного отделения ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Минздрава России, Москва, Россия — **ответственный за контакты / Dmitry V. Stepanov** — postgraduate student of the Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Medicine of the Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Ministry of Health, Moscow, Russia — **responsible for contacts, st.dmitry21@mail.ru**, ORCID: 0000-0003-1818-8542

Хорошков Сергей Николаевич — д. м. н., профессор кафедры травматологии, ортопедии и медицины катастроф ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России, Москва, Россия / **Sergey N. Khoroshkov** — MD, ScD, professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Medicine of Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Ministry of Health, Moscow, Russia.

Ярыгин Николай Владимирович — д. м. н., профессор, член-корр. РАН, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и медицины катастроф ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России, Москва, Россия / **Nikolay V. Yarygin** — MD, ScD, professor, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Medicine of Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Ministry of Health, Moscow, Russia.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Рукопись поступила 29.05.2023

Факторы риска летального исхода при острых язвенных гастродуоденальных кровотечениях

Risk factors for lethal outcome in acute ulcerative gastroduodenal bleeding

УДК 617-089

DOI: 10.53652/2782-1730-2023-4-4-13-21

Баглаенко М.В.¹, Аносов В.Д.¹, Ардабацкий Л.А.², Онницев И.Е.³, Овчинников С.В.¹, Дё Хен Ми¹

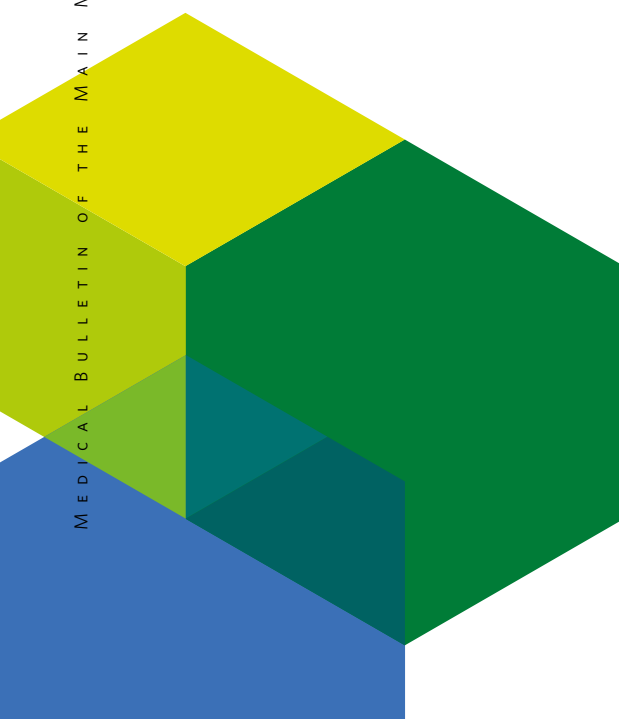
¹ ГБУЗ «Городская клиническая больница № 15 им. О.М. Филатова» Департамента здравоохранения Москвы, Москва, Россия

² Филиал № 5 ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, Москва, Россия

³ ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, Москва, Россия

Резюме. Наиболее частая причина острых неварикозных кровотечений из верхних отделов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) — язвенные поражения желудка и двенадцатиперстной кишки. Цель настоящего исследования — изучить структуру летальности при острых язвенных гастродуоденальных кровотечениях (ОЯГДК) и влияние сопутствующей патологии, а также оценить возможность прогностических систем определения риска летального исхода. В исследование включены 374 пациента, из них 77 (20,6%) пациентов умерли, у 12 (15,6%) пациентов был отмечен рецидив язвенного кровотечения. К факторам риска при ОЯГДК следует отнести тяжёлую степень кровопотери с изменением шокового индекса (ШИ) $>0,8$ у коморбидных пациентов, множественные язвенные дефекты желудка и дуоденума. Отдельный фактор риска — эпизод ОЯГДК во время стационарного лечения как осложнение основного заболевания. Для прогнозирования летального исхода возможно применение шкал Rockall, Glasgow–Blatchford и PNED, при этом лучшие результаты продемонстрировала система PNED: чувствительность 84,4% и специфичность 77,4%.

Ключевые слова: острые язвенные кровотечения, рецидив кровотечения, прогностическая шкала, летальность, фактор риска.



Baglayenko M.V.¹, Anosov V.D.¹, Ardabatskiy L.A.²,
Onnincev I.Ye.³, Ovchinnikov S.V.¹, De Khen Mi¹

¹ City Clinical Hospital No. 15 named after O.M. Filatov, Moscow
Healthcare Department, Moscow, Russia

² Branch No. 5 Main Military Clinical Hospital named after academician
N.N. Burdenko Russian Defense Ministry, Moscow, Russia

³ Main Military Clinical Hospital named after academician
N.N. Burdenko Russian Defense Ministry, Moscow, Russia

Abstract. The most common cause of acute nonvariceal bleeding from the upper gastrointestinal tract (GIT) is ulcerative lesions of the stomach and duodenum. The aim of the present study was to investigate the structure of mortality in acute ulcerative gastroduodenal bleeding (AUGDB) and the influence of concomitant pathology, as well as to evaluate the possibilities of prognostic systems for determining the risk of lethal outcome. The study included 374 patients, 77 (20.6%) of them died, 12 (15.6%) patients had recurrence of ulcer bleeding. The risk factors for AUGDB include severe degree of blood loss with a change in shock index (SI) >0.8 in comorbid patients, multiple gastric and duodenal ulcer defects. A separate risk factor is an episode of AUGDB during inpatient treatment as a complication of the underlying disease. Rockall, Glasgow-Blatchford and PNED scales can be used to predict the lethal outcome, with the best results demonstrated by the PNED system: sensitivity 84.4% and specificity 77.4%.

Keywords: acute ulcerative bleeding, recurrent bleeding, prognostic scale, mortality, risk factor.

Актуальность. Острые кровотечения из верхних отделов ЖКТ отличаются высокой частотой, средней летальностью (5–10%) и большими финансовыми затратами [1]. Наиболее частая причина острых неварикозных кровотечений из верхних отделов ЖКТ — язвенные поражения желудка и двенадцатиперстной кишки.

Так, в 2018 году в Российской Федерации частота язвенных кровотечений составила 39,8 на 100 000 человек с общей летальностью 5,8%, при этом послеоперационная летальность — 11,7% при уровне оперативной активности 18,4% [2]. Уровень летальности остаётся высоким несмотря на прогресс в лекарственной, эндоскопической и хирургической тактике [1]. Летальные исходы при ОЯГДК часто отмечаются у пациентов старшей возрастной группы и с декомпенсированными сопутствующими заболеваниями [3–5].

В настоящее время актуальна проблема прогнозирования неблагоприятных исходов и определения факторов риска при ОЯГДК с целью усовершенствования лечебно-диагностического процесса.

Выявление факторов риска следует рассматривать как стандарт оказания медицинской помощи в случаях ОЯГДК. Для достижения этой цели разработано несколько систем, которые основаны как на учёте эндоскопических данных, так и на только общеклинических/лабораторных параметрах.

Наиболее известная система в случае ОЯГДК без учёта эндоскопических данных — шкала Glasgow-Blatchford (2000), разработанная для оперативных решений при госпитализации и определении показаний к проведению срочной эзофагогастродуоденоскопии (ЭГДС) и гемотрансфузии. К этой категории систем следует отнести и разработанную позже шкалу AIMS65 (2011), которая показала лучшие результаты, чем обычно используемые системы до эндоскопии, а также шкалу Rockall после эндоскопии при прогнозировании внутрибольничной смертности [6].

Отдельное место занимает определение степени риска непосредственно при проведении эндоскопического исследования, что нашло отражение в классификации J. Forrest и соавт. (1974). Эндоскопические стигматы язвенного кровотечения сами по себе являются основным предиктором и определяют необходимость эндоскопического вмешательства, а также используются в постэндоскопических прогностических системах.

К системам, учитывающим результаты эндоскопии, относятся системы Rockall (1996), менее известные системы Baylor (1993), Cedars-Sinai (1981) и недавно представленная шкала PNED (2017). Комбинация клинических, лабораторных и эндоскопических данных может быть использована для оценки риска как повторного кровотечения, так и летального исхода,

при этом разработчики шкалы PNED [4] сообщают о большей избирательности системы при определении тяжести состояния и риска летального исхода по сравнению с широко известной системой Rockall.

На данном этапе определение риска летального исхода в большинстве случаев необходимо пациентам старшей возрастной группы с выраженной коморбидностью, что становится актуальным не только в определении лечебной тактики для хирургов, но и для врачей отделений интенсивной терапии, которым понимание системных нарушений позволит оптимизировать лечебный процесс.

Цель исследования. Проанализировать непосредственные причины летального исхода при ОЯГДК с учётом коморбидности, выявить факторы риска летального исхода на основании клинических, эндоскопических и лабораторных данных, оценить возможности и сравнить системы прогнозирования летального исхода.

Материал и методы. В исследование были включены 374 пациента — 226 (60,4%) мужчин и 148 (39,6%) женщин с симптоматикой ОЯГДК, находившихся на стационарном лечении в ГКБ № 15 им. О.М. Филатова (Москва) в период с 2018 по 2020 год. Главным критерием включения в ретроспективное исследование был подтверждённый при проведении эндоскопического исследования диагноз ОЯГДК.

Средний возраст больных составил $61,2 \pm 17,04$ года (мужчины $56,11 \pm 16,16$ года, женщины $69,07 \pm 15,32$ года). По возрастной классификации Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) распределение по возрасту было следующим (табл. 1).

Так, наиболее часто эпизоды кровотечения у пациентов обоих полов наблюдались в среднем и пожилом возрасте (по 28,6% соответственно), у пациентов старческого возраста — в 22,7%, у лиц младше 25 лет — в 1,6%, старше 90 лет — в 2,7%.

Для определения степени риска при ОЯГДК разработано несколько систем, но чаще применяются шкалы Rockall и Glasgow–Blatchford, которые включают в себя параметры до и после проведения эндоскопического исследования (табл. 2). Хотя эти системы разрабатывались для разных целей, они продолжают изучаться и применяться в случаях ОЯГДК. Так, шкала Rockall разработана для определения риска летального исхода, а шкала Glasgow–Blatchford — для определения необходимости медицинских вмешательств, таких как гемотрансфузия, и/или госпитализации в отделение интенсивной терапии, и, соответственно, позволяла выявить пациентов «низкого риска», которые не нуждаются в стационарном лечении [7, 8].

Интерес вызывает недавно разработанная прогностическая система PNED [4], включающая параметры наличия онкологического заболевания, почечной

недостаточности, состояния пациента по шкале ASA, цирроза печени, неэффективности эндоскопического гемостаза, факта рецидива кровотечения, уровня гемоглобина ≤ 70 г/л, возраста ≥ 80 лет и продолжительности заболевания менее 8 часов (табл. 2).

Вопрос прогнозирования неблагоприятных результатов в случае ОЯГДК наиболее часто решается с помощью системы Rockall, Glasgow–Blatchford и недавно разработанной шкалы PNED. В трёх анализируемых системах единственным общим параметром оказалась коморбидность, включающая хроническую сердечную (ХСН) и почечную (ХПН) недостаточность, патологию печени и онкологические заболевания. Шкала PNED включает специфические параметры, характеризующие сложности эндоскопического гемостаза при ОЯГДК, что добавляет точности в прогнозах.

В последнее время как прогностический фактор при лечении пациентов с ОЯГДК выделяют повышенный уровень мочевины крови, который является составной частью шкалы Glasgow–Blatchford и опосредованно может быть использован в шкалах Rockall и PNED как показатель ХПН.

Так, по мнению D. Chorра и соавт., к дополнительным факторам риска при ОЯГДК можно отнести повышенный уровень мочевины крови [9]. Данный лабораторный показатель авторы исследовали как изолированно, так и при расчёте показателей шкалы Blatchford до выполнения эндоскопического исследования. У пациентов с уровнем мочевины >10 ммоль/л вероятность обнаружения источника кровотечения в 3,73 раза выше. Повышенный уровень мочевины свидетельствует о тяжести эпизода кровотечения. M. Tomizawa и соавт. отмечают, что уровень мочевины может прямо коррелировать с тяжестью кровотечения [10]. N. Kumar с соавт. на материале, включавшем 357 пациентов, выявили, что повышение уровня мочевины в течение 24 часов прямо коррелирует с осложнённым исходом заболевания, таким как летальный исход, рецидив кровотечения и необходимость в хирургическом вмешательстве, при этом подобная закономерность в риске летального исхода ранее отмечалась у пациентов с острым панкреатитом [11].

Для подробного изучения тяжести эпизода ОЯГДК исследовались значения ШИ, степень тяжести кровотечения, уровень гематокрита в % и количество доз перелитой эритроцитарной массы. Шоковый индекс представляет собой результат деления показателя частоты сердечных сокращений (ЧСС в мин) на значение систолического артериального давления (САД, мм рт. ст.). Значение ШИ $>0,8$ предполагает наличие шока, нормальные значения данного показателя от 0,5 до 0,8. Тяжесть эпизода первичного язвенного кровотечения определялась по классификации

Таблица 1. Распределение пациентов с эпизодом острых язвенных гастродуоденальных кровотечений в зависимости от пола и возраста

Возраст	Мужчины	Женщины	Всего
<25	5	1	6 (1,6%)
25–44 (молодой возраст)	49	10	59 (15,8%)
45–59 (средний возраст)	81	26	107 (28,6%)
60–74 (пожилой возраст)	56	51	107 (28,6%)
75–90 (старческий возраст)	34	51	85 (22,7%)
>90 (долголетие)	1	9	10 (2,7%)
Итого	226	148	374

Таблица 2. Показатели, используемые в системах прогнозирования при острых язвенных гастродуоденальных кровотечениях

Показатели / Шкала	Rockall	Glasgow-Blatchford	PNED
Возраст	<60 лет — 0 баллов; 60–79 — 1 балл; >80 лет — 2 балла	–	>80 лет — 1 балл
Шок	САД<100 — 1–2 балла	САД 100–109 — 1 балл; САД 90–99 — 2 балла; САД<90 — 3 балла	–
Коморбидность	ИБС, ХСН — 2 балла; ХПН, печёночная недостаточность, метастатический рак — 3 балла	ХСН — 2 балла; заболевания печени — 2 балла	ХПН — 2 балла; онкологические заболевания, цирроз печени — 3 балла
Эндоскопические признаки ОЯГДК	FI-FII — 2 балла	–	–
Причина ОЯГДК	Рак верхних отделов ЖКТ — 3 балла; язвенные дефекты — 1 балл	–	–
Мочевина	–	<8 ммоль/л — 2 балла; >25 ммоль/л — 6 баллов	–
Гемоглобин	–	>100 г/л — 1 балл; <100 г/л — 6 баллов	<70 г/л — 2 балла
Синкопальное состояние	–	Потеря сознания — 2 балла	–
Мелена	–	1 балл	–
ASA	–	–	ASA4 — 3 балла
Неэффективность эндоскопического гемостаза	–	–	4 балла
Рецидив ОЯГДК	–	–	3 балла
Симптомы ОЯГДК <8 часов	–	–	1 балл

Таблица 3. Распределение пациентов в зависимости от локализации и особенностей язвенных дефектов

Показатели	Умершие (n=77)	Выжившие (n=297)	p
Язва желудка	31 (40,3%)	137 (46,1%)	0,357
Дуоденальная язва	33 (42,9%)	130 (43,8%)	0,886
Сочетание язвы желудка и дуоденума	13 (16,8%)	30 (10,1%)	0,097
Множественные язвы (>2)	31 (40,3%)	61 (20,5%)	<0,001
Гигантские язвы (>2 см в диаметре)	18 (23,4%)	53 (17,8%)	0,271

Таблица 4. Непосредственные причины летального исхода у пациентов с острыми язвенными гастродуоденальными кровотечениями

Патологии	Количество пациентов
ЦНС	21 (27,2%)
ССС	13 (16,9%)
Онкологические заболевания	11 (14,3%)
Патология почек	5 (6,5%)
Патология печени	6 (7,8%)
Заболевая периферических артерий	5 (6,5%)
Патология лёгких	1 (1,3%)
Внешние причины	4 (5,2%)
Язвенная болезнь	1 (1,3%)
Гнойно-септические заболевания	3 (3,9%)
Панкреатит тяжёлого течения	1 (1,3%)
Синдром полиорганной недостаточности	3 (3,9%)
Неклассифицированные случаи	3 (3,9%)
Всего	77

А.И. Горбашко (1982 год). С целью компенсации острой кровопотери проводилось переливание эритроцитарной массы, пороговое значение для гемотрансфузии — уровень гемоглобина <70 г/л. Объём проведённой гемотрансфузии может быть применён для объективной оценки тяжести кровопотери. Для удобства измерения объём перелитой эритроцитарной массы измерялся в единицах крови (ЕК), равной 450 мл.

При выполнении работы использовали следующие статистические методы анализа: при сравнении долей — коэффициент Спирмена (критерий 2), при анализе непараметрических параметров — U-критерий Манна–Уитни, а также программу Excel Microsoft Office 2013. Для расчета чувствительности и специфичности прогностических шкал применялся метод анализа ROC-кривых с использованием формулы De Long и соавт. и программа MedCalc версия 19.1. За достоверное статистическое значение принимали значение $p < 0,05$.

Результаты. В данном исследовании летальные исходы отмечены у 77 (20,6%) пациентов, при этом частота рецидива язвенного кровотечения данной группы пациентов отмечена у 12 (15,6%) больных. В связи с не останавливающимся кровотечением было прооперировано 3 (3,9%) человека.

Средний возраст умерших был достоверно выше и составил $70,6 \pm 14,8$ года (медиана 70,5, Q_1 65, Q_3 81, 95% доверительный интервал (ДИ)) — 35 (45,5%) мужчин и 42 (54,5%) женщины. Для сравнения средний возраст выживших пациентов составил $58,8 \pm 16,7$ года (медиана 59, Q_1 48, Q_3 71) ($p < 0,05$).

Для изучения характера язвенных дефектов верхних отделов ЖКТ и степени тяжести язвенных кровотечений в обеих группах был проанализирован ряд показателей. Так, распределение пациентов в зависимости от локализации язвенных дефектов в обеих группах было однородным и не выявило особых закономерностей (табл. 3).

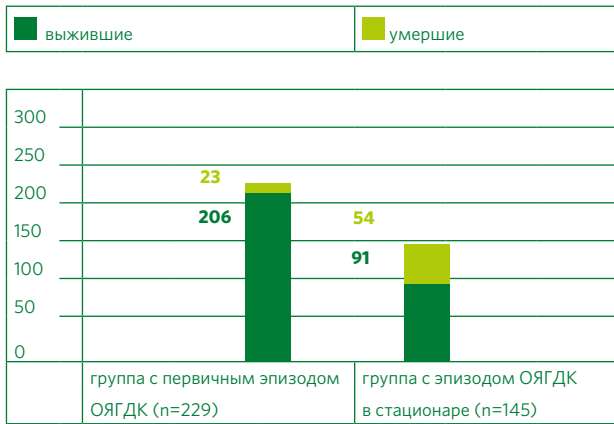


Рис. 1. Распределение по группам умерших и выживших пациентов в зависимости от причины госпитализации

Достоверные различия выявлены только при анализе множественного характера язвенных дефектов (при количестве более 2). Так, в группе умерших такой параметр отмечен у 31 (40,3%) пациента, тогда как в группе выживших — у 61 (20,5%) ($p < 0,001$). Язвенные дефекты больших размеров (> 2 см) и по локализации в желудке/дуоденуме встречались с примерно одинаковой частотой.

Распределение пациентов в зависимости от степени тяжести язвенного кровотечения было следующим: лёгкая степень кровотечения встречалась наиболее часто и отмечена у 163 (43,6%) пациентов, средняя — у 101 (27%), тяжёлая — у 110 (29,4%).

Тяжелая степень кровотечения чаще наблюдалась в группе умерших пациентов — 38 (49,4%), а в группе выживших всего у 72 (24,3%) ($p < 0,001$); средняя степень кровотечения в группе умерших пациентов — у 21 (27,3%), в группе выживших — всего у 80 (26,9%) ($p = 0,953$). Достоверно значимые различия между группами выживших и умерших отмечены при лёгкой степени кровотечения: среди умерших таких пациентов было 18 (23,3%), среди выживших — 145 (48,8%) ($p < 0,001$). Таким образом, тяжёлая степень кровотечения достоверно чаще встречается среди умерших пациентов.

В группе умерших показатель ШИ при первом эпизоде язвенного кровотечения составил $1,07 \pm 0,78$ (медиана 0,89, Q_1 0,73, Q_3 1,15, ДИ 95% 1,02–1,12) и был достоверно выше аналогичного показателя в группе выживших пациентов — $0,79 \pm 0,23$ (медиана 0,75, Q_1 0,63, Q_3 0,89, ДИ 95% 0,34–1,24) ($p < 0,001$), оставаясь в непосредственной близости от границы шока.

Показатели гематокрита (в %) при первой манифестации эпизода ОЯГДК в обеих группах пациентов были следующими: в группе умерших — $22,9 \pm 7,6$ (медиана 21, Q_1 18, Q_3 29, ДИ 95% 19,8–26), в группе

выживших — $30,8 \pm 10,3$ (медиана 31, Q_1 23, Q_3 38, ДИ 95% 26,5–35,1) ($p < 0,05$). Данный показатель прямо коррелирует со степенью тяжести кровотечения и подтверждает факт превалирования тяжёлой кровопотери среди умерших пациентов как фактора риска.

В группе умерших гемотрансфузия проведена 48 (62,3%) пациентам, при этом средние значения перелитой эритроцитарной массы в ЕК составили $0,35 \pm 1,6$, что достоверно превышало величину перелитой эритроцитарной массы в ЕК в группе выживших пациентов, где данный показатель составил $0,13 \pm 0,57$ ЕК ($p = 0,0021$).

Проанализировать структуру летальных исходов удалось у 74 пациентов. Летальность в случае ОЯГДК редко непосредственно связана с эпизодом язвенного кровотечения, так как в большинстве случаев причина летального исхода в декомпенсации основного заболевания, что ставит под сомнения кислотно-пептический фактор при язвенных кровотечениях. Недавние исследования подтверждают, что только в 18% причиной летального исхода стало язвенное кровотечение, так как в большинстве случаев смерть наступает на фоне другой патологии, которую относят к основным заболеваниям, а эпизод ОЯГДК следует рассматривать как осложнение [3, 5].

Среди всех 374 пациентов в данном исследовании у 229 (61,2%) пациентов причиной госпитализации был эпизод ОЯГДК, из них у 23 (10%) зафиксирован летальный исход, у остальных 145 (38,8%) поводом для госпитализации послужили другие заболевания, и эпизод язвенного кровотечения развился во время пребывания в стационаре, но летальные исходы наблюдались гораздо чаще — у 54 (32,2%) пациентов ($p < 0,001$), что подтверждает значимость коморбидных состояний в случае ОЯГДК (рис 1).

На основании результатов патологоанатомических исследований наиболее часто установленной причиной смерти у 21 (27,2%) пациента была патология центральной нервной системы (ЦНС), у 13 (16,9%) — патология сердечно-сосудистой системы (ССС), у 11 (14,3%) — онкологическая патология. Следует также отметить, что только у 1 (1,3%) пациента непосредственной причиной смерти была язвенная болезнь с развитием эпизода язвенного кровотечения в сочетании с пенетрацией дуоденальной язвы в поджелудочную железу. Распределение умерших пациентов в зависимости от непосредственной причины смерти представлено в таблице 4.

Для оценки коморбидности применялся коэффициент Charlson. Влияние сопутствующей патологии было признано достоверноотягчающим критерием. Так, в группе умерших пациентов значения данного показателя находились в следующих интервалах: $9,1 \pm 2,8$ балла (медиана 9, Q_1 7, Q_3 11, ДИ 95% 7,3–10,9), в

группе выживших пациентов среднее значение коэффициента Charlson составило $4,8 \pm 3,1$ балла (медиана 4, Q_1 2, Q_3 7, ДИ 95% 1,3–8,3) ($p < 0,05$). Разница показателя Charlson почти в 2 раза, но здесь мы можем сказать, что в обеих группах преобладали пациенты старшей возрастной группы (≥ 60 лет): в группе умерших их было 62 (80,5%), а в группе выживших — 140 (47,2%).

В данном исследовании нами дополнительно проанализированы значения мочевины крови как прогностического фактора при ОЯГДК с подтверждением прогностического значения данного лабораторного показателя. Так, в группе умерших значение мочевины крови при манифестации ОЯГДК составило $22,5 \pm 11,2$ ммоль/л (медиана 19,7, Q_1 14, Q_3 29,4, ДИ 95% 20–25) и было достоверно выше по сравнению с результатами в группе выживших — $13,3 \pm 9,2$ ммоль/л (медиана 10,4, Q_1 7, Q_3 16,3, ДИ 95% 12,3–14,3) ($p < 0,05$). Так, в случае ОЯГДК мочевина крови может повышаться на фоне снижения почечной перфузии при геморрагическом шоке, дегидратации, при поступлении крови в просвет ЖКТ и последующем её переваривании, также может наблюдаться и у пациентов, получающих энтеральное питание в условиях отделения интенсивной терапии, исходно — в случае снижения функции почек и ХСН, что указывает на выраженную коморбидность. В целом уровень мочевины является независимым предиктором до выполнения эндоскопического исследования при предполагаемом ОЯГДК, и уровень мочевины 10 ммоль/л может быть полезным клиническим порогом для врачей при анализе результатов эндоскопического исследования. С помощью значений мочевины крови при ОЯГДК мы вряд ли сможем избежать расчёта шкалы Glasgow–Blatchford и учитывать факт ХПН в системах Rockall и PNED, но сможем определить тенденцию в состоянии пациента, поскольку повышение значения мочевины крови указывает на повышение риска неблагоприятного исхода.

Для сравнительной характеристики шкал Rockall и Glasgow–Blatchford по критерию летального исхода был применён статистический метод сравнения рабочих характеристик приёмного устройства (Receiver Operator Characteristic, ROC) с использованием формулы De Long и соавт. (1988) для расчёта чувствительности и специфичности. ROC-кривая показывает зависимость количества верно классифицированных положительных примеров от количества неверно классифицированных отрицательных примеров. Метод ROC-кривых — фундаментальный метод оценки диагностических тестов, параметров чувствительности и специфичности. При построении ROC-кривой доля истинно-положительных значений (чувствительность) находится в зависимости от ложноположительных (специфичность). Площадь под кривой (Area Under Curve — AUC ROC) является

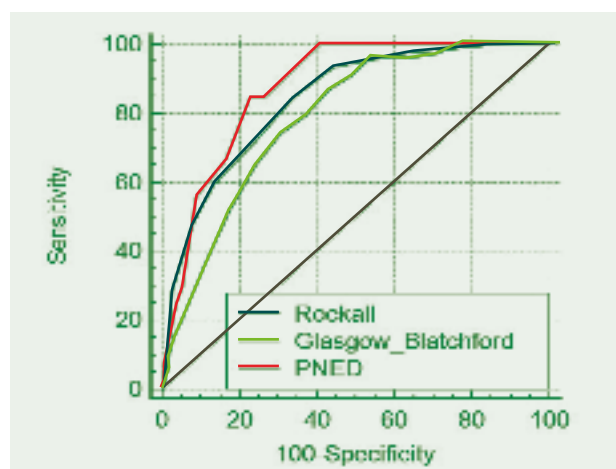


Рис. 2. График ROC-кривых, построенных по результатам расчёта систем Rockall, Glasgow-Blatchford и PNED для прогнозирования летального исхода при острых язвенных гастродуоденальных кровотечениях

мерой того, насколько хорошо диагностический тест (параметр) может различать две исследуемые группы. Абсолютно значение AUC, равное 1,0. Результаты применения прогностических шкал для определения риска летального исхода представлены на рисунке 2.

Для шкалы Rockall, рассчитанной для прогнозирования летального исхода у пациентов с язвенными кровотечениями, параметр AUC составляет $0,837 \pm 0,0223$ (95% ДИ 0,796–0,873) и подтверждает прогностическую значимость шкалы Rockall по данному параметру при показателе достоверности $p < 0,001$. По системе Glasgow–Blatchford значение AUC составило $0,787 \pm 0,0256$ (95% ДИ 0,742–0,828), что также позволяет применять системы при прогнозировании летального исхода ($p < 0,001$). Интересные результаты выявлены при анализе системы PNED: значение AUC составило $0,875 \pm 0,0179$ (95% ДИ 0,837–0,906), чувствительность метода 84,4% и специфичность 77,4% при показателе достоверности $p < 0,0001$.

Все три прогностические шкалы подтвердили свою достоверность прогнозирования летального исхода, при этом показатель AUC имел максимальное значение при использовании шкалы PNED — $0,875 \pm 0,0179$. При сравнении показателей AUC данных систем выявлено достоверно значимое различие между шкалами PNED и Glasgow–Blatchford ($p = 0,0012$).

Таким образом, максимальные показатели чувствительности метода и нахождение значения AUC в интервале от 0,8 до 0,9 свидетельствуют об очень хорошем качестве прогностической модели, что в данном исследовании выявлено у систем Rockall и PNED, при этом система PNED демонстрировала лучшие показатели.

Заключение. Проблема ОЯГДК остаётся актуальной в клинической практике, но лечебная тактика нуждается в совершенствовании. Сохраняющийся высокий уровень летальности в большинстве случаев развивается на фоне коморбидного, или основного заболевания и непосредственно не связан с эпизодом язвенного кровотечения. Так, только треть (29,9%) умерших больных была первоначально госпитализирована с эпизодом ОЯГДК. Для оптимизации учёта коморбидности следует использовать коэффициент Charlson, позволяющий характеризовать тяжесть коморбидной патологии в определении её значимости.

При изучении проблемы летальности при ОЯГДК выявлены следующие закономерности: один из кардинальных аспектов проблемы при летальных исходах — кровотечения тяжёлой степени с явлениями геморрагического шока, что подтверждается достоверно значимыми значениями ШИ $>0,8$, достоверным снижением уровня гематокрита и необходимостью в гемотрансфузии, проанализированной в цифровом значении доз перелитой крови. Множественный характер язвенных дефектов верхних отделов ЖКТ также достоверно чаще наблюдался в группе с летальным исходом.

Дополнительно в качестве факторов риска летального исхода может рассматриваться значение мочевины крови, в нашем исследовании в группе умерших этот показатель составил в среднем $22,5 \pm 11,2$ ммоль/л.

В данном исследовании для прогнозирования летального исхода мы намеренно привели наиболее известные системы Rockall и Glasgow–Blatchford, и нашей задачей не являлось подтверждение их значимости. Интересной нам показалась малоизвестная система PNED, учитывающая тяжесть состояния пациента, коморбидность, специфические нецифровые параметры эндоскопического исследования, такие как неэффективность гемостаза и рецидив кровотечения. В настоящем исследовании подтверждена эффективность приводимых выше систем, которые могут быть применены в ежедневной клинической практике для прогнозирования летального исхода, при этом система PNED продемонстрировала лучшие результаты с чувствительностью 84,4% и специфичностью 77,4%.

По нашему мнению, актуальна проблема стандартизации состояния пациентов, выделения пациентов «высокого риска» и определения достоверных оснований для госпитализации и/или продолжения лечения пациентов с ОЯГДК в отделении интенсивной терапии. В качестве варианта решения и получения большей информации для принятия решений может быть применена система «цифровой истории болезни» с автоматизированным расчётом прогностических шкал и определением факторов риска в случае ОЯГДК.

Возрастающее влияние сопутствующей патологии изменило структуру летальности при ОЯГДК, и, следовательно, лечебно-диагностическая тактика при тяжелых соматических заболеваниях с манифестирующими симптоматическими язвами после проведения дополнительных крупномасштабных исследований должна быть пересмотрена с учётом проблемы коморбидности, тяжести кровотечения и геморрагического шока.

Выводы. В проблеме летальности при ОЯГДК на первое место выходит статус коморбидности. Наиболее часто (58,4% случаев) летальные исходы у пациентов с эпизодом ОЯГДК отмечались на фоне патологии ЦНС, ССС и при онкологических заболеваниях.

К факторам риска при ОЯГДК следует отнести тяжёлую степень кровопотери с изменением ШИ $>0,8$ у коморбидных пациентов, множественные язвенные дефекты желудка и дуоденума. Также отдельным фактором риска является эпизод ОЯГДК как осложнения основного заболевания во время стационарного лечения.

Повышение уровня мочевины крови может быть неблагоприятным прогностическим фактором. В данном исследовании среди умерших пациентов уровень мочевины крови составил $22,5 \pm 11,2$ ммоль/л.

Для прогнозирования летального исхода возможно применение шкал Rockall, Glasgow–Blatchford и PNED, при этом лучшие результаты продемонстрировала система PNED: чувствительность 84,4% и специфичность 77,4%.

Литература / References

1. Leontiadis GI, Sreedharan A, Dorward S, Barton P, Delaney B, Howden CW, et al. Systematic reviews of the clinical effectiveness and cost-effectiveness of proton pump inhibitors in acute upper gastrointestinal bleeding. *Health Technol Assess.* 2007; 11(51):iii–iv, 1–164. <https://doi.org/10.3310/hta11510>
2. Ревишвили А.Ш., Федоров А.В., Сажин В.П., Оловянный В.Е. Состояние экстренной хирургической помощи в Российской Федерации. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2019; 3:88–97. [Revishvili AS, Fedorov AV, Sazhin VP, Olovyanynyi VE. Emergency surgery in Russian Federation. *Pirogov Russian Journal of Surgery.* 2019; 3:88–97. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17116/hirurgia201903188>
3. Sung JJ, Tsoi KK, Ma TK, Yung MY, Lau JY, Chiu PW. Causes of mortality in patients with peptic ulcer bleeding: a prospective cohort study of 10,428 cases. *Am J Gastroenterol.* 2010; 105(1):84–9. <https://doi.org/10.1038/ajg.2009.507>
4. Contreras-Omaña R, Alfaro-Reynoso JA, Cruz-Chávez CE, Velarde-Ruiz Velasco A, Flores-Ramírez DI, Romero-Hernández I, et al. The Progetto Nazionale Emorragia Digestiva (PNED) system vs the Rockall score as mortality predictors in patients with non-variceal upper gastrointestinal bleeding: a multicenter prospective study. *Rev Gastroenterol Mex.* 2017; 82(2):123–8. <https://doi.org/10.1016/j.rgmx.2016.08.003>

5. Ступин В.А., Баглаенко М.В., Кан В.И., Силюянов С.В., Тронин Р.Ю., Ардабацкий Л.А. и др. Структура летальности при язвенных гастродуоденальных кровотечениях. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2013; 5:31–35. [Stupin VA, Baglaenko MV, Kan VI, Siluiyanov SV, Tronin RYu, Ardabatski LA, et al. Lethality after gastro-duodenal ulcer bleeding. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2013; 5:31–5. (In Russ.)].
6. Robertson M, Majumdar A, Boyapati R, Chung W, Worland T, Terbah R, et al. Risk stratification in acute upper GI bleeding: comparison of the AIMS65 score to the Glasgow-Blatchford and Rockall scoring systems. *Gastrointest Endosc*. 2016; 83(6):1151–60. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2015.10.021>
7. Mokhtare M, Bozorgi V, Agah S, Nikkhah M, Faghihi A, Boghratian A, et al. Comparison of Glasgow-Blatchford score and full Rockall score systems to predict clinical outcomes in patients with upper gastro-intestinal bleeding. *Clin Exp Gastroenterol*. 2016; 9:337–43. <https://doi.org/10.2147/CEG.S114860>
8. Bryant RV, Kuo P, Williamson K, Yam C, Schoeman MN, Holloway RH, et al. Performance of the Glasgow-Blatchford score in predicting clinical outcomes and intervention in hospitalized patients with upper GI bleeding. *Gastrointest Endosc*. 2013; 78(4):576–83. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2013.05.003>
9. Chopra D, Rosenberg M, Moayyedi P, Narula N. Is Blood Urea Concentration an Independent Predictor of Positive Endoscopic Findings in Presumed Upper Gastrointestinal Bleeding? *Dig Dis*. 2020; 38(1):77–84. <https://doi.org/10.1159/000501549>
10. Tomizawa M, Shinozaki F, Hasegawa R, Shirai Y, Motoyoshi Y, Sugiyama T, et al. Patient characteristics with high or low blood urea nitrogen in upper gastrointestinal bleeding. *World J Gastroenterol*. 2015; 21(24):7500–5. <https://doi.org/10.3748/wjg.v21.i24.7500>
11. Kumar NL, Claggett BL, Cohen AJ, Nayor J, Saltzman JR. Association between an increase in blood urea nitrogen at 24 hours and worse outcomes in acute nonvariceal upper GI bleeding. *Gastrointest Endosc*. 2017; 86(6):1022–1027.e1. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2017.03.1533>

Сведения об авторах / Information about the authors:

Баглаенко Максим Викторович — к. м. н., врач-хирург ГБУЗ «Городская клиническая больница № 15 им. О.М. Филатова» Департамента здравоохранения Москвы, Москва, Россия — **ответственный за контакты** / **Maxim V. Baglaenko** — MD, PhD, surgeon, City Clinical Hospital No. 15 named after O.M. Filatov, Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia — **responsible for contacts**, mxdoc@list.ru, ORCID: 0000-0003-1412-5616

Аносов Виктор Давидович — к. м. н., врач-хирург, заместитель главного врача ГБУЗ «Городская клиническая больница № 15 им. О.М. Филатова» Департамента здравоохранения Москвы, Москва, Россия / **Victor D. Anosov** — MD, PhD, surgeon, Deputy Medical Director of the City Clinical Hospital No. 15 named after O.M. Filatov, Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia.

Ардабацкий Лев Александрович — врач-хирург филиала № 5 ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, Москва, Россия / **Lev A. Ardabatskiy** — MD, surgeon, Branch No. 5 Main Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko Russian Defense Ministry, Moscow, Russia.

Онницев Игорь Евгеньевич — д. м. н., профессор, главный хирург ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, заместитель главного хирурга Минобороны России, Москва, Россия / **Igor Ye. Onnincev** — MD, ScD, professor, Chief surgeon of the Main Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko Russian Defense Ministry, Moscow, Russia.

Овчинников Сергей Виталиевич — врач-хирург ГБУЗ «Городская клиническая больница № 15 им. О.М. Филатова» Департамента здравоохранения Москвы, Россия / **Sergey V. Ovchinnikov** — MD, surgeon, City Clinical Hospital No. 15 named after O.M. Filatov, Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia.

Дё Хен Ми — врач-хирург ГБУЗ «Городская клиническая больница № 15 им. О.М. Филатова» Департамента здравоохранения Москвы, Москва, Россия / **De Khen Mi** — MD, surgeon, City Clinical Hospital No. 15 named after O.M. Filatov, Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Рукопись поступила 22.06.2023

Динамика заболеваемости и увольняемости по психическим расстройствам и возможные перспективы организации мероприятий медико-психологической реабилитации среди военнослужащих, несущих боевое дежурство в войсках противовоздушной и противоракетной обороны

Dynamics of morbidity and discharge rates for mental disorders and possible prospects for organizing measures of medical and psychological rehabilitation among servicemen on combat duty in the air and missile defense forces

УДК 616.8

DOI: 10.53652/2782-1730-2023-4-4-22-29

Жовнерчук И.Ю.¹, Жовнерчук Е.В.^{2,3,4},
Щеголев И.В.², Житенёв А.М.⁵

¹ ФГКУ «Главный центр военно-врачебной экспертизы» МО РФ, Москва, Россия

² Филиал Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, Москва, Россия

³ ФГБУН ГНЦ РФ — Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия

⁴ Академия постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России Москва, Россия

⁵ Войсковая часть 44444, Московская область, Россия

Резюме. В статье представлен анализ особенностей психического состояния военнослужащих, несущих боевое дежурство в специальных сооружениях войск противовоздушной и противоракетной обороны, и факторов, негативно влияющих на психическое здоровье данного контингента. Проведён анализ динамики заболеваемости и увольняемости военнослужащих по психическим расстройствам, а также описаны перспективы совершенствования мероприятий медико-психологической реабилитации.

Ключевые слова: военнослужащие, специальные сооружения противовоздушной и противоракетной обороны, психические расстройства, заболеваемость, психопрофилактика.



Zhovnerchuk I.Yu.¹, Zhovnerchuk E.V.^{2,3,4},
Schegolev I.V.², Zhitenev A.M.⁵

¹ Federal State Institution "Main Center for Military Medical Expertise" of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Moscow, Russia

² Branch of the Military Medical Academy named after C.M. Kirov, Moscow, Russia

³ Federal State Budgetary Institution of Science State Research Center of the Russian Federation Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

⁴ Academy of Postgraduate Education of the Federal State Budgetary Institution "Federal Research and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency", Moscow, Russia

⁵ Of the Military unit 44444, Moscow region, Russia

Resume. The article presents an analysis of the peculiarities of the mental state of servicemen who are on duty in special facilities of air and missile defense troops and the factors that negatively affect the mental health of this contingent. The article analyzes the dynamics of morbidity and discharge rate of servicemen for mental disorders and describes the prospects for improving medical and psychological rehabilitation measures.

Keywords: military personnel, special structures of air defense and missile defense, mental disorders, morbidity, psychoprophylaxis.

Введение. Из-за специфики профессиональной деятельности на психическое здоровье военнослужащих, несущих боевое дежурство в спецсооружениях противовоздушной (ПВО) и противоракетной (ПРО) обороны, оказывают негативное воздействие различные вредные факторы, влияние которых длительное время может быть незаметным и не сказываться на качестве несения военной службы [4]. Однако если вовремя не распознать начальные проявления преморбидных состояний, то развившиеся впоследствии психопатологические нарушения будут требовать уже проведения не только психогигиенических мероприятий, но и оказания специфической психологической помощи или психиатрического лечения [5].

Высокий уровень психической надёжности военнослужащих, несущих боевое дежурство в спецсооружениях ПВО и ПРО, определяет их боеспособность и успешное выполнение задач по защите воздушных рубежей России. В то же время влияние особых условий прохождения военной службы на психическое состояние военнослужащих в настоящее время исследовано недостаточно полно, так же, как и динамика заболеваемости психическими расстройствами и уровень увольняемости вследствие указанных заболеваний [1, 2, 3, 17].

Таким образом, изучение динамики заболеваемости, увольняемости и влияния условий военной службы в спецсооружениях ПВО и ПРО на психическое здоровье военнослужащих необходимо для определения направлений психопрофилактической работы.

Цель исследования. Изучить многолетнюю динамику заболеваемости и увольняемости по психическим и психосоматическим расстройствам среди военнослужащих, несущих боевое дежурство в спецсооружениях ПВО и ПРО, и предложить перспективы совершенствования мероприятий медико-психологической реабилитации (МПР) данного контингента.

Материал и методы. Изучалась динамика заболеваемости и увольняемости по состоянию здоровья военнослужащих, несущих боевое дежурство в спецсооружениях ПВО и ПРО, проанализировано состояние психического здоровья данных военнослужащих в 7-летней динамике (годовой отчёт по форме 3/Мед, 5/Мед). Общее число проанализированных случаев составило 4356: 2813 (64,6%) мужчин, служащих по контракту (офицерский состав), 1089 (25,4%) мужчин — по призыву, 435 (10,0%) женщин — по контракту. Средний возраст офицеров, признанных негодными к военной службе по медицинским показаниям, составил 41,5±0,34 года, женщин-военнослужащих — 42,9±0,93 года, по призыву — 19,5±0,13 лет. Статистический анализ проводился с использованием программы «Statistica for Windows 7.0».

Результаты и обсуждение. Анализ динамики заболеваемости и увольняемости военнослужащих, несущих боевое дежурство в спецсооружениях ПВО и ПРО, проходящих военную службу по контракту, показал превалирование психосоматической патологии (бронхиальная астма, гипертоническая болезнь, язвенная болезнь желудка и 12-перстной кишки, ишемическая болезнь сердца, нейродермит, сахарный диабет, тиреотоксикоз) над другими заболеваниями и неуклонную тенденцию к росту (заболевания, которые включались в понятие психосоматических расстройств, исключались из анализа в рамках терапевтических заболеваний). Высокий уровень психосоматических расстройств является своего рода маркером эмоционального перенапряжения военнослужащих, которое находит своё выражение не только в нервно-психических расстройствах, но и в психосоматической патологии [7].

На рисунке 1 представлена динамика заболеваемости психическими расстройствами военнослужащих, несущих боевое дежурство в спецсооружениях ПВО и ПРО (все категории).

Процентное соотношение психических расстройств к общему числу заболевших имеет незначительную тенденцию к увеличению и составляет

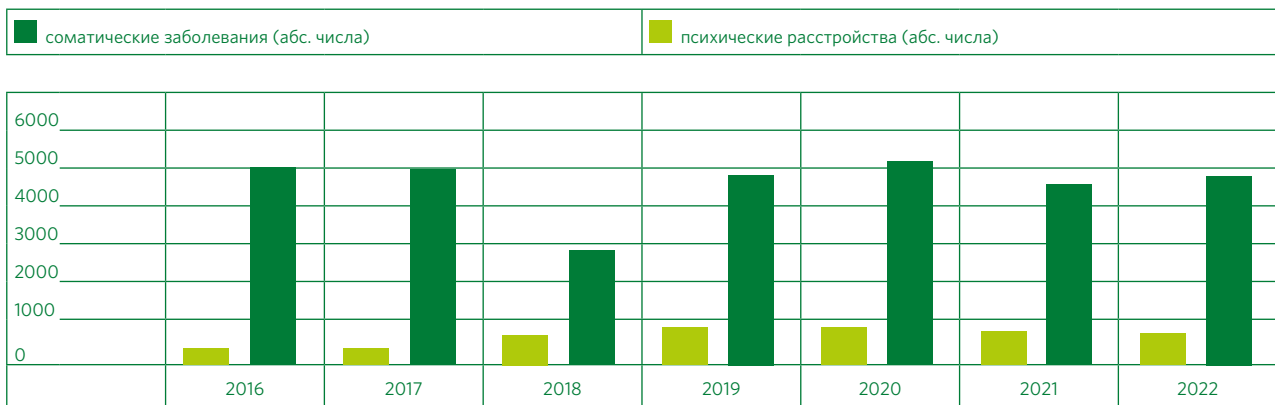


Рис. 1. Динамика заболеваемости психическими расстройствами (абс. числа)

в среднем 13,9% в структуре заболеваемости военнослужащих, несущих боевое дежурство в спецсооружениях ПВО и ПРО.

Изучив динамику и возрастающий уровень заболеваемости психическими расстройствами, можно сделать предположение о том, что настоящее положение дел связано с отсутствием мероприятий первичной психокоррекции (реабилитации) военнослужащих, несущих боевое дежурство в спецсооружениях ПВО и ПРО, непосредственно в ходе либо в дни отдыха между дежурствами. Также можно предположить, что такое стало возможным в связи с проведением оптимизации процессов выявляемости указанной категории военнослужащих.

Как мы знаем, приказ Министра обороны Российской Федерации от 10 сентября 2012 года № 2550 «О медико-психологической реабилитации военнослужащих ВС РФ» (утратил силу) содержал многоуровневую систему направления на реабилитацию военнослужащих и предусматривал прохождение заявки от командира воинской части, через медицинскую службу Военного округа в Департамент по санаторно-курортному обеспечению МО РФ, и лишь затем непосредственно в санаторно-курортную организацию [6, 12, 13].

Ввиду объективных трудностей в организации данного процесса, а именно выявляемости военнослужащих с психическими расстройствами, общая численность заболевших военнослужащих, несущих боевое дежурство в спецсооружениях ПВО и ПРО, не превышала значения в 250 человек. Отсутствие системного алгоритма по распределению секторов ответственности между участниками процессов планирования и направления военнослужащих, несущих боевое дежурство в спецсооружениях ПВО и ПРО, на реабилитацию привело к снижению истинных показате-

телей заболеваемости психическими расстройствами. При этом непосредственное проведение реабилитационных мероприятий осуществлялось в санаториях по аналогии с традиционным санаторно-курортным лечением, не учитывающим особенности реакции организма военнослужащего на перенесённые стрессовые воздействия, обусловленные несением боевого дежурства в спецсооружениях ПВО и ПРО.

В январе 2017 года вступил в силу «новый, революционный» приказ министра обороны Российской Федерации «О медико-психологической реабилитации военнослужащих» № 60, который позволил систематизировать подходы к определению нуждаемости в реабилитации военнослужащих, несущих боевое дежурство в спецсооружениях ПВО и ПРО, и, как следствие, это привело к повышению выявляемости и незначительному увеличению численности военнослужащих с психическими расстройствами [11, 14, 15].

Меры, принятые для изменения ситуации с МПР военнослужащих, позволили увеличить количество военнослужащих, прошедших МПР, в десятки раз (рис. 2).

В 5-летней динамике уровень заболеваемости остаётся приблизительно одинаковым, без видимой тенденции к увеличению. Право военнослужащих на бесплатный проезд к месту проведения МПР (реабилитационного отпуска) законодательно закреплено в положении Федерального закона от 04.11.2014 № 342 «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [16].

Таким образом, настоящее положение об уровне заболеваемости психическими расстройствами среди военнослужащих, несущих боевое дежурство в спецсооружениях ПВО и ПРО, требует пристального внимания со стороны командования и медицинской службы различных уровней с целью выработки эффективных методик первичной психокоррекции.

На настоящем этапе развития реабилитации военнослужащих мы предлагаем автоматизировать процесс определения нуждаемости в её проведении,

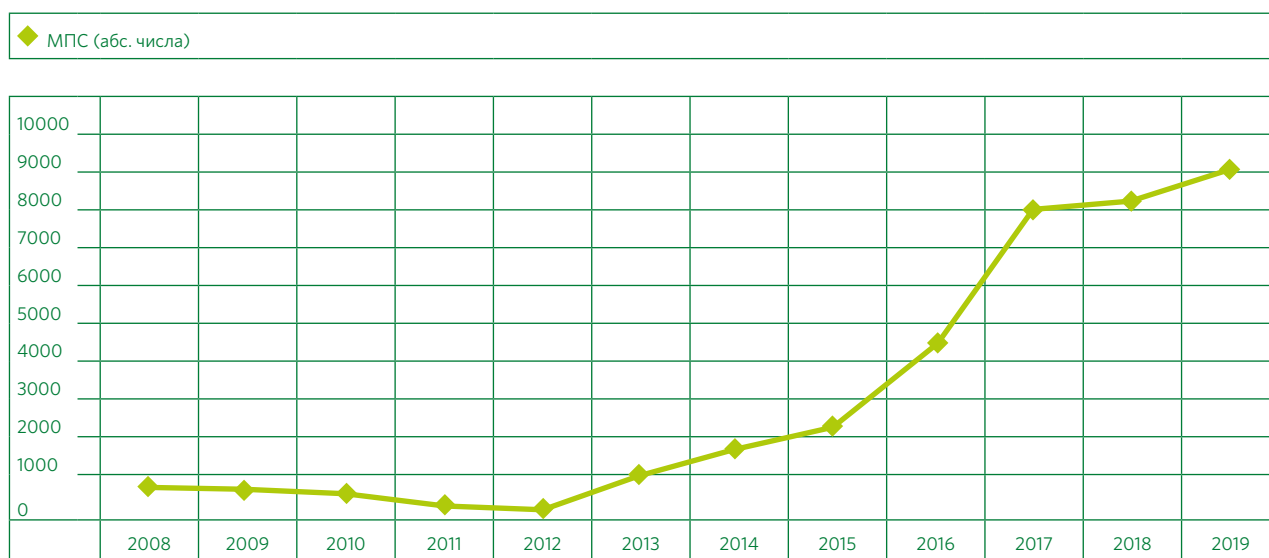


Рис. 2. Количество военнослужащих, прошедших МПП в 2008–2019 годы (абс. числа)

а также оптимизировать процесс самой МПП путём внедрения цифровых технологий распознавания показаний с применением VR-методик для самой реабилитации.

Предположительно применение указанных технологий позволит сократить затрачиваемое время для определения нуждаемости в реабилитации и увеличить пропускную способность (количество обследуемых военнослужащих) в несколько раз. Внедрение автоматизированной методики позволит в сжатые сроки и с высоким качеством определять нуждаемость в реабилитации большего количества военнослужащих, несущих боевое дежурство в спецсооружениях ПВО и ПРО, без отрыва от служебной деятельности обследуемых и привлечения врачей-специалистов военно-медицинских организаций.

Для оценки функционального состояния утомления (как показания к МПП) предлагается использовать инновационный программно-аппаратный комплекс (ПАК) «ГИРУС» (разработанный авторами статьи), в основе которого лежит анализ искусственным интеллектом «рефлексов головного мозга» по И.М. Сеченову (1863), при использовании обученных искусственных нейронных сетей.

ПАК «ГИРУС» предназначен для определения функционального состояния (утомления) и базовых эмоций (злость, отвращение, страх, радость, удивление, грусть и выражение спокойствия) по видеоизображению лица. В состав программы входит обученная с помощью библиотеки Mediapipe нейронная сеть, вычисляющая ключевые точки лица в каждом кадре с

использованием BlazeFace, которая строит из 468 точек одновременно на нескольких лицах и даёт оценку их координат в трёхмерном пространстве. Область применения — дистанционное распознавание утомления и психоэмоционального состояния при анализе видеоизображения лица путём изучения мимической выразительности. Подробное нейросетевое обучение, созданное специфическими нейродатасетами функционального состояния утомления, с показателями достоверности и чувствительности метода, описано в статье авторов [18]. Пример работы ПАК «ГИРУС» представлен на рисунке 3.

Методика определения утомления: испытуемый смотрит в видеоканеру в течение 1 минуты, далее автоматически выдаётся результат в виде табличных данных и графика. Требуемая аппаратура: персональный компьютер с подключённой видеоканерой.

Предлагаемая эффективность применения ПАК «ГИРУС» представлена в таблице 1.

На следующем этапе, с учётом возросшей выявляемости военнослужащих с психическими расстройствами и как следствие — устойчивых показателей утомляемости данной категории военнослужащих, предлагается применение реабилитационных методик с использованием программы психологической реабилитации «VR-отдых» — это инновационный продукт психокоррекции функционального состояния (утомления). В основе метода лежит оригинальная психокоррекционная технология на основе аутогенной тренировки по Шульцу с добавлением методов суггестии и нейролингвистического программирования. С помощью данной инновационной технологии возможно проведение первичной психокоррекции без отрыва военнослужащих от служебной деятельности, в условиях кабинетов психокоррекции (в медицинских подраз-

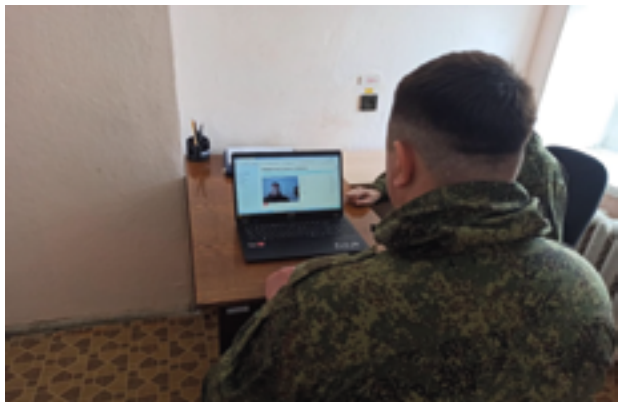


Рис. 3. Демонстрация работы ПАК «Гирус»



Рис. 4. Общий вид психотерапевтического сеанса в VR

делениях), с привлечением специалистов-психологов. Функциональное назначение программы заключается в осуществлении коррекции неудовлетворительного психоэмоционального состояния с применением виртуальной реальности. Анализ эффективности данной методики предварительно описан в статье авторов [19]. Пример работы шлема виртуальной реальности «VR-отдых» представлен на рисунке 4.

Коррекция психоэмоционального состояния проводится с помощью переносного шлема виртуальной реальности и предназначена для профилактики и коррекции функциональных состояний утомления, переутомления, нервозности и лечения астенических состояний, неврастении, а также при комплексном лечении психических нарушений. Коррекция происходит посредством виртуальной реальности и аудиовизуального контента.

Методика коррекции утомления: испытуемый надевает VR-гарнитуру, сеанс длится 21 минуту, требуемая аппаратура — автономный шлем VR.

В таблице 2 представлена предполагаемая эффективность применения программы психологической реабилитации «VR-отдых».

Применение цифровых технологий в вопросах определения нуждаемости в реабилитации и проведении первичной психокоррекции военнослужащим, несущих боевое дежурство в спецсооружениях ПВО и ПРО, позволяет не только увеличить пропускную способность одного рабочего места, но и повысить качество проводимых мероприятий. Это связано с тем, что цифровые технологии позволяют повысить доверие испытуемого к машинным технологиям и исключить стигматизирующий фактор (негативный, человеческий и т. д.) при определении нуждаемости в реабилитации и проведении психокоррекции у военнослужащих (обследуемых). Также цифровые технологии развивают персонализированный подход в вопросах реабилитации: например, по физиологическим показателям, уровню интеллекта можно подбирать индивидуальные программы первичной психокоррекции.

Возвращаясь к вопросу настоящего исследования, отметим, что собственно психические расстройства составили 2,2% увольняемости в общей структуре заболеваемости военнослужащих по контракту мужского пола, у военнослужащих по контракту женского пола увольняемость по психическим расстройствам за исследованный период отсутствовала, что, возможно, объясняется их большей психологической предположенностью к профессиональной деятельности в условиях спецсооружений (табл. 3).

У военнослужащих, несущих боевое дежурство в спецсооружениях ПВО и ПРО, проходящих военную службу по призыву, преобладает увольняемость по психическим расстройствам — 33,1%, при этом в структуре психических расстройств на 1-м месте находятся невротические нарушения (35,6%) и расстройства личности (35,2%), на 2-м — психические расстройства, связанные с органическим повреждением головного мозга (23,1%), на 3-м — аддиктивная (3,0%) и эндогенная (3,1%) патологии.

Преобладание увольняемости по психическим расстройствам среди военнослужащих по призыву в сравнении с военнослужащими по контракту объясняется меньшей мотивированностью к прохождению военной службы у призывников (в отличие от военнослужащих по контракту, которые стремятся преодолеть начальные признаки психической дезадаптации), увеличивающей вероятность возникновения у них психосоматических расстройств.

Военная служба в условиях спецсооружений ПВО и ПРО связана со значительными психическими и физическими нагрузками, а также с воздействием профессиональных вредностей [10]. Стрессовый ха-

Таблица 1. Эффективность применения программно-аппаратного комплекса «ГИРУС»

Время на выявление показаний к МПР на одного обследуемого			Пропускная способность (количество обследуемых человек)			
Методики, применяемые в настоящее время	При автоматизации	Сокращение сроков обследования	В 1 час		Рабочий день, 8 часов	
			до автоматизации	после автоматизации	до автоматизации	после автоматизации
~ 60 мин/чел	~ 1 мин/чел	~ 59 мин/чел	1	60	8	480

Таблица 2. Эффективность внедрения «VR-отдых» при медико-психологической реабилитации

Время на психокоррекцию МПР на одного военнослужащего			Пропускная способность одного рабочего места (количество человек, охваченных психокоррекцией)			
Методики, применяемые в настоящее время	При автоматизации	Сокращение сроков психокоррекции	В 1 час		Рабочий день, 8 часов	
			до автоматизации	после автоматизации	до автоматизации	после автоматизации
~ 60 мин/чел	~ 21 мин/чел	~ 39 мин/чел	1	2	8	16

Таблица 3. Распределение заболеваний по группам изученного контингента

Виды заболеваний	Военнослужащие					
	По контракту				По призыву	
	мужчины		женщины			
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Психические расстройства	6	2,2	0	0	36	33,1
Неврологические заболевания	28	10,1	4	9,3	13	11,9
Хирургическая патология	83	29,9	13	30,2	20	18,4
Терапевтические заболевания	16	5,8	7	16,3	14	12,8
Психосоматическая патология	144	52,0	19	44,2	26	23,8
Итого	277	100	43	100	109	100

раक्टर работы обусловлен ожиданием потенциальной нештатной ситуации, длительной гиподинамией, монотонностью, нарушением суточных биоритмов, замкнутым пространством, изменённой газовой средой, сниженной освещённостью, повышенным действием акустических раздражителей [8, 9]. Всё это обуславливает хроническое воздействие на психику факторов военно-профессионального стресса.

Заключение. В результате проведённого исследования изучена многолетняя динамика заболеваемости и увольняемости по психическим и психосоматическим расстройствам среди военнослужащих, несущих боевое дежурство в спецсооружениях ПВО и ПРО, а также изучена структура заболеваемости. Установлено, что с учётом возрастающего количества

изучаемого контингента мероприятия медицинского обеспечения в части, касающейся проведения первичной психокоррекции, требуют системного подхода и внедрения инновационных и эффективных методик. Изученная структура заболеваемости у военнослужащих по призыву говорит о преобладании психических расстройств, а у военнослужащих по контракту преобладает психосоматическая патология.

С учётом возрастающей динамики заболеваемости психическими расстройствами среди военнослужащих, несущих боевое дежурство в спецсооружениях ПВО и ПРО, и как следствие — возрастающего количества военнослужащих, нуждающихся в проведении психокоррекции, коллективом авторов предлагаются перспективные методики определения нуждаемости

в реабилитации и проведение первичной психокоррекции современными, инновационными методиками оценки функционального состояния и психокоррекционных технологий.

Указанные в статье цифровые методики позволяют значительно сократить время для определения нужд военнослужащих в проведении психокоррекции и проводить саму психокоррекцию без направления военнослужащих в санаторно-курортную организацию.

Литература/References

1. Марченко А.А., Крюков Е.В., Шамрей В.К., Курасов Е.С., Гончаренко А.Ю., Тамуров Д.А. и др. *Военная психиатрия в XXI веке: современные проблемы и перспективы развития*. Санкт-Петербург: СпецЛит; 2022. 367 с. [Marchenko AA, Kryukov EV, Shamrey VK, Kurasov ES, Goncharenko AY, Tamurov DA, et al. *Voyennaya psikiatriya v XXI veke: sovremennye problem i perspektivy razvitiya*. Saint Petersburg: Speclit; 2022. 367 p. (In Russ.)].
2. Belrose C, Gibert L, Trousselard M. *Recovery, Rehabilitation and Positive Psychology for Chronic Post-Traumatic Stress Disorder: Theoretical and Practical Aspects Among French Veterans*. In: Starcevic A, ed. *Psychological Trauma*. IntechOpen; 2019. <https://doi.org/10.5772/intechopen.86813>
3. Евдокимов В.И., Шамрей В.К., Плужник М.С. Развитие направлений научных исследований по боевому стрессу в отечественных статьях с использованием программы VOSviewer (2005–2021 гг.). *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2023; 2:99–116. [Evdokimov VI, Shamrey VK, Pluzhnik MS. Combat stress research prospects in Russian academic publications analyzed using to VOSviewer software (2005–2021). *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2023; 2:99–116. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.25016/2541-7487-2023-0-2-99-116>
4. Шамрей В.К., Марченко А.А., Перстнев С.В., Лобачев А.В. *Военная психиатрия*. В кн.: *Психиатрия: национальное руководство* / гл. ред. Ю.А. Александровский, Н.Г. Незнанов; 2-е изд., перераб. и доп. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2018. С. 155–182. [Shamrey VK, Marchenko AA, Perstnev SV, Lobachev AV. *Voennaya psikiatriya*. In: Aleksandrovskiy YuA, Neznanov NG, eds. *Psikiatriya: natsional'noye rukovodstvo*. 2nd ed. Moscow: GEOTAR-Media; 2018. pp. 155–182. (In Russ.)]. Доступно по: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970444627.html>
5. Юсупов В.В., Корзунин В.А., Демкин А.Д., Овчинников Б.В. Ближайшие перспективы решения проблем медико-психологического сопровождения военнослужащих. *Известия Российской Военно-медицинской академии*. 2022; 41(1):55–61. [Yusupov VV, Korzunin VA, Demkin AD, Ovchinnikov BV. Short-term prospects for solving the problems of medical-psychological support to military personnel. *Russian Military Medical Academy Reports*. 2022; 41(1):55–61. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17816/rmmar83657>
6. Стандарты медико-психологической реабилитации военнослужащих в санаторно-курортных организациях Министерства обороны Российской Федерации (утв. начальником ГВМУ МО РФ 06.07.2018 г.). [Standarty medico-psikhologicheskoy reabilitatsii voennosluzhashchikh v sanatorno-kurortnykh organizatsiyakh Ministerstva oborony Rossiyskoy Federatsii (utv. nachal'nikom GVMU MO RF 06.07.2018). (In Russ.)]. Доступно по: <https://sc.mil.ru/files/morf/45834>
7. Сукиасян С.Г., Солдаткин В.А., Снедков Е.В., Тадевосян М.Я., Косенко В.Г. Боевое посттравматическое стрессовое расстройство: от «синдрома раздраженного сердца» до «психогенно-органического расстройства». Современные подходы. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2020; 120(8):175–182. [Sukiasyan SG, Soldatkin VA, Snedkov EV, Tadevosyan MYa, Kosenko VG. Combat-related posttraumatic stress disorder: from "irritable heart syndrome" to "psycho-organic disorder". Contemporary approach. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2020; 120(8):175–182. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17116/jnevro2020120081175>
8. Колов С.А. Значение боевого и постбоевого стрессов в психопатологии комбатантов. *Российский психиатрический журнал*. 2010; 6:70–75. [Kozlov SA. The importance of combat and post-combat stress for psychopathology of combatants. *Russian Journal of Psychiatry*. 2010; 6:70–75. (In Russ.)].
9. Семенова Н.В., Случевская С.Ф. Многоуровневая модель профилактики психических расстройств у лиц пожилого возраста на основе взаимодействия первичного звена здравоохранения и специализированной психиатрической службы. В кн.: *Здоровый образ жизни и вредные для здоровья факторы* / Под общ. ред. проф. М.П. Захарченко, проф. Ю.А. Щербука. Санкт-Петербург: Крисмас+; 2011. С. 503–506. [Semenova NV, Sluchevskaya SF. *Mnogourovnevaya model' profilaktiki psikhicheskikh rasstroystv u lits pozhilogo vozrasta na osnove vzaimodeystviya pervichnogo звена zdravookhraneniya i spetsializirovannoy psikiatricheskoy sluzhby*. In: Zakharchenko MP, Shcherbuk YuA, eds. *Zdorovyj obraz zhizni i vrednye dlya zdorovya factory*. Saint Petersburg: Krismas+; 2011. pp. 503–506. (In Russ.)].
10. Шамрей В.К., Евдокимов В.И., Сивашченко П.П., Григорьев С.Г., Лобачев А.В., Фефелов Д.И. Показатели психического здоровья военнослужащих, проходивших военную службу по призыву в 2003–2016 гг. *Военно-медицинский журнал*. 2017; 338(11):10–18. [Shamrei VK, Evdokimov VI, Sivashchenko PP, Grigorev SG, Lobachev AV, Fefelov DI. Indicators of mental health of servicemen who served on conscription in 2003–2016. *Military Medical Journal*. 2017; 338(11):10–18. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17816/RMMJ73413>
11. Юсупов В.В., Овчинников Б.В., Корзунин В.А., Нагибович О.А., Гончаренко А.Ю., Порожников П.А. Современное состояние и перспективы развития медико-психологического сопровождения военнослужащих Вооруженных Сил. *Военно-медицинский журнал*. 2016; 337(1):22–28. [Yusupov VV, Ovchinnikov BV, Korzunin VA, Nagibovich OA, Goncharenko AY, Porozhnikov PA. Modern state and prospects of development of medical-and-psychological support of military servicemen of the Armed Forces of the Russian Federation. *Military Medical Journal*. 2016; 337(1):22–28. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17816/RMMJ73522>

12. Методические рекомендации по организации направления и приёма военнослужащих на медицинскую и медико-психологическую реабилитацию в санаторно-курортные организации Минобороны России (утв. начальником ГВМУ МО РФ 27.05.2017 г.). [Metodicheskiye rekomendatsii po organizatsii napravleniya i priyoma voennosluzhashchikh na meditsinskuyu i mediko-psikhologicheskuyu reabilitatsiyu v sanatorno-kurortnye organizatsii Minoborony Rossii (utv. nachal'nikom GVMU MO RF 27.05.2017). (In Russ.)]. Доступно по: <https://doi.org/10.17116/kurort20231000415>
13. Приказ министра обороны РФ от 10.09.2012 г. № 2550 «О медико-психологической реабилитации военнослужащих Вооруженных Сил Российской Федерации» (утратил силу с 16.03.2017 г.).
14. Приказ министра обороны РФ от 27 января 2017 г. № 60 «О медико-психологической реабилитации военнослужащих» (в редакции приказов Министра обороны РФ от 09.10.2018 г. № 557 и от 30.11.2020 г. № 643). [Приказ Министра обороны РФ от 27 yanvarya 2017 goda № 60 "O mediko-psikhologicheskoy reabilitatsii voennosluzhashchikh" (v redaktsii prikazov Ministra oborony RF ot 09 oktyabrya 2018 goda № 557 Доступно по: <https://base.garant.ru/>
15. Указания начальника Главного военно-медицинского управления Министерства обороны Российской Федерации от 17.11.2015 г. № 161/2/2/4880. Доступно по: https://sc.mil.ru/files/morf/peredchen_rek_2017.pdf
16. Федеральный закон от 27 мая 1998 г. N 76-ФЗ «О статусе военнослужащих». Доступно по: <https://base.garant.ru/>
17. Жовнерчук Е.В., Чичкалюк В.А., Жовнерчук И.Ю., Михайловский Н.Э., Мошкин В.В., Юрашку И.В. Методика определения психической надёжности сотрудников транспортной безопасности с использованием машинного обучения. *Психическое здоровье*. 2022; 17(12):3–10. [Zhovnerchuk EV, Chichkalyuk VA, Zhovnerchuk IY, Mikhailovsky NE, Moshkin VV, Yurashku IV. Methodology for determining the mental reliability of transport security personnel using machine learning. *States. Psikhicheskoye zdorov'ye*. 2022; 17(12):3–10. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.25557/2074-014X.2022.12.3-10>
18. Жовнерчук Е.В., Пащенко М.Б., Щеголев И.В. К вопросу о современных методах коррекции боевого стресса и укрепления профессиональной надёжности военнослужащих. *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2021; 2:189–199. [Zhovnerchuk EV, Patsenko MB, Shchegolev IV. On the issue of modern methods of correcting combat stress and strengthening the professional reliability of military personnel. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2021; 2:189–199. (In Russ.)]. (Закрытое издание. Инвентарный № 1342, 2021; 2:189–199).

контакты / Inna Yu. Zhovnerchuk — MD, PhD, psychiatrist, methodologist, Federal State Institution "Main Center for Military Medical Expertise" of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Associate Professor of the Department of Military Health Management branch of the Military Medical Academy named after S.M. Kirov, Moscow, Russia — **responsible for contacts, zheviy@ya.ru**, Author ID: 901201; eLibrary SPIN: 1734-6817

Жовнерчук Евгений Владимирович — д. м. н., доцент, старший преподаватель кафедры организации и тактики медицинской службы филиала Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова; полковник внутренней службы в отставке, подполковник медицинский службы запаса, заведующий лабораторией когнитивной психологии и психологии малых групп ФГБУН ГНЦ РФ — Институт медико-биологических проблем РАН; доцент кафедры психиатрии, психотерапии и наркологии Академии постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России, Москва, Россия / **Evgeny V. Zhovnerchuk** — MD, ScD, associate professor, senior lecturer of the Department of organization and tactics of medical service, branch of the Military Medical Academy named after S.M. Kirov; retired colonel of the Internal Service, lieutenant colonel of the reserve medical service, Head of the Laboratory "Cognitive Psychology and Psychology of Small Groups", Federal State Budgetary Institution of Science State Research Center of the Russian Federation — Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences; associate professor of the Department of Psychiatry, Psychotherapy and Narcology, Academy of Postgraduate Education of the Federal State Budgetary Institution "Federal Research and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency", Moscow, Russia.

Щеголев Илья Владимирович — старший преподаватель кафедры организации и тактики медицинской службы филиала Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, Москва, Россия / **Ilya V. Schegolev** — senior lecturer, Department of organization and tactics of the Medical Service, branch of the Military Medical Academy named after S.M. Kirov, Moscow, Russia.

Житенёв Алексей Михайлович — начальник медицинской службы войсковой части 44444, Московская область, Россия / **Aleksey M. Zhitenev** — MD, Head of the medical service of the military unit 44444, Moscow region, Russia.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Исследование не имело спонсорской поддержки.
Рукопись поступила 23.03.2023

Сведения об авторах / Information about the authors:

Жовнерчук Инна Юрьевна — к. м. н., врач-психиатр, методист ФГКУ «Главный центр военно-врачебной экспертизы» МО РФ, доцент кафедры управления военным здравоохранением Филиала Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, Москва, Россия — **ответственный за**

Перспективный биомаркер интестинального воспаления у больных хронической болезнью почек

A promising biomarker of intestinal inflammation in chronic kidney disease patients

УДК 616.61-036.12

DOI: 10.53652/2782-1730-2023-4-4-30-36

Пятченков М.О.¹, Щербаков Е.В.¹, Бельских А.Н.¹,
Захаров М.В.¹, Хорошилов С.Е.²

¹ ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова»
Министерства обороны Российской Федерации, Москва, Россия

² ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, Москва,
Россия

Резюме. Цель исследования состояла в изучении содержания фекального кальпротектина у больных на разных стадиях хронической болезни почек (ХБП). В исследование было включено 3 группы пациентов: в 1-ю вошли 80 больных с терминальной стадией почечной недостаточности (ТПН), получивших лечение гемодиализом; во 2-ю — 30 пациентов с ХБП С3а-5 (скорость клубочковой фильтрации (СКФ) < 60 мл/мин/1,73 м²); в 3-ю — 20 лиц с ХБП С1-2 (СКФ > 60 мл/мин/1,73 м²), сопоставимых по основным клиничко-демографическим характеристикам. Уровень фекального кальпротектина значимо повышался параллельно с усилением тяжести почечной недостаточности и достигал максимальных значений у больных на диализе. Кроме того, в группах больных с умеренно выраженной и тяжелой ХБП концентрация фекального кальпротектина значимо коррелировала с С-реактивным белком (СРБ) и активностью гастроинтестинальных симптомов (ГИС), оценённой по шкале Gastrointestinal Symptoms Questionnaire (GSQ).

Ключевые слова: фекальный кальпротектин, интестинальное воспаление, кишечная проницаемость, хроническая болезнь почек, скорость клубочковой фильтрации, гемодиализ.



Pyatchenkov M.O.¹, Shcherbakov E.V.¹,
Bel'skikh A.N.¹, Zakharov M.V.¹, Khoroshilov S.E.²

¹ Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Education "Kirov Military Medical Academy" of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Moscow, Russia

² Main Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko Russian Defense Ministry, Moscow, Russia

Abstract. The aim of the study was to investigate the content of fecal calprotectin in patients at different stages of chronic kidney disease (CKD). The study included 3 groups of patients: the 1st group included 80 patients with terminal renal failure (TRF) treated by hemodialysis; the 2nd group included 30 patients with S3a-5 CKD (glomerular filtration rate (GFR) 60 ml/min/1.73 m²); the 3rd group included 20 patients with CKD S1-2 (GFR 60 ml/min/1.73 m²), comparable by the main clinical and demographic characteristics. The level of fecal calprotectin significantly increased along with the severity of renal failure and reached maximum values in patients on dialysis. In addition, in the groups of patients with moderately severe and severe CKD the concentration of fecal calprotectin was significantly correlated with C-reactive protein (CRP) and the activity of gastrointestinal symptoms (GIS) assessed by the Gastrointestinal Symptoms Questionnaire (GSQ).

Keywords: fecal calprotectin, intestinal inflammation, intestinal permeability, chronic kidney disease, glomerular filtration rate, hemodialysis.

Введение. Кишечный дисбактериоз и синдром повышенной эпителиальной проницаемости слизистых желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) (в англоязычной литературе более известный как "leaky gut", или синдром «дырявого кишечника») в последние годы всё чаще рассматриваются как важные патогенетические механизмы при ряде хронических неинфекционных заболеваний, включая различные нефропатии [1]. Диета со сниженным потреблением пищевых волокон, необходимость частого приёма антибактериальных средств, препаратов железа, малоподвижный образ жизни, расстройство моторики у больных ХБП способствуют снижению количества бактерий, продуцирующих короткоцепочечные жирные кислоты, которые обладают важными плейотропными эффектами, а также приводят к повышению содержания анаэробных протеолитических видов бактерий, синтезирующих уремиические токсины (индоксил сульфат, p-крезил сульфат, триметиламин-N-оксид и др.). Кроме того, снижение экскреторной функции почек приводит к задержке в организме продуктов азотистого обмена, часть которых компенсаторно поступает в ЖКТ. Наиболее распространена среди этих соединений мочевины, которая в просвете кишечника гидролизует микробной уреазой, образуя большое количество токсичного гидроксида аммония, что вызывает нарушение биохимической среды с повышением внутрипросветного pH, раздражение слизистой оболочки, развитие субклинического энтероколита, локальной лейкоцитарной инфильтрации и гиперпродукции цитокинов. Местное воспаление усиливает разрушение эпителиального барьера кишечника, вызывая активацию (фосфорилирование) киназы лёгкой цепи миозина, приводящую к реорганизации структуры плотных контактов между соседними энтероцитами. Конечный результат вышеперечисленных изменений — повышение трансэпителиальной кишечной проницаемости с неконтролируемой транслокацией в кровотоки большого количества иммуногенных продуктов микробного происхождения, что способствует хроническому системному воспалению, оксидативному стрессу, неблагоприятным сердечно-сосудистым исходам и прогрессированию почечной недостаточности [2].

В клинической практике для оценки структурных и воспалительных изменений кишечного барьера обычно используют эндоскопическое исследование с гистологической оценкой биоптатов слизистой оболочки, однако данный подход инвазивный, ресурсозатратный, дорогостоящий и связан с риском многочисленных осложнений, особенно у больных на диализе [3]. Поэтому в последнее время большое внимание уделяется использованию неинвазивных биомаркеров, которые обеспечивают точную и раннюю диагностику, а также позволяют прогнозировать течение заболе-

вания и выбрать оптимальное лечение [4]. Типичным примером может служить фекальный кальпротектин, повышенный уровень которого надёжно дифференцирует воспалительные и функциональные заболевания кишечника и, что ещё более важно, — предсказывает клинический рецидив у бессимптомных пациентов [5]. Учитывая значимую роль воспаления и повышенной проницаемости стенки кишечника в патогенезе ХБП и связанных с ней осложнений, представляется актуальным изучение содержания фекального кальпротектина у больных на разных стадиях ХБП, в том числе — получающих лечение программным гемодиализом, что и стало главной целью настоящего исследования.

Материал и методы. В исследование включено 3 группы пациентов: в 1-ю вошли 80 больных с ТПН, получавших лечение гемодиализом; во 2-ю — 30 пациентов с умеренно выраженной ХБП С3а-5 (СКФ < 60 мл/мин/1,73 м²); в 3-ю — 20 относительно здоровых лиц с незначительно выраженной ХБП С1-2 (СКФ > 60 мл/мин/1,73 м²). Группы были сопоставимы по полу, возрасту, индексу массы тела (ИМТ), статусу курения и этиологической структуре ХБП. Критериями исключения были: острые воспалительные и некомпенсированные хронические заболевания, энтеропатии (болезнь Крона, неспецифический язвенный колит, целиакия и другие).

Всем пациентам было предложено самостоятельно заполнить опросник GSQ, предназначенный для оценки ГИС. Анкета состояла из 8 пунктов, которые учитывали наличие в течение последних 4 недель наиболее часто встречающихся жалоб со стороны ЖКТ (боль в животе, вздутие живота, изжога, тошнота, рвота, запор и диарея), а также снижение или потерю аппетита. Тяжесть симптомов определялась в соответствии с их интенсивностью и влиянием на повседневную деятельность по пятибалльной шкале Лайкерта, где «1» — отсутствие дискомфорта, «5» — невыносимый дискомфорт. Чем выше общий балл, тем более выражены жалобы. Симптомы расценивались как лёгкие при сумме баллов 9–10, умеренные — 11–13 баллов, тяжёлые — ≥14 баллов. Диагностику запоров проводили в соответствии с Римскими критериями IV пересмотра.

У всех участников исследования утром, натощак, до приёма лекарственных препаратов отбирались образцы венозной крови для последующего лабораторного анализа в сертифицированной лаборатории. Расчёт СКФ проводили по формуле СКД-ЕРІ на основе сывороточного креатинина. Образцы кала замораживались и хранились при –70 °С. Перед лабораторным исследованием пробы размораживали и проводили этап подготовки. Концентрацию фекального кальпротектина определяли методом иммуноферментного анализа по инструкции коммерческого набора. Кон-

центрация кальпротектина в кале <50 мкг/г трактовалась как отсутствие признаков интестинального воспаления, 50–200 мкг/г — умеренное воспаление, >200 мкг/г — выраженное воспаление.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы SPSS Statistics 26. Рисунки выполнены в программе GraphPad Prism 8.0. Численные величины всех параметров представлены в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха (Q25–Q75). Качественные признаки представлены как абсолютное количество и процент от общего числа. Сравнение групп по количественным показателям выполнялось с помощью критериев Манна–Уитни и Краскела–Уоллиса. Частотные характеристики качественных показателей сравнивали у обследованных лиц из различных групп с помощью метода хи-квадрата Пирсона, а направление и силу связи между двумя количественными показателями оценивали с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Значение $p < 0,05$ считалось статистически значимым во всех тестах.

Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (протокол № 262 от 26.04.2022).

Результаты. Основные клинико-демографические характеристики участников исследования, стратифицированные по степени нарушения функции почек, приведены в таблице 1.

По мере снижения СКФ отмечалось значимое повышение содержания в крови мочевой кислоты и воспалительных биомаркеров — скорости оседания эритроцитов (СОЭ), СРБ, фибриногена, а также снижение уровня гемоглобина и альбумина. Кроме того, у лиц с выраженным и умеренным нарушением функции почек были выявлены достоверно более низкие показатели аспаратаминотрансферазы (АСТ), аланинаминотрансферазы (АЛТ) и общего холестерина.

Усиление степени тяжести ХБП сопровождалось повышением распространённости и тяжести ГИС. Так, в группе больных со СКФ > 60 мл/мин/1,73 м² преобладали лица с лёгкими и умеренными симптомами. У пациентов со СКФ < 60 мл/мин/1,73 м² встречаемость ГИС разной степени тяжести была пропорциональной, в то время как гемодиализные больные в основном характеризовались умеренными и тяжёлыми ГИС. О более высокой интенсивности ГИС у лиц с выраженной почечной недостаточностью свидетельствовал общий показатель тяжести ГИС (сумма баллов GSQ), медиана которого была максимальной у больных на диализе. Между тем по результатам анкетирования 18 (22,5%) больных в группе ТПН, 7 (23,3%) пациентов в группе с умеренно выраженной ХБП и 4 (20%) — в группе с незначительно выраженной ХБП не отметили никаких ГИС (GSQ=8). Несмотря на то, что у каждого четвёртого больного на диализе были диагностированы запоры,

Таблица 1. Основные клинико-демографические характеристики участников исследования

Показатели	1-я группа ТПН (гемодиализ) n=80	2-я группа СКФ<60 мл/мин/1,73 м ² n=30	3-я группа СКФ>60 мл/мин/1,73 м ² n=20	p
Возраст, лет	62,5 (51,3–69,8)	55,5 (44–66)	55 (49,3–66,8)	0,122*
Пол (мужчины, %)	40 (50)	17 (56,7)	10 (50)	0,814**
ИМТ, кг/м ²	26,2 (24,1–31)	26,8 (23,9–29,4)	26,9 (23,8–29,9)	0,901*
Гемоглобин, г/л	113 (102–122,8)	128,5 (119,5–138)	144 (138–152,8)	<0,001*
СОЭ, мм/ч	27 (17–39,5)	14,5 (10–25,8)	9 (5–15,3)	<0,001*
Альбумин, г/л	36,7 (34,6–40)	38,7 (36,3–42,9)	42,7 (39,9–45,6)	<0,001*
Глюкоза, ммоль/л	5,1 (4,4–5,9)	5,5 (4,8–6,2)	5,6 (4,9–6,2)	0,205*
Креатинин, мкмоль/л	644,8 (506,3–820,9)	181 (143,8–215,8)	77,5 (73,3–80,8)	0,001*
СКФ, мл/мин/1,73 м ²	–	33,5 (26,5–45)	78 (74,3–96,8)	p ₂ –3<0,001***
Общий билирубин, мкмоль/л	10,8 (8,7–12,6)	12,3 (9,1–14,8)	11,4 (9,2–20)	0,071*
АСТ, ЕД/л	14,4 (11,6–18)	20,1 (16–25,5)	22,5 (19,6–22,8)	0,001*
АЛТ, ЕД/л	12,9 (8,4–22,8)	18,5 (14,8–26,1)	22,5 (16,3–28)	0,002*
Мочевая кислота, мкмоль/л	408,2 (343,7–468)	365,7 (308,5–453,7)	273,4 (259,4–314,2)	0,001*
Общий холестерин, ммоль/л	4,5 (3,5–5,4)	4,9 (3,8–5,3)	5,4 (4,9–6,4)	0,009*
Триглицериды, ммоль/л	1,5 (1,1–1,9)	1,4 (1,0–1,9)	1,8 (1,2–2,3)	0,375*
СРБ, мг/л	6,9 (2,7–13,8)	4,0 (2,5–6,4)	1,2 (0,3–2,2)	0,001*
Фибриноген, г/л	5,0 (4,3–5,6)	4,4 (3,8–5,2)	3,6 (3,3–4,3)	0,001*
Кальпротектин, мкг/г	63,1 (25,2–92,7)	32,5 (22,3–74,6)	20,3 (12,7–30,8)	0,001*
Сумма баллов GSQ	12,5 (10–14)	10,5 (9–13)	10 (9–11)	0,005*
ГИС:				
– лёгкие	3 (3,8%)	8 (26,7%)	8 (40%)	0,001**
– умеренные	28 (35%)	8 (26,7%)	7 (35%)	0,747**
– тяжёлые	31 (38,8%)	7 (23,3%)	1 (5%)	0,01**
Запоры по критериям Рим IV	22 (27,5%)	5 (16,7%)	3 (15%)	0,369**

Примечание: *критерий Краскела-Уоллиса; **хи-квадрат Пирсона; ***парные сравнения по критерию Манна-Уитни

их общая распространённость между группами оказалась сопоставимой (табл. 1).

Концентрация кальпротектина в кале как у гемодиализных больных, так и у пациентов с умеренно выраженной ХБП была значительно выше по сравнению с лицами со СКФ>60 мл/мин/1,73м². В то же время у больных ТПН содержание фекального кальпротектина было достоверно выше, чем у пациентов со СКФ<60 мл/мин/1,73 м² (см. рис. 1).

Ни у одного из пациентов со СКФ>60 мл/мин/1,73 м² уровень кальпротектина не превышал верхнюю границу нормы в 50 мкг/г и не зависел ни от одного из определённых клинико-демографических показателей.

Среди лиц со СКФ<60 мл/мин/1,73 м² у 10 (30%) пациентов было диагностировано умеренное интестинальное воспаление, в то время как у остальных уровень кальпротектина был в норме. Кальпротектин в этой группе значимо коррелировал с возрастом (r=0,533; p=0,002), гемоглобином (r=-0,638; p<0,001), креатинином (r=0,681; p<0,001), СКФ (r=-0,735; p<0,001), мочевой кислотой (r=0,424; p=0,019), СРБ (r=0,85; p<0,001), холестерином (r=-0,411; p=0,024) и суммой баллов GSQ (r=0,474; p=0,008).

Только 30 (37,5%) гемодиализных больных имели нормальный уровень кальпротектина, а у 7 (8,8%) его концентрация превышала 200 мкг/г. В группе больных ТПН установлена значимая ассоциация фе-

почек у педиатрических пациентов с пурпурой Шёнлейна–Геноха [15], однако в работе Е. Раек и соавт. у той же категории больных подобных ассоциаций установлено не было [16].

N. Borges и соавт. определили содержание кальпротектина в крови у лиц с прогрессирующей ХБП (СКФ=34,4 мл/мин) и у гемодиализных больных и установили, что его концентрация достоверно не различалась между группами [17]. По данным Choi E. и соавт., использование пробиотических добавок в течение 3 месяцев приводило к значительному снижению воспалительных биомаркеров, в том числе сывороточного кальпротектина (с 7030 до 1831 нг/мл, $p=0,004$), у 22 пациентов, получавших лечение диализом [18].

Ряд исследователей предлагают использовать определение уровня кальпротектина в моче и крови в качестве предиктора острого повреждения почек, а также с целью дифференциальной диагностики изолированного повреждения канальцев от повреждения клубочков и/или эндотелия почечных сосудов [19]. Между тем изменение концентрации кальпротектина в крови и моче у больных ХБП в некоторой степени может быть обусловлено снижением его экскреции повреждёнными почками и, таким образом, не будет отражать истинную активность воспаления, равно как и его локализацию. Именно по этим причинам для оценки кишечного воспаления у больных с нарушением функции почек целесообразно использовать фекальный кальпротектин.

Полученные нами данные в целом согласуются с результатами большинства ранее проведённых исследований и свидетельствуют о том, что патология ЖКТ является частым осложнением у больных с прогрессирующей ХБП. Это подтверждала как увеличивающаяся встречаемость и активность ГИС, так и возрастающий пропорционально снижению СКФ уровень фекального кальпротектина. Наряду с этим наличие тесной корреляции между уровнями фекального кальпротектина и СРБ в группах с умеренно выраженной и тяжёлой ХБП косвенно подтверждает гипотезу о том, что воспаление и повышенная проницаемость стенки кишечника с транслокацией в системный кровоток бактерий и продуктов аномального микробного метаболизма могут служить у этих больных одной из ведущих причин системного субклинического воспаления.

Ограничениями настоящей работы являются небольшое число включённых пациентов, отсутствие данных эндоскопического обследования, результатов биопсии слизистой кишечника, а также сведений о составе кишечной микробиоты, пищевом рационе больных, медикаментозной терапии и некоторых других параметрах, которые могли бы повлиять на содержание фекального кальпротектина.

Закключение. Полученные результаты указывают на потенциальную роль фекального кальпротектина как неинвазивного биомаркера кишечного воспаления и связанного с ним системного воспаления у больных с прогрессирующей ХБП. Последующие исследования на более крупных когортах пациентов должны определить специфичность и дополнительную клиническую ценность показателей фекального кальпротектина при экстраинтестинальной патологии, включая заболевания почек.

Литература/References

1. Симаненков В.И., Маев И.В., Ткачева О.Н., Алексеенко С.А., Андреев Д.Н., Бордин Д.С. и др. Синдром повышенной эпителиальной проницаемости в клинической практике. Мультидисциплинарный национальный консенсус. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2021; 20(1):2758. [Simanenkov VI, Maev IV, Tkacheva ON, Alekseenko SA, Andreev DN, Bordin DS, et al. Syndrome of increased epithelial permeability in clinical practice. Multidisciplinary national Consensus. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2021; 20(1):2758 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2021-2758>
2. Vaziri ND, Zhao YY, Pahl MV. Altered intestinal microbial flora and impaired epithelial barrier structure and function in CKD: the nature, mechanisms, consequences and potential treatment. *Nephrol Dial Transplant*. 2016; 31(5):737–746. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfv095>
3. Пятченко М.О., Власов А.А., Щербakov Е.В., Бельских А.Н., Крюков Е.В., Марков А.Г. Особенности оценки проницаемости кишечного барьера при хронической болезни почек. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2022; (11):46–59. [Pyatchenkov MO, Vlasov AA, Sherbakov EV, Belskykh AN, Kryukov EV, Markov AG. Features of assessing the intestinal barrier permeability in chronic kidney disease. *Experimental and Clinical Gastroenterology*. 2022; 11:46–59. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-207-11-46-59>
4. Grootjans J, Thuijls G, Verdam F, Derikx JP, Lenaerts K, Buurman WA. Non-invasive assessment of barrier integrity and function of the human gut. *World J Gastrointest Surg*. 2010; 2(3):61–9. <https://doi.org/10.4240/wjgs.v2.i3.61>
5. Шептулин А.А., Кардашева С.С., Курбатова А.А. Диагностические возможности определения уровня фекального кальпротектина в клинической практике. *Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии*. 2022; 32(6):53–59. [Sheptulin AA, Kardasheva SS, Kurbatova AA. Diagnostic Possibilities of Determining the Level of Faecal Calprotectin in Clinical Practice. *Russian Journal of Gastroenterology, Hepatology, Coloproctology*. 2022; 32(6):53–59. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.22416/1582-4376-2022-32-6-53-59>
6. Ayling RM, Kok K. Fecal Calprotectin. *Adv Clin Chem*. 2018; 87:161–190. <https://doi.org/10.1016/bs.acc.2018.07.005>
7. Tibble JA, Bjarnason I. Non-invasive investigation of inflammatory bowel disease. *World J Gastroenterol*. 2001; 7(4):460–465. <https://doi.org/10.3748/wjg.v7.i4.460>

8. Zerbato V, Di Bella S, Giuffrè M, Jaracz AW, Gobbo Y, Luppino D, et al. High fecal calprotectin levels are associated with SARS-CoV-2 intestinal shedding in COVID-19 patients: A proof-of-concept study. *World J Gastroenterol*. 2021; 27(22):3130–3137. <https://doi.org/10.3748/wjg.v27.i22.3130>
9. Варавин Н.А., Салухов В.В., Крюков Е.В., Колодяжная В.А. Сравнительная оценка режимов профилактической антикоагулянтной терапии у раненых. *Медицинский Совет [Online First]*. 2023. [Varavin NA, Salukhov VV, Kryukov EV, Kolodyazhnaya VA. Comparative evaluation of preventive anticoagulant therapy regimens in the wounded. *Medical Council [Online First]*. 2023. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21518/ms2023-196>
10. Jukic A, Bakiri L, Wagner EF, Tilg H, Adilph TE. Calprotectin: from biomarker to biological function. *Gut*. 2021; 70(10):1978–1988. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2021-324855>
11. Lau WL, Liu SM, Pahlevan S, Tuan J, Khazaeli M, Ni Z, et al. Role of Nrf2 dysfunction in uremia-associated intestinal inflammation and epithelial barrier disruption. *Dig Dis Sci*. 2015; 60(5):1215–22. <https://doi.org/10.1007/s10620-014-3428-4>
12. Aquilani R, Bolasco P, Murtas S, Maestri R, Iadarola P, Testa C, et al. Effects of a Metabolic Mixture on Gut Inflammation and Permeability in Elderly Patients with Chronic Kidney Disease: A Proof-of-Concept Study. *Metabolites*. 2022; 12(10):987. <https://doi.org/10.3390/metabo12100987>
13. Stadlbauer V, Horvath A, Ribitsch W, Schmerböck B, Schilcher G, Lemesch S, et al. Structural and functional differences in gut microbiome composition in patients undergoing haemodialysis or peritoneal dialysis. *Sci Rep*. 2017; 7(1):15601. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-15650-9>
14. Winther SA, Mannerla MM, Frimodt-Møller M, Persson F, Hansen TW, Lehto M, et al. Faecal biomarkers in type 1 diabetes with and without diabetic nephropathy. *Sci Rep*. 2021; 11(1):15208. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-94747-8>
15. Kanik A, Baran M, Ince FD, Cebeci O, Bozkurt M, Cavusoglu D, et al. Faecal calprotectin levels in children with Henoch-Schönlein purpura: is this a new marker for gastrointestinal involvement? *Eur J Gastroenterol Hepatol*. 2015; 27(3):254–8. <https://doi.org/10.1097/MEG.0000000000000284>
16. Paek EY, Yi DY, Kang B, Choe BH. Fecal calprotectin as a marker of gastrointestinal involvement in pediatric Henoch-Schönlein purpura patients: a retrospective analysis. *BMC Pediatr*. 2020; 20(1):374. <https://doi.org/10.1186/s12887-020-02263-x>
17. Borges NA, Barros AF, Nakao LS, Dolenga CJ, Fouque D, Mafra D. Protein-Bound Uremic Toxins from Gut Microbiota and Inflammatory Markers in Chronic Kidney Disease. *J Ren Nutr*. 2016; 26(6):396–400. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2016.07.005>
18. Choi E, Yang J, Ji GE, Park MS, Seong Y, Oh SW, et al. The effect of probiotic supplementation on systemic inflammation in dialysis patients. *Kidney Res Clin Pract*. 2022; 41(1):89–101. <https://doi.org/10.23876/j.krcp.21.014>
19. Azimi A. Could "calprotectin" and "endocan" serve as "Troponin of Nephrologists"? *Med Hypotheses*. 2017; 99:29–34. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2016.12.008>

Сведения об авторах / Information about the authors:

Пятченко Михаил Олегович — к. м. н., старший преподаватель, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия — **ответственный за контакты** / **Mikhail O. Pyatchenkov** — MD, PhD, senior lecturer, Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Education "Kirov Military Medical Academy" of the Ministry of Defense of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia — **responsible for contacts**, **pyatchenkovMD@yandex.ru**, eLibrary SPIN: 5572-8891, ORCID: 0000-0002-5893-3191

Щербakov Евгений Вячеславович — врач-нефролог, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия /

Evgeniy V. Shcherbakov — nephrologist, Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Education "Kirov Military Medical Academy" of the Ministry of Defense of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia.

Бельских Андрей Николаевич — член-корреспондент РАН, д. м. н., профессор, заведующий кафедрой, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия / **Andrei N. Belskykh** — MD, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, DSc, Professor, Head of Department, Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Education "Kirov Military Medical Academy" of the Ministry of Defense of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia.

Захаров Михаил Владимирович — к. м. н., доцент, профессор кафедры, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия / **Mikhail V. Zakharov** — MD, PhD, professor, Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Education "Kirov Military Medical Academy" of the Ministry of Defense of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia.

Хорошилов Сергей Евгеньевич — д. м. н., профессор, заведующий отделением гемодиализа ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, Москва, Россия / **Sergey E. Khoroshilov** — MD, ScD, professor, Head of the Hemodialysis Department, Main Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko Russian Defense Ministry, Moscow, Russia.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Рукопись поступила 12.07.2023

Применение биочипов и суперпарамагнитных частиц в иммунологических анализах

Application of biochips and superparamagnetic particles in immunoassays

УДК 57.083.18

DOI: 10.53652/2782-1730-2023-4-4-37-41

Багров В.В.¹, Диков А.В.², Кондратьев А.В.¹, Крылов В.И.¹, Шавыкин А.Е.³

¹ НИИ ЭМ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

² МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия

³ ООО «Онико-М», Москва, Россия

Резюме. В статье рассматриваются вопросы создания автоматизированных аппаратных средств для проведения иммунологических анализов с использованием современных инновационных технологий, обеспечивающих существенное снижение времени до получения результатов анализов, при уменьшении себестоимости и повышении информативности. Раскрывается механизм достижения целевых показателей с помощью применения сочетания биочиповых технологий и суперпарамагнитных частиц. Подчеркивается, что заложенные инженерные решения в создании нового уникального лабораторного оборудования являются базой для дальнейшего успешного продвижения разработок, связанных с адаптацией технологического процесса и созданием медико-технических регламентов.

Ключевые слова: иммунологический анализ, биочипы, суперпарамагнитные частицы, антитела, антигены, поля детектирования, микрофлюидный канал, биологический материал.

Bagrov V.V.¹, Dikov A.V.², Kondratiev A.V.¹, Krylov V.I.¹, Shavykin A.E.³

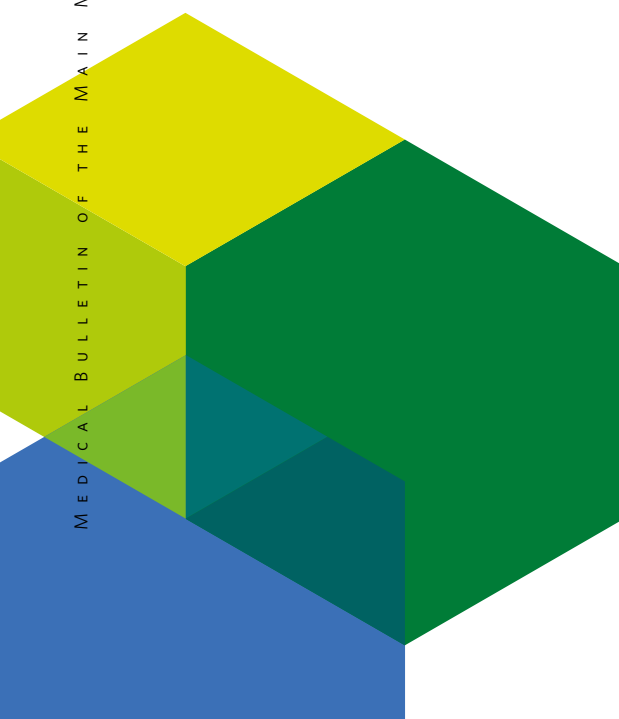
¹ Research Institute of BMSTU, Moscow, Russia

² BMSTU, Moscow, Russia

³ «Oniko-M» Ltd., Moscow, Russia

Abstract. The article reviews the issues of creating automated hardware for immunological analyses using modern innovative technologies that provide a significant reduction of time to obtain the results of tests, while reducing the cost and increasing the informativeness. The mechanism of achieving target indicators by using a combination of biochip technologies and superparamagnetic particles is disclosed. It is highlighted that the engineering solutions incorporated in the creation of new unique laboratory equipment are the basis for further successful advancement of developments related to the adaptation of the technological process and the creation of medical and technical regulations.

Keywords: immunoassay, biochips, superparamagnetic particles, antibodies, antigens, detection fields, microfluidic channel, biological material.



Введение. Инфекционные заболевания представляют большую опасность для организма человека и человечества в целом из-за способности охватывать большие массы людей в течение короткого времени, вызывая эпидемии чумы, оспы, холеры, жёлтой лихорадки, а в настоящее время пандемию COVID-19.

При постановке диагноза инфекционной болезни врачи опираются на жалобы больного, эпидемиологический анализ, результаты осмотра, но особую роль играют данные инструментальных и лабораторных исследований. При этом иммунологический анализ в современной медицинской практике занимает одно из главных мест, поскольку позволяет не только точно определить возбудителя болезни, но и помогает как можно быстрее начать правильное этиотропное лечение, а также осуществлять контроль эффективности проводимой терапии в ходе лечебного процесса.

Известно много различных иммунологических методов, и каждому из них определена своя ниша применения. Однако для всей известной совокупности методов можно выделить ряд общих недостатков, устранение которых достигается решением следующих основных задач:

- снижение стоимости анализа за счёт резкого уменьшения расхода очень дорогих антител в расчёте на один анализ;
- сокращение времени проведения анализов;
- снижение трудоёмкости за счёт максимальной автоматизации используемых технологий;
- повышение универсальности и мобильности технологического оборудования.

Решение таких задач позволяет существенно расширить присутствие иммунологических анализов на уже освоенных рыночных нишах, а также сформировать новые в территориально удалённых районах и замкнутых пространствах, таких как воинские части и объекты, санитарные кордоны и др.

По нашим оценкам, указанные требования наилучшим образом реализуются с помощью иммунологических биочипов на основе подложки с антителами различных типов, так как такая технология позволяет до монослоя снизить расход антител, провести анализ без применения дополнительных инкубационно-отмывочных приспособлений, снизить риски повреждения рабочей поверхности биочипа за счёт минимизации количества операций [1–4].

Одновременно биочипы такого класса позволяют использовать суперпарамагнитные частицы, что при определённых решениях даёт возможность с помощью сложных трёхмерных магнитных полей резко сократить время проведения как процессов пробоподготовки, так и движения по полям детектирования. В этом случае, задавая необходимые параметры магнитного поля, мы очень медленные диффузные



Рис. 1. Набор инструментов для забора биопроб и их загрузки в биочип: 1 — пробирка с антителами и магнитными частицами; 2 — пробирка с пробой (антигенами); 3 — шприц BD U-100, в котором производится смешение и соединение антител с антигенами

процессы заменяем быстрым управляемым движением суперпарамагнитной частицы в магнитном поле [6].

Результатом такого подхода к созданию лабораторного оборудования стала разработка компактной, мобильной, универсальной диагностической лаборатории, получившей название «БИОТЕСТЕР» [5].

Состав биотестера

Основные компоненты «БИОТЕСТЕРА»:

- устройство для перезагрузки биоматериалов;
- устройство пробоподготовки;
- биочипы;
- холодильник для хранения заряженных биочипов;
- биотехнологический модуль;
- оптоэлектронный блок обработки результатов анализа;
- комплект специального программного обеспечения;
- компьютер;
- транспортный чемодан-контейнер.

Устройство для перезагрузки биологического материала, состоящее из двух пробирок и инсулинового шприца, представлено на рис. 1.

Технологический процесс иммунологического анализа начинается с забора биопробы (крови, слюны, мочи) у пациента в пробирку (поз. 2 на рис. 1). В зависимости от целевого предназначения анализа (определения наличия того или иного антигена) готовится вторая пробирка (поз. 1 на рис. 1), содержащая суперпарамагнитные частицы с антителами, прикрепленными к ним посредством оболочки из стрептавидина. В определённой пропорции эти субстанции отбираются в инсулиновый шприц ВДИ-100. Таким образом совершается процесс перезагрузки биоматериала.



Рис. 2. Устройство пробоподготовки, в модуль которого вставляется шприц с антителами и антигенами



Рис. 3. Биочип, заполненный биоматериалом из шприца



Рис. 4. Биотехнологический модуль, в котором осуществляется управляемое перемещение материалов после пробоподготовки



Рис. 5. Оптоэлектронный блок обработки результатов анализа. Микроскоп с высокой разрешающей способностью с установленным в нём биочипом, передающий результаты измерений в компьютер

Устройство пробоподготовки (рис. 2) обеспечивает ускоренное перемешивание антител с антигенами и прохождение иммунологических реакций. Для этого в нём предусмотрено отверстие, куда вставляется инсулиновый шприц. Перемешивание осуществляется созданием переменного во времени и пространстве магнитного поля электронной системой управления по командам специального программного обеспечения. Перемешиватель спроектирован таким образом, что параметры магнитного поля и время воздействия можно изменять в очень широком диапазоне.

Биочипы и биотехнологический модуль

Биочип, заполненный биоматериалом, представлен на рис. 3. Конструкция биочипа состоит из трёх элементов: пластикового корпуса, покровного стекла и герметичной пробки из вакуумной резины.

В корпус биочипа встроены приёмная камера и камера сброса, соединённые микрофлюидным каналом. Поля детектирования создаются посевами антител на внутренней поверхности покровного стекла с помощью специального оборудования, а за-

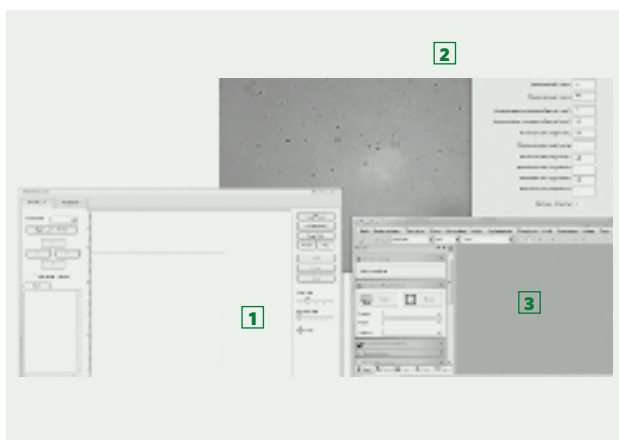


Рис. 6. Программное обеспечение иммунобиочипера



Рис. 7. «БИОТЕСТЕР»: блок пробоподготовки, технологический модуль, оптический микроскоп, автономный термоэлектрический холодильник, размещённый в транспортном чемодане-контейнере

тем покровное стекло герметично соединяется с корпусом биочипа. Поля детектирования должны быть расположены строго над микрофлюидным каналом. Исследуемая биомасса, содержащаяся в инсулиновом шприце после процесса перемешивания, вводится в приёмную камеру биочипа прокалыванием герметичной пробки. Таким образом получают биочип, готовый к проведению анализа. Анализ происходит с помощью биотехнологического модуля, в который вставляется биочип (рис. 4).

Осуществляется это выдвиганием платформы, на которую ставится биочип. При проведении анализа платформа с биочипом автоматически убирается внутрь биотехнологического модуля, задача которого — переместить биомассу из приёмной камеры по микрофлюидному каналу в камеру сброса, воздействуя

сложными электромагнитными полями. При перемещении биомасса встречает на своём пути антитела, закреплённые на полях детектирования, которые взаимодействуют с антигенами, а образовавшиеся конгломераты, состоящие из суперпарамагнитной частицы+антитело+антиген+антитело, закрепляются на полях детектирования. Излишние парамагнитные частицы, антигены которых не нашли антитела, перемещаются магнитным полем в камеру сброса. Высадившиеся на полях детектирования конгломераты и есть результат анализа.

Оптоэлектронный блок обработки результатов анализа (далее — микроскоп) (рис. 5) состоит из объектива с высокой пространственной разрешающей способностью, трёх координатных микроманипуляторов и матричной видеокамеры.

Управляемый с помощью специальной программы микроскоп в автоматическом режиме проводит обработку результатов анализа непосредственно с биочипа, устанавливаемого на предметное стекло.

Реализуемая точность подсчёта — до одиночной иммунологической реакции, что характеризует очень высокую чувствительность как метода, так и оборудования.

Результаты измерений с микроскопа передаются на компьютер для распознавания одиночных иммунологических реакций и численного определения их количества.

Комплекс программного обеспечения (рис. 6) состоит из трёх программ: управления смешиванием, видеозахвата и распознавания.

Общий вид транспортного чемодана-контейнера представлен на рис. 7. В нём размещён «БИОТЕСТЕР», состоящий из блока биоподготовки, биотехнологического модуля, оптоэлектронного блока и термоэлектрического холодильника.

Вес и габариты чемодана-контейнера незначительные, что позволяет использовать лабораторию в мобильном и автономном режимах, а термоэлектрический холодильник, ёмкость которого рассчитана на 40 биочипов в рамках одной загрузки чемодана-контейнера, даёт возможность провести значительное количество лабораторных обследований.

Выводы. Создана научно-техническая и инженерная основа для развития не имеющего аналогов в мире иммунологического метода получения медицинских анализов с помощью комплекса лабораторного оборудования, использующего биочиповые технологии и суперпарамагнитные частицы.

В значительной мере решена задача по снижению себестоимости иммунологических анализов за счёт резкого сокращения расхода антител до нескольких десятков пикограмм на один анализ (один монослой на поле детектирования).

Созданное лабораторное оборудование может использоваться как стационарное в условиях большого потока анализов с любым наращиванием объёмов производства за счёт подключения необходимого количества оборудования, которое может использоваться мобильно и автономно

Весь цикл проведения анализов в зависимости от его сложности (от одного до 50 полей детектирования) может составлять от нескольких минут до 1,0–1,5 часа).

Созданное лабораторное оборудование может использоваться как стационарное в условиях большого потока анализов с любым наращиванием объёмов производства за счёт подключения необходимого количества оборудования, которое может использоваться мобильно и автономно, что позволяет освоить такие рыночные ниши, как удаленные поселения, воинские части, военные объекты и т. д.

Производство разработанного лабораторного оборудования возможно полностью организовать на отечественной базе комплектующих.

Литература / References

1. Козинцев Г.И., Погорелов В.М., Шмаров Д.А., Сазонов В.В., Боев С.Ф. *Клетки крови. Современные технологии их анализа*. Москва: Триада-Фарм; 2002. 200 с. [Kozintsev GI, Pogorelov VM, Shmarov DA, Sazonov VV, Boyev SF. *Kletki krvi. Sovremennye tekhnologii ikh analiza*. Moscow: Triada-Pharm; 2002. 200 p. (In Russ.)].
2. Луговская С.А., Почтарь М.Е., Тупицын Н.Н. *Имунофенотипирование в диагностике гемобластозов*. Москва: Каф. КЛД (ООО Тверская фабрика печати); 2005. 166 с. [Lugovskaya SA, Pochtar' ME, Tupitsyn NN. *Immunofenotipirovaniye v diagnostike gemoblastozov*. Moscow: Kaf. KLD (OOO Tverskaya fabrika pechati); 2005. 166 p. (In Russ.)].
3. Лускинович П.Н., Андреев А.А., Вышенская Т.В., Кретушев А.А., Гукасов В.М. Высококочувствительные медицинские диагностические системы на основе перспективных радиоэлектронных компо-

нентов. *Инноватика и экспертиза*. 2015; Выпуск 1(14):110–117. [Luskinovich PN, Andreev AA, Vishenskaya TV, Kretushev AA, Gukasov VM. Highly sensitive medical diagnostic systems based on the promising electronic components. *Innovatics and Expert Examination*. 2015; Issue 1(14):110–117. (In Russ.)].

4. *Микроскопическая техника: руководство для врачей и лаборантов* / Под ред. Д.С. Саркисова, Ю.Л. Перова. Москва: Медицина; 1996. 544 с. [Sarkisov DS, Perov YuL, editors. *Mikroskopicheskaya tekhnika: rukovodstvo dlya vrachey i laborantov*. Moscow: Meditsina; 1996. 544 s. (In Russ.)].
5. Патент РФ на изобретение № 2642055С1. Багров В.В., Жаботинский В.А., Крылов В.И., Лускинович П.Н. *Способ селективного анализа на основе иммунологических реакций с использованием биочипов*. [Patent RUS № 2642055С1. Bagrov VV, Zhabotinskiy VA, Krylov VI, Luskinovich PN. *Sposob selektivnogo analiza na osnove immunologicheskikh reaktsiy s ispol'zovaniyem biochipov*. (In Russ.)]. Доступно по: https://patents.s3.yandex.net/RU2642055C1_20180123.pdf
6. Belov L, Huang P, Barber N, Mulligan SP, Christopherson RI. Identification of repertoires of surface antigens on leukemias using an antibody microarray. *Proteomics*. 2003; 3(11):2147–54. <https://doi.org/10.1002/pmic.200300599>. PMID: 14595814

Сведения об авторах / Information about the authors:

Багров Валерий Владимирович — к. т. н., заместитель директора НИИ ЭМ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия — **ответственный за контакты** / **Valeriy V. Bagrov** — PhD, Deputy Director of the Research Institute of BMSTU, Moscow, Russia — **responsible for contacts**, bagrovvv@outlook.com, ORCID: 0000-0001-9059-6984

Диков Александр Владимирович — ведущий инженер МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия / **Aleksandr V. Dikov** — leading engineer of BMSTU, Moscow, Russia.

Кондратьев Андрей Валерьевич — ведущий инженер НИИ ЭМ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия. / **Andrey V. Kondratiev** — leading engineer of the Research Institute of BMSTU, Moscow, Russia.

Крылов Владимир Иванович — директор НИИ ЭМ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия / **Vladimir I. Krylov** — Director of the Research Institute of BMSTU, Moscow, Russia.

Шавыкин Андрей Евгеньевич — ведущий инженер ООО «Онико-М», Москва, Россия / **Andrey E. Shavykin** — leading engineer «Oniko-M» Ltd., Moscow, Russia.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Исследование не имело спонсорской поддержки.
Рукопись поступила 18.05.2023

Радионуклидная диагностика в определении сопутствующей патологии у онкологических больных

Radionuclide diagnostics in determining comorbidities in cancer patients

УДК 616-073.75

DOI: 10.53652/2782-1730-2023-4-4-42-47

Ямщиков О.Н.¹, Емельянова Н.В.^{1,2},
Абакумова Г.Н.², Мещерякова С.О.²,
Чумаков Р.В.³

¹ Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, Тамбов, Россия

² ГБУЗ «Тамбовский областной онкологический клинический диспансер», Тамбов, Россия

³ Медицинский институт Тамбовского государственного университета имени Г.Р. Державина, Тамбов, Россия

Резюме. Цель данного исследования — продемонстрировать значимость и необходимость проведения радионуклидной диагностики онкологической патологии различного характера на примере клинического случая выявления при скintiграфии костей скелета множественных очагов вторичного характера (mts) опухоли паращитовидной железы в процессе планового обследования пациента по поводу рака молочной железы.

В качестве материала исследования были использованы данные медицинской карты пациента, протоколов и лучевых методов обследования пациента. В процессе планового обследования на выявление метастазов по поводу рака молочной железы посредством радионуклидного исследования паращитовидных желёз и скintiграфического исследования костей скелета у пациента были выявлены патологические очаги гиперфиксации радиофармпрепарата (РФП). При дальнейшем проведении компьютерной томографии (КТ) коленных суставов было установлено, что картина может соответствовать множественному вторичному поражению костей скелета на фоне заболевания паращитовидной железы. По истечении недели пациенту было проведено двухфазное радионуклидное исследование паращитовидных желёз, вследствие чего появилась возможность оценить наличие явных скintiграфических признаков гиперфункционирующей аденомы левой нижней паращитовидной железы. Далее было выполнено исследование биопсии тканей щитовидной железы (ЩЖ), посредством которого установлено, что фрагмент ткани на разрезе светло-коричневого цвета с наличием кисты, заполненной жидкостью бурого цвета, что может соответствовать бурой опухоли. Таким образом, у пациента с основным заболеванием молочной железы есть вероятность выявления и других онкологических заболеваний, не связанных между собой. Ключевым методом диагностики в данном случае будет скintiграфическое исследование с однофотонной эмиссионной компьютерной томографией (ОФЭКТ/КТ), которое даёт возможность наиболее точной визуализации патологии, её описания и прогнозирования проведения дальнейшей терапии

как в амбулаторных условиях, так и в стационаре. В отношении большинства онкологических больных целесообразно проводить регулярное обследование с помощью метода сцинтиграфии в целях профилактики и раннего выявления сопутствующей патологии.

Ключевые слова: гиперпаратиреоз, диагностика, сцинтиграфическое исследование.

**Yamshchikov O.N.¹, Emelyanova N.V.^{1,2},
Abakumova G.N.², Meshcheryakova S.O.²,
Chumakov R.V.³**

¹ Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russia

² Tambov Regional Oncological Clinical Dispensary, Tambov, Russia

³ Medical Institute of Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russia

Abstract. The aim of this study is to demonstrate the significance and necessity of radionuclide diagnostics of oncologic pathology of different nature on the instance of a clinical case of detection of multiple foci of secondary nature (mts) of parathyroid gland tumor by skeletal bone scintigraphy in the course of routine examination of a patient for breast cancer.

The data from the medical records, protocols and radiation methods of examination of the patient were used as the study material.

During a routine examination for metastases of breast cancer through radionuclide examination of the parathyroid glands and scintigraphic examination of the skeletal bones, pathologic foci of radiopharmaceutical (RP) hyperfixation were detected in the patient. On further computed tomography (CT) of the knee joints it was found that the picture may correspond to multiple secondary lesions of the skeletal bones on the background of parathyroid gland disease. After a week the patient underwent a biphasic radionuclide study of the parathyroid glands, which made it possible to assess the presence of obvious scintigraphic signs of hyperfunctioning adenoma of the left lower parathyroid gland. Further, a thyroid gland (TG) tissue biopsy study was performed, which showed that the tissue fragment on the section was light brown with the presence of a cyst filled with brown fluid, which may correspond to a brown tumor.

Thus, a patient with main breast disease is likely to be diagnosed with other unrelated cancers. The key diagnostic method in this case will be a scintigraphic study with single photon emission computed tomography (SPECT), which provides the most accurate visualization of pathology, its description and prediction of further therapy both in out-patient and inpatient settings. For the majority of cancer patients it is advisable to conduct regular examination with the help of scintigraphy for the purpose of prevention and early detection of concomitant pathology.

Keywords: hyperparathyroidism, diagnosis, scintigraphy.

Введение. Первичный гиперпаратиреоз (ПГПТ) — эндокринное заболевание, вызываемое опухолевыми или гиперпластическими изменениями одной или нескольких паращитовидных желёз и приводящее к нерегулируемой гиперсекреции паратгормона, гиперкальциемии и ряду патологических изменений прежде всего в костях и почках [1]. Наиболее явным проявлением данной патологии может служить возникновение изолированных поражений костной ткани — так называемых бурых опухолей, или остеокластом [2–4]. По данным В.Р. Balon и R. Kavalag (1998), бурые опухоли можно ассоциировать как с первичным, так и со вторичным гиперпаратиреозом (ГПТ) [5]. При таких видах данного заболевания характерны клинические симптомы, обусловленные повышением уровня паратиреоидного гормона (ПТГ), с последующим нарушением кальций-фосфорного обмена. ПГПТ, связанный с неконтролируемой продукцией ПТГ клетками опухолей паращитовидных желёз, является причиной образования бурых опухолей в 3–20% случаев. С другой стороны, согласно информации, опубликованной T. Takeshita и соавт. (2006), у пациентов с вторичным ГПТ возникновение бурых опухолей не так велико и составляет 1,5%, а у больных ПГПТ — 3% [6]. По данным А.А. Khan и соавт. (2017), частота выявления ГПТ составляет 0,86–1% среди общего населения [7]. Данной патологией страдают как взрослые и пожилые люди, так и дети. Однако, по информации, приведённой в работе V.L. Clarke (2019), число подтверждённых случаев выявления ПГПТ стремится вверх пропорционально возрасту, при этом средний возраст пациентов составляет от 54 до 59 лет [8]. По данным, представленным А.Е. Kearns и G.V. Thompson (2002), женщины в постменопаузе в возрасте около 55 лет составляют больший процент людей, подверженных ПГПТ [9].

В настоящее время метод выбора диагностики — скинтиграфическое исследование паращитовидных желёз, которое даёт возможность определить их гиперфункцию и установить форму заболевания. Так, по данным исследования К.К. Wong и соавт. (2015), проведённая скинтиграфия с ^{99m}Tc -МИБИ обладает большим пространственным разрешением, чем ультразвуковое исследование, а при её сочетании с ОФЭКТ чувствительность метода достигает 86% [10]. Явное и стремительное совершенствование методов диагностики за последнее десятилетие дало возможность раннего выявления мягких форм патологии и большой прирост численности людей с выявленным ГПТ, что говорит о необходимости тщательного исследования вопросов, касающихся данного заболевания, и о важности дальнейшего развития диагностических методик.

Цель исследования. Продемонстрировать значимость и необходимость проведения радионуклидной диагностики онкологической патологии различного характера на примере клинического случая выявления при скинтиграфии костей скелета множественных очагов вторичного характера (mts) опухоли паращитовидной железы в процессе планового обследования пациента по поводу рака молочной железы.

Материал и методы. В качестве материала исследования были использованы данные медицинской карты пациента, протоколов и лучевых методов обследования пациента. Данные обезличены.

Клинический случай. Пациент Т., 71 года, с патологическим заболеванием молочной железы обратился для планового обследования в целях выявления метастазов. У онколога наблюдается более 5 лет. В 2021 году было назначено радионуклидное исследование паращитовидных желёз и скинтиграфическое исследование костей скелета. Уровень ПТГ составил 2349,91 пг/мл (норма 15,0–65,0 пг/мл).

В процессе проведения скинтиграфического исследования костей скелета на скинтиграммах, выполненных в режиме «всё тело», в передней и задней прямых проекциях отчётливо определяется включение РФП в костные структуры. Выявлены патологические очаги гиперфиксации РФП в проекции нижней челюсти, рёбрах, поясничном отделе позвоночника, костях таза, верхней трети большеберцовых костей, левом плечевом суставе и голеностопных суставах (рис. 1).

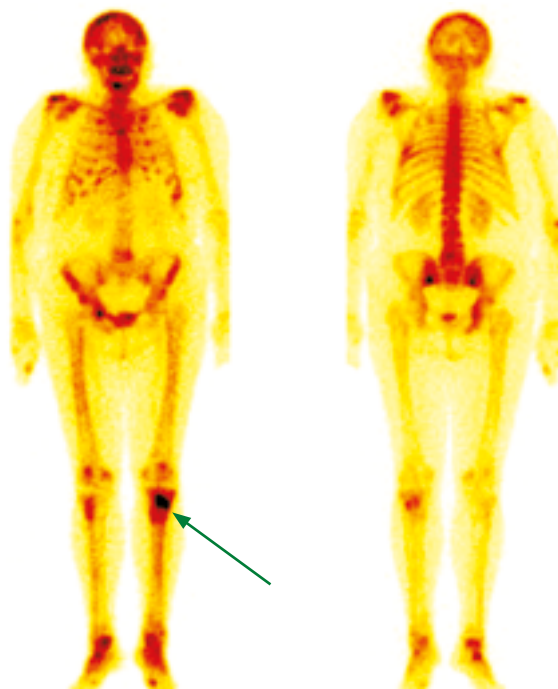


Рис. 1. Визуализация данных скинтиграфии пациента Т.

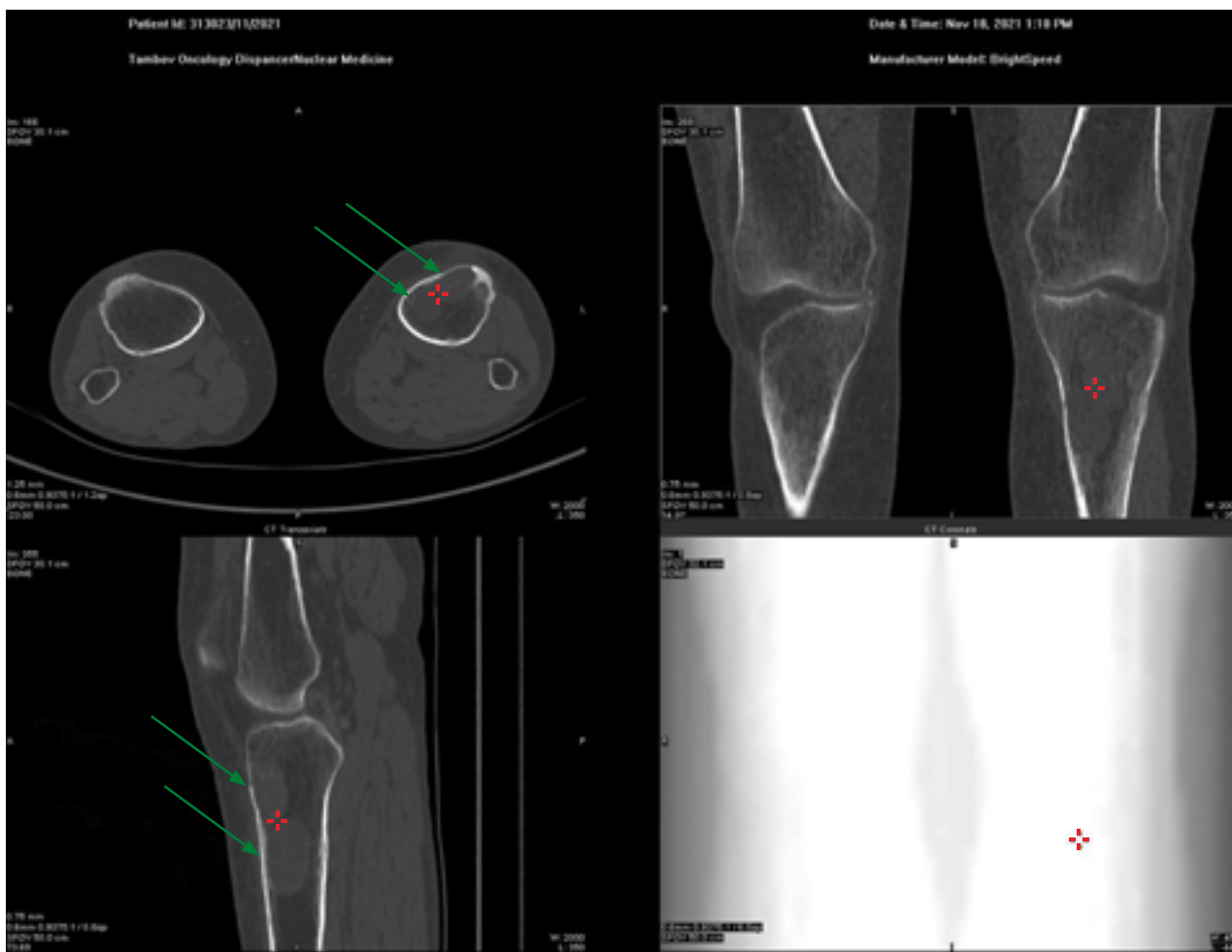


Рис. 2. Компьютерная томография коленных суставов пациента Т.

На основе полученных результатов скintiрафического исследования было принято решение о необходимости дополнительного проведения КТ области коленных суставов. По данным КТ в метадиафизе левой большеберцовой кости определяются очаговые истончения кортикального слоя в передних отделах, мягкотканые очаговые образования в костномозговой полости диаметром до 25,0 мм и, вероятно, образование бурых опухолей. Также в верхней трети правой большеберцовой кости выявляются очаги литической деструкции диаметром 4,0 мм и очаг протяжённостью 18,6 мм, с частичным разрушением кортикального слоя и мягкотканым содержимым.

Полученные результаты позволяли сделать вывод о том, что картина может соответствовать множественному вторичному поражению костей скелета на фоне заболевания паращитовидной железы (рис. 2).

Спустя неделю пациенту было проведено двух-фазное радионуклидное исследование паращитовидных желёз. На скintiграмме через 2 часа после вве-

В настоящее время метод выбора диагностики — скintiграфическое исследование паращитовидных желёз, которое даёт возможность определить их гиперфункцию и установить форму заболевания

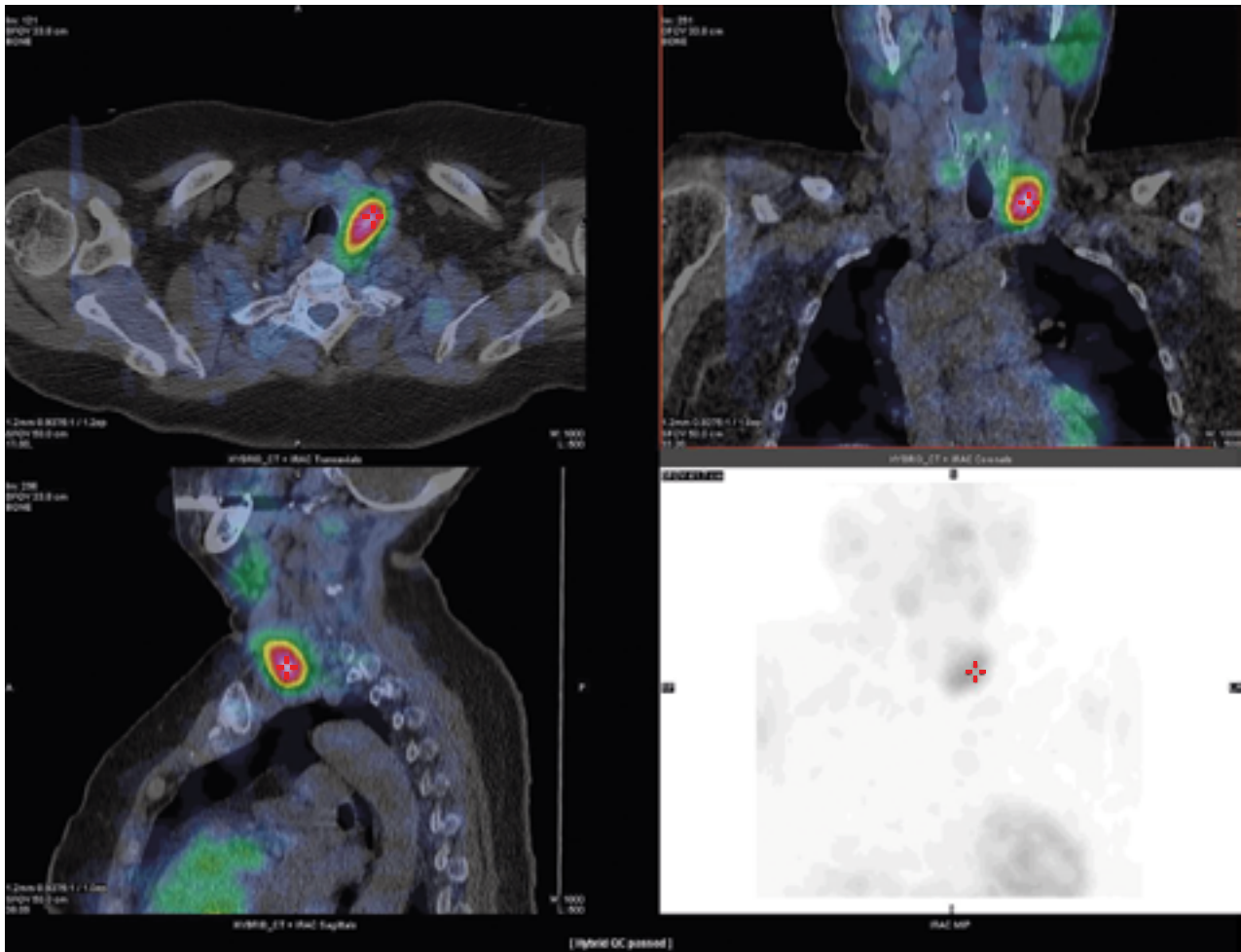


Рис. 3. Визуализация данных ОФЭКТ/КТ пациента Т.

дения РФП можно увидеть выраженный клиренс ЩЖ с задержкой вымывания в проекции левой доли. Исследование дополнено ОФЭКТ/КТ. На серии совмещённых изображений очагу ретенции соответствует неоднородное мягкотканное образование округлой формы размером 17,9×28,6×43,2 мм, которое располагается преимущественно за средним и нижним сегментом доли и несколько компримирует её. Захват РФП в нём интенсивный. Других очагов патологической функции не выявлено. Присутствуют явные скintiграфические признаки гиперфункционирующей аденомы левой нижней паращитовидной железы (рис. 3).

После проведения всех описанных исследований пациенту было выполнено исследование биопсии тканей ЩЖ. По результатам биопсии фрагмент ткани 6×3 см на разрезе светло-коричневого цвета с наличием кисты размером 2 см, заполненной бурой жидкостью, что, вероятно, соответствует клинической картине бурой опухоли.

Рост частоты выявления ранних форм гиперпаратиреоза среди населения может служить поводом для того, чтобы судить об активном развитии как отдельных и обособленных методов диагностики, так и общих методик расширенного диагностического поиска

Выводы. У пациентов с онкологическими заболеваниями в некоторых случаях есть вероятность выявления и других патологических состояний, не связанных между собой.

Ключевым методом диагностики в приведённом клиническом случае явилось скинтиграфическое исследование с ОФЭКТ/КТ, которое даёт возможность наиболее точной визуализации патологии, её описания и прогнозирования проведения дальнейшей терапии как в амбулаторных условиях, так и в пределах стационара. Исходя из этого, можно сделать вывод, что применённые методы диагностики в отношении описанного пациента были оправданны.

Следует отметить, что в отношении большинства онкологических больных целесообразно проводить регулярное наблюдение с помощью метода скинтиграфического исследования в целях раннего выявления сопутствующей патологии.

В целом рост частоты выявления ранних форм гиперпаратиреоза среди населения может служить поводом для того, чтобы судить об активном развитии как отдельных и обособленных методов диагностики, так и общих методик расширенного диагностического поиска.

Литература / References

- Петросян К.М., Северская Н.В., Дербугов Д.Н., Курильчик А.А., Желонкина Н.В., Дементьев А.В. и др. Тяжёлая костная форма гиперпаратиреоза у больной с аденомой паращитовидной железы. *Исследования и практика в медицине*. 2018; 5(1):96–105. [Petrosyan KM, Severskaya NV, Derbugov DN, Kuril'chik AA, Zhelonkina NV, Dement'ev AV, et al. Bone severe form of hyperparathyroidism in a patient with adenoma of parathyroid gland. *Research and Practical Medicine Journal*. 2018; 5(1):96–105. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17709/2409-2231-2018-5-1-11>
- Vardhan BG, Saraswathy K, Koteswaran D. Primary hyperparathyroidism presenting as multiple giant cell lesions. *Quintessence Int*. 2007; 38:e342–7. PMID: 17625623
- Khan A, Bilezikian J. Primary hyperparathyroidism: pathophysiology and impact on bone. *CMAJ*. 2000; 163(2):184–187. PMID: 10934983; PMID: PMC80211
- Syed Z, Khan A. Skeletal effects of primary hyperparathyroidism. *Endocr Pract*. 2000; 6(5):385–8. <https://doi.org/10.4158/EP.6.5.385>. PMID: 11141591
- Pecovnik Balon B, Kavalari R. Brown tumor in association with secondary hyperparathyroidism. A case report and review of the literature. *Am J Nephrol*. 1998; 18(5):460–3. <https://doi.org/10.1159/000013372>. PMID: 9730577
- Takeshita T, Takeshita K, Abe S, Takami H, Imamura T, Furui S. Brown tumor with fluid-fluid levels in a patient with primary hyperparathyroidism: radiological findings. *Radiat Med*. 2006; 24(9):631–4. <https://doi.org/10.1007/s11604-006-0068-4>. PMID: 17111272
- Khan AA, Hanley DA, Rizzoli R, Bollerslev J, Young JE, Rejnmark L, et al. Primary hyperparathyroidism: review and recommendations on evaluation, diagnosis, and management. A Canadian and international consensus. *Osteoporos Int*. 2017; 28(1):1–19. <https://doi.org/10.1007/s00198-016-3716-2>
- Clarke BL. Asymptomatic Primary Hyperparathyroidism. *Front Horm Res*. 2019; 51:13–22. <https://doi.org/10.1159/000491035>
- Kearns AE, Thompson GB. Medical and surgical management of hyperparathyroidism. *Mayo Clin Proc*. 2002; 77(1):87–91. <https://doi.org/10.4065/77.1.87>
- Wong KK, Fig LM, Gross MD, Dwamena BA. Parathyroid adenoma localization with ^{99m}Tc-sestamibi SPECT/CT: a meta-analysis. *Nucl Med Commun*. 2015; 36(4):363–375. <https://doi.org/10.1097/mnm.00000000000002>

Сведения об авторах / Information about the authors:

Ямщиков Олег Николаевич — д. м. н., заведующий кафедрой госпитальной хирургии с курсом травматологии Тамбовского государственного университета имени Г.Р. Державина, Тамбов, Россия / **Oleg N.**

Yamshchikov — MD, ScD, Head of the Department of Hospital Surgery with a course of traumatology of the Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russia.

Емельянова Наталья Владимировна — к. м. н., врач-рентгенолог отделения радионуклидной диагностики ГБУЗ «Тамбовский областной онкологический клинический диспансер», доцент кафедры госпитальной хирургии с курсом травматологии Тамбовского государственного университета имени Г.Р. Державина, Тамбов, Россия / **Natalia V.**

Emelyanova — MD, PhD, radiologist of the Department of radionuclide diagnostics of the Tambov Regional Oncological Clinical Dispensary associate professor of the Department of Hospital Surgery with a course of traumatology of the Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russia.

Абакумова Галина Николаевна — заведующая отделением радионуклидной диагностики ГБУЗ «Тамбовский областной онкологический клинический диспансер», Тамбов, Россия / **Galina N. Abakumova** — Head of the Department of radionuclide diagnostics of the Tambov Regional Oncological Clinical Dispensary, Tambov, Russia.

Мещерякова Светлана Олеговна — врач-радиолог ГБУЗ «Тамбовский областной онкологический клинический диспансер», Тамбов, Россия / **Svetlana O. Meshcheryakova** — MD, radiologist of the Tambov Regional Oncological Clinical Dispensary, Tambov, Russia.

Чумаков Роман Вячеславович — студент Медицинского института Тамбовского государственного университета имени Г.Р. Державина, Тамбов, Россия — **ответственный за контакты** / **Roman V. Chumakov** — student of the Medical Institute of Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russia — **responsible for contacts, roman68881@yandex.ru**, ORCID: 0000-0002-4501-4022

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Рукопись поступила 19.04.2023

Сахарный диабет и анемия: современный взгляд на проблему

Diabetes mellitus and anemia: a modern view of the problem

УДК 616.155.194.18

DOI: 10.53652/2782-1730-2023-4-4-48-53

Киткин Д.Н.¹, Смирнова М.А.², Черняева Л.А.¹,
Рукавицын О.А.¹, Чернавский С.В.^{1,2}, Борисов А.Г.^{2,3}

¹ ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, Москва, Россия

² ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ДПО РМАНПО), Москва, Россия

³ ГБУЗ «Городская поликлиника № 11 Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия

Резюме. Сахарный диабет является одной из актуальных проблем современной медицины, что прежде всего обусловлено его значительной распространенностью в популяции и высокой инвалидизацией больных. Анемия — часто встречающееся и зачастую несвоевременно диагностируемое осложнение сахарного диабета, которое не только ухудшает качество жизни пациентов, но и оказывает влияние на развитие его хронических осложнений и сердечно-сосудистой патологии. К основным факторам развития анемического синдрома у больных сахарным диабетом относят диабетическую нефропатию, аутоиммунные процессы, нарушение обмена железа, фолиевой кислоты, витамина В12, а также эффекты провоспалительных цитокинов. По нашим данным, анемия диагностируется у 67,4% всех больных сахарным диабетом. Наиболее часто она определяется у лиц со 2-м типом заболевания и в основном представлена железодефицитной формой, а также проявлением диабетической нефропатии.

Ключевые слова: сахарный диабет, осложнения, анемия, патогенез.



Kitkin D.N.¹, Smirnova M.A.², Chernyaeva L.A.¹,
Rukavitsyn O.A.¹, Chernavskiy S.V.^{1,2}, Borisov A.G.^{2,3}

¹ Main Military Clinical Hospital named after academician
N.N. Burdenko Russian Defense Ministry, Moscow, Russia

² Russian Medical Academy of Continuous Professional Education,
Moscow, Russia

³ State Budgetary Healthcare Institution City Polyclinic No. 11
of the Moscow City Health Department, Moscow, Russia

Abstract. Diabetes mellitus is one of the urgent problems of modern medicine, which is primarily due to its significant prevalence in the population and high disability of patients. Anemia is a frequent and often untimely diagnosed complication of diabetes mellitus, which not only worsens the quality of life of patients, but also affects the development of its chronic complications and cardiovascular pathology. The main factors in the development of anemic syndrome in patients with diabetes include diabetic nephropathy, autoimmune disorders, metabolic disorders of iron, folic acid, vitamin B12, as well as the effects of proinflammatory cytokines. According to our data, anemia is diagnosed in 67.4% of all patients with diabetes mellitus. It is most often identified in patients with type 2 of the disease and is mainly represented by the iron deficiency form, as well as a manifestation of diabetic nephropathy.

Keywords: diabetes mellitus, complications, anemia, pathogenesis.

В настоящее время сахарный диабет (СД) является одной из актуальных проблем медицины. Прежде всего это обусловлено его высокой распространённостью в популяции. Согласно данным Международной диабетической федерации (International Diabetes Federation, IDF), количество больных СД в возрасте 20–79 лет в 2021 году составило 537 млн, что опередило ранее прогнозируемые темпы прироста на 10–12 лет [1]. Кроме того, СД относится к категории медико-социально значимых заболеваний, характеризующихся неуклонным прогрессирующим течением, ранней инвалидизацией и высокой смертностью от сердечно-сосудистых осложнений [2]. В 2019 году именно СД стал непосредственной причиной более 1,5 млн случаев смерти, при этом 48% из них произошли в возрасте до 70 лет. С 2000 по 2021 год преждевременная (до 70 лет) смертность от СД увеличилась на 5% [3].

Анемия — одно из распространённых и зачастую несвоевременно диагностируемых осложнений СД, которое не только ухудшает качество жизни пациентов и снижает их толерантность к физическим нагрузкам, но и оказывает негативное влияние на развитие его хронических осложнений и сердечно-

сосудистых заболеваний. При СД, как и при других заболеваниях, в соответствии с критериями Всемирной организации здравоохранения, анемия определяется при уровне гемоглобина менее 120 г/л у женщин и менее 130 г/л у мужчин [4, 5].

Существует немало факторов, способствующих развитию анемического синдрома у пациентов с СД. Однако с учётом ведущей роли поражения почек при нарушении углеводного обмена анемия у этих больных традиционно рассматривают как проявление диабетической нефропатии (ДНФ), выраженность которой нарастает по мере прогрессирования хронической болезни почек (ХБП) [6, 7]. У пациентов с СД под воздействием гипергликемии, увеличенного капиллярного давления и провоспалительных цитокинов происходит повреждение клеток как клубочков, так и канальцев почек. Деструкция канальцев, формирование интерстициального фиброза, снижение числа перитубулярных капилляров, увеличение количества экстрацеллюлярного матрикса приводят к нарушению продукции эритропоэтина (ЭПО) перитубулярными клетками [8].

По данным эпидемиологического исследования, проведённого Эндокринологическим научным центром Минздрава России, частота выявления анемии у больных СД в среднем составляет 20% при отсутствии признаков поражения почек, 24% — при ХБП I стадии, 45% — при ХБП II стадии, 54% — при ХБП III стадии и 85% — при ХБП IV стадии. У пациентов с СД 1-го типа и ХБП 0–III стадий развитие анемии наблюдается в 1,5–2 раза чаще, чем у пациентов со 2-м типом заболевания при сопоставимых нарушениях функции почек [9]. В исследовании M.C. Thomas и соавт. у пациентов с СД анемия диагностирована в 23% случаев. Среди основных факторов, ассоциированных с развитием анемического синдрома, авторы приводят такие показатели как процент насыщения трансферрина железом, снижение скорости клубочковой фильтрации (СКФ) и повышение экскреции альбумина с мочой. При ДНФ снижение уровня гемоглобина более чем на 20 г/л в год отмечается у 50% больных с протеинурией и только у 10% пациентов с нормоальбуминурией и сохранной фильтрационной функцией почек [10]. По данным O.R. Adetunji и соавт., у пациентов с СД анемия встречается при наличии нормоальбуминурии в 19% случаев, микроальбуминурии — в 29%, макроальбуминурии — в 41% [11].

На начальных этапах ДНФ развитие анемии у пациентов с СД не приводит к значительному увеличению уровня ЭПО в крови, как это наблюдается при железодефицитной, апластической анемии и других гематологических заболеваниях. Данный феномен называют функциональным (относительным) дефицитом ЭПО. По мере прогрессирования ДНФ может возникать

и абсолютный дефицит ЭПО [12]. Некоторыми авторами относительный и абсолютный дефицит ЭПО рассматривается как результат нарушения «сенсорного», а в дальнейшем и «секреторного» механизмов продукции ЭПО, обусловленный автономной диабетической нейропатией. У больных СД с СКФ более 40 мл/мин снижение показателей вариабельности сердечного ритма при проведении пробы с глубоким дыханием, пробы Вальсальвы, а также показатели ортостатической пробы были тесно ассоциированы не только с развитием анемии, но и с дефицитом ЭПО. Потеря вазомоторного контроля в результате поражения нервной системы нарушает процесс вазоконстрикции, который является одним из стимулов для выработки ЭПО [13].

Кроме дефицита ЭПО у больных с нарушением углеводного обмена существуют и другие факторы, определяющие развитие анемии. Так, у пациентов с СД 1-го типа значительный вклад в её формирование могут вносить аутоиммунные процессы. По данным ряда исследований, у 15–20% обследованных с 1-м типом заболевания диагностировалось наличие антител к париетальным клеткам желудка, у 10% — антител к трансглутаминазе. Выявленные нарушения способствовали возникновению атрофического гастрита, целиакии и, как следствие, нарушению всасывания железа, фолиевой кислоты и витамина B12 [14]. Кроме того СД 1-го типа часто сочетается с аутоиммунным тиреоидитом и первичным гипотиреозом, которые также тесно ассоциированы с развитием анемии. Результаты исследований L. Levin и соавт. выявили такое сочетание в 15,7% случаев [15].

В ряде случаев снижение гемоглобина у пациентов с СД может развиваться под действием провоспалительных цитокинов, секреция которых повышается при гипергликемии и инсулинорезистентности, при этом изменения «красной крови» приобретают черты анемии хронических заболеваний. Продукция ЭПО, чувствительность к нему эритроидных клеток-предшественников, секвестрация железа в ретикуло-эндотелиальной системе ассоциированы с повышением содержания в крови маркеров воспаления и усилением оксидативного стресса [16]. По данным Н.Н. Мусиной и соавт., у пациентов с СД 1-го и 2-го типа отмечается значительное повышение содержания в крови воспалительных маркеров, таких как фактор некроза опухоли-альфа (ФНО- α), скорость оседания эритроцитов (СОЭ) и С-реактивный белок (СРБ), по сравнению с больными без нарушений углеводного обмена. Наибольшая концентрация ФНО- α отмечалась у пациентов с СД 1-го типа (в 35,2% случаев), тогда как повышение СРБ и СОЭ отмечалось чаще у лиц с СД 2-го типа (в 27,3 и 29,4% случаев соответственно). Необходимо отметить, что значения СОЭ и СРБ коррелировали с уровнем ферритина, причём анемия хронических за-

болеваний при СД, по сравнению с сидеропенической её формой, чаще сочеталась с дислипидемией IIb типа по Фредриксону и характеризовалась более высоким содержанием атерогенных фракций холестерина [17].

В то же время ожирение, инсулинорезистентность и неэффективный контроль за уровнем гликемии снижают стабильность и функциональную активность HIF-1 α — субъединицы основного регулятора транскрипции гена ЭПО [9]. Кроме того гипергликемия способствует также нарушению обмена сорбитола и уменьшению активности Na⁺/K⁺-АТФазы в эритроцитах, что изменяет свойства их мембраны и нарушает осмотическую резистентность. В результате происходит фрагментация и секвестрация эритроцитов в микроциркуляторном русле, что является ещё одним фактором развития анемии [18].

Одной из причин снижения уровня гемоглобина у пациентов с СД 1-го и 2-го типа может быть гемолиз, наиболее часто возникающий в результате уремической интоксикации и вследствие развития кетоацидоза. При этом выраженность анемии зависит от степени тяжести и частоты возникновения указанных осложнений СД [19].

Не менее важная причина развития анемии — побочное действие ряда препаратов, используемых в лечении больных СД. Результаты исследования ADOPT показали, что риск развития анемии на фоне терапии метформином и тиазолидиндионами был выше на 93 и 25% соответственно по сравнению с пациентами, получавшими препараты сульфонилмочевины. Вместе с тем в исследовании UKPDS было установлено, что частота развития анемического синдрома у лиц, принимающих метформин, в 3,5 раза выше, чем при инсулинотерапии, причём одной из причин развития анемии является побочный эффект бигуанидов, связанный с уменьшением всасывания витамина B12 и фолиевой кислоты в кишечнике. По данным исследования GoDARTS, ежедневный приём 1 г метформина ассоциирован с повышением риска развития анемии на 2% в год [20].

Наряду с этим описаны случаи диагностики гемолитической анемии у больных СД, связанные с терапией препаратами из группы производных как сульфонилмочевины, так и метформина. Наиболее часто она отмечалась у пациентов в возрасте старше 60 лет, с длительным (более 5 лет) периодом приёма препаратов и сопутствующей патологией гепатобилиарной системы [21].

Кроме того угнетение эритропоэза у больных СД может в определённой степени быть обусловлено применением ингибиторов ангиотензинпревращающего фермента (иАПФ) и других препаратов, влияющих на ренин-ангиотензиновую систему. При приёме иАПФ отмечается снижение пролиферации гемопоэтиче-

ских клеток-предшественников у человека. Однако, по данным крупных контролируемых исследований, длительное применение иАПФ в высоких дозах приводит лишь к незначительному снижению уровня гемоглобина (на 1–3 г/л) и не вызывает развития резистентности к препаратам ЭПО. Указанные побочные эффекты не имеют существенного клинического значения по сравнению с выраженным нефро- и кардиопротективным действием иАПФ, применение которых патогенетически показано для больных с нарушением углеводного обмена [22].

Развитие анемического синдрома способствует формированию у больных СД 2-го типа целого ряда состояний, характеризующихся как ухудшением качества жизни, так формированием хронических осложнений [23, 24]. В большинстве случаев снижение уровня гемоглобина ассоциировано не столько с ухудшением общего самочувствия больных, сколько с прогрессированием диабетической микро- и макроангиопатии, что существенно усугубляет течение СД и ухудшает его прогноз. Данная взаимосвязь носит двунаправленный характер: некоторые осложнения СД могут являться самостоятельной причиной развития анемии, а снижение показателей «красной крови» может становиться триггерным фактором, отягощающим течение этих и других осложнений.

Как было показано в исследовании Т.П. Бондарь и соавт., частота встречаемости анемии у пациентов с синдромом диабетической стопы составляет около 45,1% [25], что свидетельствует как о влиянии воспалительных процессов на эритропоэз, так и о непосредственном воздействии анемии на прогрессирование сосудистых осложнений и диабетической нейропатии. При этом, по данным L.A. Lavegu и соавт., риск смерти при проведении ампутации нижней конечности у больных СД с умеренной анемией возрастает в 2,3 раза по сравнению со случаями без снижения уровня гемоглобина [26].

Немаловажно и самостоятельное прогностическое значение анемии в прогрессировании ДНФ. В результате развития хронической гипоксии, обусловленной снижением показателей «красной крови», происходит повреждение различных почечных структур, а именно тубулоинтерстиция. По данным D.C. Holland и соавт., анемия даже при благоприятном течении СД способствует более быстрому снижению СКФ, в среднем на 12–12,5%, и является независимым предиктором госпитализации и смерти от всех причин больных с ДНФ в додиализной группе [27, 28].

Кроме того анемический синдром оказывает выраженное отрицательное влияние на прогрессирование сердечно-сосудистой патологии у больных СД. Развивающаяся гемическая гипоксия приводит к стимуляции активности симпатической нервной

системы, почечной вазоконстрикции, активации ренин-ангиотензиновой системы, задержке натрия и жидкости в организме. В дальнейшем происходит усиление процессов некроза и апоптоза в миокарде, а также ускорение фибротических процессов. Комплексное воздействие на сердце перегрузки объёмом и давлением создает условия для формирования гипертрофии левого желудочка и в конечном итоге для прогрессирования хронической сердечной недостаточности [9]. По данным ряда исследований, анемия обладает независимым прогностическим значением в отношении риска госпитализации и смерти пациентов с ишемической болезнью сердца, цереброваскулярной болезнью, а также облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей [29].

Анемический синдром у больных СД повышает риск развития и прогрессирования ретинопатии и нейропатии, в том числе автономной. При уровне гемоглобина менее 120 г/л риск развития тяжёлой формы диабетической ретинопатии повышается более чем в 5,3 раза [30]. Прежде всего это обусловлено снижением концентрации гемоглобина и ЭПО, которые обладают нейро- и ангиопротективными свойствами. Эта концепция согласуется с данными об уменьшении проявлений автономной нейропатии (в частности, ортостатической гипотензии) под действием терапии препаратами рекомбинантного человеческого ЭПО [31, 32].

Другой важный аспект клинического значения анемии при СД — её влияние на уровень гликозилированного гемоглобина (HbA1C), являющегося интегрированным показателем эффективности терапии углеводного обмена за последние 60–90 дней [33]. Уменьшение продолжительности жизни эритроцитов в результате гемолиза, стимуляция эритропоэза препаратами ЭПО, применение гемотрансфузий predisполагают к получению ложно заниженных показателей HbA1C, что может способствовать недооценке нарушений углеводного обмена и требует дополнительных диагностических тестов [34].

По данным работы эндокринологического отделения ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, анемический синдром присутствовал у 67,4% всех больных СД. Наиболее часто он определялся у лиц со 2-м типом заболевания (75,1%) и его продолжительностью более 5,6 лет. У мужчин и женщин снижение показателей «красной крови» диагностировалось в относительно равной степени (45,4% и 54,6% соответственно). В этой группе обследованных преобладали нарушения, характерные для железодефицитной анемии (33,7% случаев) и анемии вследствие диабетической нефропатии (51,9%). В то же время у больных СД 1-го типа анемический синдром развивался в более ранний период (от 2 до 4 лет) и был тесно связан с поражением почек.

Таким образом, вышеизложенные факты свидетельствуют о том, что анемия тесно связана с целым рядом патологических процессов, обусловленных гипергликемией, и не только является осложнением СД, но и оказывает активное негативное влияние на его течение. Поэтому дальнейшее изучение анемического синдрома в рамках лечения и профилактики осложнений СД, несомненно, важная задача.

Литература/References

- International Diabetes Federation. *IDF Diabetes Atlas*, 10th edn. Brussels, Belgium; 2021 [cited 11.04.2023]. Available from: <https://www.diabetesatlas.org>
- Федеральная служба государственной статистики. *Здравоохранение в России 2021 г.* [Federal State Statistics Service. *Healthcare in Russia 2021.* (In Russ.)]. Доступно по: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13218>
- Дедов И.И., Шестакова М.В., Викулова О.К., Железнякова А.В., Исаков М.А., Сазонова Д.В. и др. Сахарный диабет в Российской Федерации: динамика эпидемиологических показателей по данным Федерального регистра сахарного диабета за период 2010–2022 гг. *Сахарный диабет.* 2023; 26(2):104–123. [Dedov II, Shestakova MV, Vikulova OK, Zheleznyakova AV, Isakov MA, Sazonova DV, et al. Diabetes mellitus in the Russian Federation: dynamics of epidemiological indicators according to the Federal Register of Diabetes Mellitus for the period 2010–2022. *Diabetes mellitus.* 2023; 26(2):104–123. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.14341/DM13035>
- Zoppini G, Targher G, Chonchol M, Negri C, Stoico V, Pichiri I, et al. Anaemia, independent of chronic kidney disease, predicts all-cause and cardiovascular mortality in type 2 diabetic patients. *Atherosclerosis.* 2010; 210(2):575–80. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2009.12.008>
- Рукавицын О.А. *Анемии. Краткое руководство для практических врачей всех специальностей.* Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2018. 176 с. [Rukavitsyn OA. *Anemii. Kratkoye rukovodstvo dlya prakticheskikh vrachey vsekh spetsial'nostey.* Moscow: GEOTAR-Media; 2018. 176 p. (In Russ.)].
- Пчелин И.Ю., Шишкин А.Н. Механизмы развития и клиническое значение анемии у пациентов с сахарным диабетом 1 и 2 типа. *Вестник СПбГУ.* 2010; Сер. 11 (Вып. 2):73–80. [Pchelina IYu, Shishkin AN. Mechanisms of development and clinical significance of anemia in patients with diabetes mellitus type 1 and 2. *Vestnik SPbGU.* 2010; Ser. 11 (Issue 2):73–80. (In Russ.)].
- Joss N, Patel R, Paterson K, Simpson K, Perry C, Stirling C. Anaemia is common and predicts mortality in diabetic nephropathy. *QJM.* 2007; 100(10):641–7. <https://doi.org/10.1093/qjmed/hcm080>
- Magri CJ, Fava S. The role of tubular injury in diabetic nephropathy. *Eur J Intern Med.* 2009; 20(6):551–5. <https://doi.org/10.1016/j.ejim.2008.12.012>
- Шестакова М.В., Дедов И.И. *Сахарный диабет и хроническая болезнь почек.* Москва: Медицинское информационное агентство; 2009. 482 с. [Shestakova MV, Dedov II. *Sakharniy diabet i khronicheskaya bolezni' pochek.* Moscow: Meditsinskoye informatsionnoye agentstvo; 2009. 482 p. (In Russ.)].
- Thomas MC, MacIsaac RJ, Tsalamandris C, Power D, Jerums G. Unrecognized anemia in patients with diabetes: a cross-sectional survey. *Diabetes Care.* 2003; 26(4):1164–9. <https://doi.org/10.2337/diacare.26.4.1164>
- Adetunji OR, Mani H, Olujohungbe A, Abraham KA, Gill GV. 'Microalbuminuric anaemia' — the relationship between haemoglobin levels and albuminuria in diabetes. *Diabetes Res Clin Pract.* 2009; 85(2):179–82.
- Человеческий рекомбинантный эритропоэтин (Эпокрин) в лечении анемии. *Практическое руководство* / Под ред. К.Я. Гуревича. Санкт-Петербург: Фолиант; 2001. С. 15–16. [Gurevich KYa, ed. *Chelovecheskiy rekombinantniy eritropoetin (Epokrin) v lechenii anemii. Prakticheskoye rukovodstvo.* Saint Petersburg: Foliant; 2001. pp. 15–16. (In Russ.)].
- Kim MK, Baek KH, Lim DJ, Kim YK, Kang MI, Lee KW, et al. Erythropoietin response to anemia and its association with autonomic neuropathy in type 2 diabetic patients without advanced renal failure. *J Diabetes Complications.* 2010; 24(2):90–5. <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2009.02.002>
- Alonso N, Soldevila B, Sanmartí A, Pujol-Borrell R, Martínez-Cáceres E. Regulatory T cells in diabetes and gastritis. *Autoimmun Rev.* 2009; 8(8):659–62. <https://doi.org/10.1016/j.autrev.2009.02.014>
- Levin L, Tomer Y. The etiology of autoimmune diabetes and thyroiditis: evidence for common genetic susceptibility. *Autoimmun Rev.* 2003; 2(6):377–86. [https://doi.org/10.1016/s1568-9972\(03\)00080-6](https://doi.org/10.1016/s1568-9972(03)00080-6)
- Ray A, Huisman MV, Tamsma JT; Research and Writing-group; van Asten J, Bingen BO, et al. The role of inflammation on atherosclerosis, intermediate and clinical cardiovascular endpoints in type 2 diabetes mellitus. *Eur J Intern Med.* 2009; 20(3):253–60. <https://doi.org/10.1016/j.ejim.2008.07.008>
- Мусина Н.Н., Саприна Т.В., Прохоренко Т.С., Зима А.П. Особенности параметров обмена железа и воспалительного статуса у пациентов с сахарным диабетом и дислипидемией. *Ожирение и метаболизм.* 2020; 17(3):269–282. [Musina NN, Saprina TV, Prokhorenko TS, Zima AP. Features of iron metabolism parameters and inflammatory status in patients with diabetes mellitus and dyslipidemia. *Obesity and metabolism.* 2020; 17(3):269–282. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.14341/omet12497>
- Bareford D, Jennings PE, Stone PC, Baar S, Barnett AH, Stuart J. Effects of hyperglycaemia and sorbitol accumulation on erythrocyte deformability in diabetes mellitus. *J Clin Pathol.* 1986 Jul; 39(7):722–7. <https://doi.org/10.1136/jcp.39.7.722>
- Le Pommelet C, Le Moullec N, Zunic P. Diabetic ketoacidosis revealing glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency: description of an adult case. *Diabetes Metab.* 2006; 32(6):636–7. [https://doi.org/10.1016/S1262-3636\(07\)70320-8](https://doi.org/10.1016/S1262-3636(07)70320-8)
- Donnelly LA, Dennis JM, Coleman RL, Sattar N, Hattersley AT, Holman RR, et al. Risk of Anemia with Metformin Use in Type 2 Diabetes: A MASTERMIND Study. *Diabetes Care.* 2020; 43(10):2493–2499. <https://doi.org/10.2337/dc20-1104>
- Packer CD, Hornick TR, Augustine SA. Fatal hemolytic anemia associated with metformin: a case report. *J Med Case Rep.* 2008 Sep 10; 2:300. <https://doi.org/10.1186/1752-1947-2-300>

22. Cannella G, Paoletti E, Delfino R, Peloso G, Rolla D, Molinari S. Prolonged therapy with ACE inhibitors induces a regression of left ventricular hypertrophy of dialyzed uremic patients independently from hypotensive effects. *Am J Kidney Dis.* 1997; 30(5):659–64. [https://doi.org/10.1016/s0272-6386\(97\)90490-x](https://doi.org/10.1016/s0272-6386(97)90490-x)
23. Eisenstaedt R, Penninx BW, Woodman RC. Anemia in the elderly: current understanding and emerging concepts. *Blood Rev.* 2006 Jul; 20(4):213–26. <https://doi.org/10.1016/j.blre.2005.12.002>
24. Куденцова Л.А., Давыдов Д.В., Чернавский С.В., Стремоухов А.А. Классификация сахарного диабета: новый взгляд на проблему. *Лечащий врач.* 2022; (5–6):84–90. [Kudentsova LA, Davydov DV, Chernavsky SV, Stremoukhov AA. Classification of diabetes mellitus: a new look at the problem. *Attending doctor.* 2022; (5–6):84–90. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.51793/OS.2022.25.6.015>
25. Бондарь Т.П., Козинец Г.И. *Лабораторно-клиническая диагностика сахарного диабета и его осложнений.* Москва: Медицинское информационное агентство; 2003. 87 с. [Bondar' TP, Kozinets GI. *Laboratorno-klinicheskaya diagnostika sakharnogo diabeta i ego oslozhneniy.* Moscow: Meditsinskoye informatsionnoye agentstvo; 2003. 87 p. (In Russ.)].
26. Lavery LA, Van Houtum WH, Armstrong DG. Institutionalization following diabetes-related lower extremity amputation. *Am J Med.* 1997; 103(5):383–8. [https://doi.org/10.1016/s0002-9343\(97\)00163-0](https://doi.org/10.1016/s0002-9343(97)00163-0)
27. Bouattar T, Ahid S, Benasila S, Mattous M, Rhou H, Ouzeddoun N, et al. Les facteurs de progression de la néphropathie diabétique: prise en charge et évolution [The factors for progression of the diabetic nephropathy: management and evolution]. *Nephrol Ther.* 2009; 5(3):181–7. French. <https://doi.org/10.1016/j.nephro.2008.12.004>
28. Holland DC, Lam M. Predictors of hospitalization and death among pre-dialysis patients: a retrospective cohort study. *Nephrol Dial Transplant.* 2000 May; 15(5):650–8. <https://doi.org/10.1093/ndt/15.5.650>
29. Huang WY, Chen IC, Meng L, Weng WC, Peng TI. The influence of anemia on clinical presentation and outcome of patients with first-ever atherosclerosis-related ischemic stroke. *J Clin Neurosci.* 2009; 16(5):645–9. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2008.08.014>
30. Qiao Q, Keinänen-Kiukaanniemi S, Läärä E. The relationship between hemoglobin levels and diabetic retinopathy. *J Clin Epidemiol.* 1997; 50(2):153–8. [https://doi.org/10.1016/s0895-4356\(96\)00335-6](https://doi.org/10.1016/s0895-4356(96)00335-6)
31. Genc S, Koroglu TF, Genc K. Erythropoietin and the nervous system. *Brain Res.* 2004; 1000(1–2):19–31. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2003.12.037>
32. Thomas S, Rampersad M. Anaemia in diabetes. *Acta Diabetol.* 2004; 41 Suppl 1:S13–7. <https://doi.org/10.1007/s00592-004-0132-4>
33. *Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом* / Под ред. И.И. Дедова, М.В. Шестаковой, А.Ю. Майорова; 11-й выпуск. Москва; 2023. 236 с. [Dedov II, Shestakova MV, Mayorov AYU, eds. *Standards of specialized diabetes care.* 11th Ed. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.14341/DM13042>
34. Brown JN, Kemp DW, Brice KR. Class effect of erythropoietin therapy on hemoglobin A(1c) in a patient with diabetes mellitus and chronic kidney disease not undergoing hemodialysis. *Pharmacotherapy.* 2009; 29(4):468–72. <https://doi.org/10.1592/phco.29.4.468>

Сведения об авторах / Information about the authors:

Киткин Дмитрий Николаевич — старший ординатор отделения реанимации и интенсивной терапии кардиологического центра ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, Москва, Россия / **Dmitriy N. Kitkin** — senior resident of the Intensive care unit of the Cardiology Center of the Main Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko Russian Defense Ministry, Moscow, Russia.

Смирнова Маргарита Александровна — к. м. н., доцент кафедры общей врачебной практики и поликлинической терапии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, Москва, Россия / **Margarita A. Smirnova** — MD, PhD, Associate Professor of the Department of General Medical Practice and Outpatient Therapy of Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia.

Черняева Людмила Александровна — врач-эндокринолог ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, Москва, Россия / **Lyudmila A. Chernyaeva** — MD, endocrinologist, Main Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko Russian Defense Ministry, Moscow, Russia.

Рукавицын Олег Анатольевич — д. м. н., профессор, начальник гематологического центра ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, Москва, Россия / **Oleg A. Rukavitsyn** — MD, ScD, Professor, Head of the Hematology Center of the Main Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko Russian Defense Ministry, Moscow, Russia.

Чернавский Сергей Вячеславович — д. м. н., заведующий отделением эндокринологии ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России; доцент кафедры общей врачебной практики и поликлинической терапии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, Москва, Россия — **ответственный за контакты** / **Sergey V. Chernavskiy** — MD, DSc, Head of the Endocrinology Department of Main Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko Russian Defense Ministry; Associate Professor of the Department of General Medical Practice and Outpatient Therapy of Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia — **responsible for contacts, chernavskijv@mail.ru**, ORCID: 0000-0001-5260-8761; eLibrary SPIN: 6569-4674

Борисов Алексей Геннадьевич — к. м. н., главный врач ГБУЗ «Городская поликлиника № 11 Департамента здравоохранения города Москвы»; доцент кафедры общей врачебной практики и поликлинической терапии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, Москва, Россия / **Alexey G. Borisov** — MD, PhD, Chief Medical Officer of the State Budgetary Healthcare Institution City Polyclinic No. 11 of the Moscow City Health Department; Associate Professor of the Department of General Medical Practice and Outpatient Therapy of Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Работа не имела спонсорской поддержки.

Рукопись поступила 13.11.2023

Синдром крыловидной лопатки

Winged scapula

УДК 617.571-009.7

DOI: 10.53652/2782-1730-2023-4-4-54-61

Егиазарян К.А.¹, Ратьев А.П.¹, Лазишвили Г.Д.¹,
Миленин О.Н.^{2,3}, Оханов О.А.¹, Михайлова Е.С.¹,
Зинченко М.А.⁴

¹ ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России,
Москва, Россия

² ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗМ, Москва, Россия

³ ИУВ ФГБУ «Национальный медико-хирургический Центр
им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

⁴ ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России
(Сеченовский Университет), Москва, Россия

Резюме. С тех пор, как А. Velpeau [1] впервые описал случай изолированного паралича передней зубчатой мышцы, приводящий к развитию синдрома крыловидной лопатки, было показано, что данное повреждение приводит к дисфункции плечевого сустава и развитию болевого синдрома. Корректное движение и расположение лопатки относительно грудной клетки необходимо для правильного функционирования плечевого сустава и расположения верхней конечности в пространстве. Слабость и потеря биомеханики движения лопатки приводят к сложностям с подъёмом верхней конечности, а также с поднятием тяжестей.

По данным литературы, наиболее частые причины развития синдрома крыловидной лопатки — повреждение длинного грудного нерва (паралич передней зубчатой мышцы) и спинального добавочного нерва (паралич трапециевидной мышцы). Количество случаев паралича передней зубчатой мышцы колеблется от 0,0026 до 0,21% [2]. Большинство авторов фокусируется на повреждении нервов, приводящем к параличу передней зубчатой и трапециевидной мышц. Однако в 1930 году S. Fichet описал развитие синдрома крыловидной лопатки в результате травматического отрыва мышц, окружающих лопатку [3]. Травматический отрыв передней зубчатой, трапециевидной и ромбовидных мышц — важная и малоизученная проблема, приводящая к дисфункции плечевого сустава и развитию крыловидной лопатки.

Цель обзора — изучение основных повреждений, приводящих к развитию синдрома крыловидной лопатки, а также основных методов диагностики и лечения данной патологии.

Ключевые слова: синдром крыловидной лопатки, паралич передней зубчатой мышцы, паралич трапециевидной мышцы, паралич длинного грудного нерва, паралич добавочного нерва, паралич ромбовидных мышц, транспозиция по Идену–Ланге.



Egiazaryan K.A.¹, Ratyev A.P.¹, Lazishvili G.D.¹,
Milenin O.N.^{2,3}, Okhanov O.A.¹, Mikhaylova E.S.¹,
Zinchenko M.A.⁴

¹ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

² Moscow Scientific Practical Center of Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of the Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia

³ Federal State Budgetary Institution "National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

⁴ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

Abstract. Since A. Velpeau [1] first described a case of isolated paralysis of the anterior serratus muscle leading to the development of winged scapula syndrome, it has been shown that this lesion leads to shoulder joint dysfunction and the development of pain syndrome. Correct movement and positioning of the scapula relative to the rib cage is essential for proper shoulder joint function and positioning of the upper extremity in space. Weakness and loss of biomechanics of scapula motion leads to difficulty in lifting the upper extremity as well as lifting weights. According to the literature, the most common causes of winged scapula syndrome are injuries of the long thoracic nerve (paralysis of the anterior serratus muscle) and the spinal accessory nerve (paralysis of the trapezius muscle). The number of cases of anterior serratus muscle paralysis ranges from 0.0026 to 0.21% [2]. Most authors focus on nerve damage leading to paralysis of the anterior serratus and trapezius muscles. However, in 1930, S. Fichet described the development of winged scapula syndrome as a result of traumatic detachment of the muscles surrounding the scapula [3]. Traumatic detachment of the anterior serratus, trapezius, and rhomboid muscles is an important and understudied problem leading to shoulder joint dysfunction and development of winged scapula. The aim of the review is to study the main injuries leading to the development of wing-shaped scapula syndrome, as well as the main methods of diagnosis and treatment of this pathology.

Keywords: scapular winging, winged scapula, serratus anterior paralysis, trapezius muscle paralysis, spinal accessory nerve paralysis, long thoracic nerve paralysis, rhomboid muscle paralysis, Eden–Lange transfer.

Введение. Паралич передней зубчатой мышцы в результате травмы длинного грудного нерва считается наиболее распространённой причиной синдрома крыловидной лопатки [3]. Нейропраксия возникает в результате компрессии или растяжения нерва в большинстве случаев повреждения. Паралич передней зубчатой мышцы с развитием синдрома крыловидной лопатки может возникнуть в результате занятия спортом (контактные виды спорта), тяжёлой физической работы, острой травмы, ятрогенных повреждений (лимфодиссекция, мастэктомия, другие хирургические вмешательства), анестезии, инфекции (синдром Гийена–Барре, болезнь Лайма). Также описаны идиопатические случаи. Всё вышеперечисленное приводит к развитию синдрома медиальной крыловидной лопатки [4].

Паралич трапециевидной мышцы — наиболее частая причина развития синдрома латеральной крыловидной лопатки вследствие нейрогенного повреждения (спинальный добавочный нерв). Самая частая причина повреждения спинального добавочного нерва — ятрогенное повреждение в результате иссечения образований в области шеи или взятия биопсии шейных лимфатических узлов [5]. Другие повреждения спинального добавочного нерва с развитием паралича трапециевидной мышцы возникают в результате проникающей травмы, огнестрельной травмы шеи по задней поверхности, тракционных повреждений, дорожно-транспортных происшествий (ДТП) [5–7].

Реже встречается паралич ромбовидных мышц с развитием латеральной крыловидной лопатки в результате повреждения заднего лопаточного нерва. Повреждение последнего чаще всего происходит вследствие ДТП или прямой травмы [8]. Другие авторы отмечают, что самой частой причиной травмы заднего лопаточного нерва считается его ущемление под гипертрофированной средней лестничной мышцей [9].

Не до конца изученная причина развития синдрома крыловидной лопатки — травматический отрыв мышц от лопатки, который происходит в результате эксцентричного сокращения передней зубчатой, ромбовидных или трапециевидной мышц. Впервые отрыв передней зубчатой мышцы с развитием синдрома крыловидной лопатки был описан в 1930 году [3]. В настоящее время опубликовано несколько клинических случаев и небольших серий наблюдений травматического отрыва мышц или отрывных переломов нижнего угла лопатки с развитием синдрома крыловидной лопатки в результате травмы [10–12]. Из 72 пациентов с травматическим отрывом мышц от медиального края лопатки 44% пострадали в ДТП, 24% — в результате трaкции или нагрузки на верхнюю конечность, 19% — при занятии спортом (потеря контроля при подъёме

тяжести, бросок тяжёлого предмета над головой) и 9% были обусловлены другими причинами, включая удары током, кардиоверсию и другие травмы [10]. Резкое напряжение с нагрузкой — причина мышечных повреждений в других областях тела, например, отрыва дистального сухожилия бицепса. Её следует рассматривать как причину развития крыловидной лопатки, так как лечение в данном случае будет отличаться от повреждений, возникших вследствие нейрогенных причин.

Цель обзора. Изучение основных повреждений, приводящих к развитию синдрома крыловидной лопатки, а также основных методов диагностики и лечения данной патологии.

Материал и методы. Выполнен обзор литературы в системах MEDLINE, Cochrane, Web of Science, Elibrary и Scopus по ключевым словам: «синдром крыловидной лопатки», «паралич передней зубчатой мышцы», «паралич трапециевидной мышцы», «winged scapula», «scapular winging». Было отобрано 28 публикаций, посвящённых синдрому крыловидной лопатки.

Результаты и обсуждение. Анатомия. Функция лопатки заключается в поддержке верхней конечности при высоких нагрузках, а также она помогает в расположении плечевого сустава в пространстве [13]. Дискинезия лопатки приводит к функциональному дефициту верхней конечности. Из 17 мышц, которые прикрепляются к лопатке, 6 (передняя зубчатая мышца, трапециевидная мышца, элеватор лопатки, большая и малая ромбовидные мышцы и малая грудная мышца) отвечают за стабилизацию грудолопаточного сочленения. Дисфункция передней зубчатой, трапециевидной и ромбовидных мышц — основная причина синдрома крыловидной лопатки.

Передняя зубчатая мышца достаточно широкая, с 3 функционирующими сегментами. Верхний сегмент начинается от 1 и 2 ребра и прикрепляется к переднему краю верхнемедиального угла лопатки. Основная функция верхнего сегмента заключается в стабилизации лопатки во время ротации и подъёма верхней конечности над головой [14]. Средний сегмент начинается со 2 по 4 ребро и прикрепляется к переднемедиальному краю лопатки. Его основная функция — в ротации лопатки [14]. Нижний сегмент наибольший, он начинается с 5 по 9 ребро и прикрепляется к нижнемедиальному краю лопатки. Основная функция нижнего сегмента — наружная ротация лопатки с подъёмом, что необходимо для полного движения во фронтальной плоскости [15]. Все 3 сегмента способствуют удержанию медиального края лопатки около грудной клетки, способствуя оптимальному расположению суставного отростка лопатки для правильного функционирования верхней конечности.

Передняя зубчатая мышца иннервируется длинным грудным нервом, который образуется из корешков на уровне C5–7, проходит между передней и средней лестничными мышцами и спускается вниз по грудной клетке. Повреждение длинного грудного нерва является причиной паралича передней зубчатой мышцы и развития синдрома медиальной крыловидной лопатки.

Трапециевидная мышца — поверхностная мышца, окружающая лопатку. Она берёт начало от затылочной области и остистых отростков C7–Th12 и имеет 3 функциональных сегмента: верхний, средний и нижний. Верхний сегмент прикрепляется к акромиальному отростку лопатки и латеральной части ости лопатки. Основная функция верхнего сегмента — подъём лопатки и вращение её латерального угла вверх. Средний сегмент прикрепляется к верхней части ости лопатки, приводя и притягивая её. Нижний сегмент прикрепляется к нижнемедиальной части ости лопатки, прижимая и вращая её нижний угол кнаружи [6]. Трапециевидная мышца иннервируется спинальным добавочным нервом, который поверхностно пересекает задний шейный треугольник, а затем идёт вдоль по нижней поверхности трапециевидной мышцы.

Глубже трапециевидной мышцы располагаются большая и малая ромбовидные мышцы, формирующие большую часть глубокого слоя мышц, окружающих лопатку. Малая ромбовидная мышца начинается от C7 и T1 и прикрепляется к задней поверхности медиального края лопатки. Большая ромбовидная мышца начинается от T2–T5 и прикрепляется от нижней части прикрепления малой ромбовидной мышцы до нижнемедиального края лопатки. Ромбовидные мышцы работают вместе со средней порцией трапециевидной мышцы, притягивая лопатку и поднимая её медиальный край [15]. Задний лопаточный нерв иннервирует ромбовидные мышцы. Нерв формируется из корешков C5.

Осмотр. Для постановки точного диагноза и выбора метода лечения необходимо собрать подробный анамнез и провести детальное физикальное обследование. Важно выяснить механизм травмы, локализацию боли, симптомы нарушения функции верхней конечности, предыдущий функциональный уровень, род занятий пациента и другие виды активности. Пациенты часто испытывают трудности с выполнением движений над головой, чувство утомления в области плеча и верхней части спины, а также жалуются на боль в плече. «Бросающие» атлеты сообщают о снижении производительности, характерной для их вида спорта. При локализации боли в области медиального края лопатки необходимо заподозрить травматический отрыв мышц, окружающих лопатку. В дополнение к симптомам пациенты, как правило,

описывают травматические растяжение, прямой удар или компрессию мышц, окружающих лопатку [10].

Физикальное обследование на предмет выявления синдрома крыловидной лопатки начинается с обнажения спины и плеч для беспрепятственного осмотра положения лопатки, которое оценивается и сравнивается с противоположной стороной. Паралич или отрыв передней зубчатой мышцы приводит к развитию синдрома медиальной крыловидной лопатки, в результате чего нижний край лопатки вращается в медиальную сторону, а сама лопатка смещается вверх. Сгибание в плечевом суставе до 90° делает деформацию более отчётливой. Тест отжимания пациента от стены также позволяет выявить крыловидную лопатку. Пациенты с дисфункцией передней зубчатой кости испытывают трудности со сгибанием плеча более 90° [14]. Стабилизация лопатки относительно грудной клетки (стабилизационный тест лопатки) убирает дискомфорт и улучшает сгибание в плечевом суставе кпереди [16]. Дальнейшая оценка дисфункции передней зубчатой мышцы включает вспомогательный лопаточный тест, во время которого экзаменатор надавливает на нижнемедиальный край лопатки с одновременным движением кпереди и латерально, имитируя функцию передней зубчатой мышцы [17]. Уменьшение боли и/или увеличение диапазона движений в плечевом суставе — это положительный вспомогательный лопаточный тест, указывающий на дисфункцию передней зубчатой мышцы.

Как описано выше, отрыв трапециевидной мышцы или её паралич в результате повреждения спинального добавочного нерва приводит к синдрому латеральной крыловидной лопатки. При этом синдроме заинтересованный плечевой сустав опускается, а лопатка смещается вниз, с ротацией её нижнего угла

кнаружи. Оценка данного симптома как правило затруднена. Отведение в плечевом суставе усиливает латеральную крыловидность лопатки, что помогает при осмотре. Пациент часто испытывает трудности с отведением плеча выше 90° [5]. Пожатие плечами с сопротивлением используется для дальнейшей оценки слабости трапециевидной мышцы.

Слабость ромбовидных мышц также приводит к развитию синдрома латеральной крыловидной лопатки. Стоит отметить, что диагностика повреждения ромбовидных мышц сложнее, чем определение дисфункции трапециевидной мышцы, это обусловлено их более глубоким расположением в области лопатки. Оценка силы ромбовидных мышц возможна, когда руки пациента лежат на его бёдрах, а экзаменатор просит выполнить движение локтевыми суставами кзади. Другой метод тестирования силы ромбовидных мышц заключается в попытке сближения лопаток пациента кнутри (ретракция). Любая слабость или асимметрия при выполнении этого теста подразумевают дисфункцию ромбовидных мышц.

Помимо анамнеза, любые находки при осмотре могут указать на отрыв мышц, окружающих лопатку, и быть причиной развития крыловидной лопатки, причём пациенты будут иметь похожие симптомы с другими причинами развития крыловидной лопатки, такие как сложность работы над головой и мышечную слабость. Заметная слабость вдоль медиальной края лопатки определяется у большинства пациентов с травматическим отрывом мышц [3, 10, 12]. Другие симптомы, свидетельствующие о мышечной отслойке, включают локализованный отёк вдоль медиальной границы лопатки, предполагающий гематому, пальпируемое образование и/или пальпируемый дефект по медиальной границе лопатки [3, 10, 18].

Диагностика. Первоначальное инструментальное обследование для диагностики крыловидной лопатки включает выполнение рентгенограмм плечевого сустава и лопатки. Также возможно выполнение рентгенограмм грудной клетки и шейного отдела позвоночника. Как правило выполненные рентгенограммы малоинформативны для выявления крыловидной лопатки, однако помогают определить такие сопутствующие проблемы как неправильное сращение перелома, заболевания шейного отдела позвоночника, плечевого сустава, наличие остеохондром или дополнительных рёбер. В случае подозрения на нейрогенную этиологию синдрома крыловидной лопатки для подтверждения диагноза выполняют исследования, направленные на изучение нервной проводимости, и электронейромиографию (ЭНМГ). Изучают нарушение проводимости спинального добавочного нерва, длинного грудного нерва и заднего лопаточного нерва. Исследования выполняют через

Отрыв трапециевидной мышцы или её паралич в результате повреждения спинального добавочного нерва приводит к синдрому латеральной крыловидной лопатки

6 недель с момента повреждения. В случае отсутствия нарушений нервной проводимости, по данным проведённых исследований, рассматривают другие этиологические факторы развития крыловидной лопатки. В случае подозрения на травматический отрыв мышц, по данным анамнеза и клинического осмотра, выполнение магнитно-резонансной томографии может подтвердить диагноз повреждения [12, 18].

Лечение. Лечение синдрома крыловидной лопатки зависит от постановки правильного диагноза и этиологии развития данного повреждения. Раннее хирургическое вмешательство показано при травматическом отрыве мышц, окружающих лопатку, тогда как при нейрогенной этиологии заболевания рекомендовано длительное консервативное лечение. При ятрогенной или проникающей травме с повреждением длинного грудного или спинального добавочного нерва выполняется ревизия раны с их невролизом, швом или пластикой. Паралич нервов считается наиболее распространённой причиной развития синдрома крыловидной лопатки. В случае паралича длинного грудного нерва у большинства пациентов в течение двух лет происходит самопроизвольное восстановление функции [3]. Лечение направлено на поддержание функций плечевого сустава, приём нестероидных противовоспалительных средств — на облегчение болевого синдрома и изменение активности, с исключением ускоряющих движений. Лечебная физкультура включает упражнения для поддержания функций плечевого сустава, стабилизацию лопатки, растяжение и укрепление вращающей манжеты. Консервативное лечение длится не менее 18–24 месяцев с момента повреждения в большинстве случаев, обусловленных нейрогенной этиологией развития синдрома крыловидной лопатки. Большинство пациентов чувствуют прогресс с незначительным ограничением выносливости при восстановлении [14, 19].

При неэффективности консервативного лечения разработаны хирургические варианты лечения паралича передней зубчатой мышцы. Перемещение сухожилия большой грудной мышцы — наиболее распространённая операция при развитии синдрома медиальной крыловидной лопатки. Первоначально производилось разделение сухожилия большой грудной мышцы и перемещение грудной части большой грудной мышцы на медиальный край лопатки [16, 20]. Перемещение выполняется с или без аутопластики из широкой фасции бедра или подколенных сухожилий. J.J. Streit и соавт. опубликовали результаты лечения 26 пациентов, перенёсших операцию по перемещению сухожилия большой грудной мышцы по поводу паралича длинного грудного нерва. Повреждение нерва подтверждено с помощью ЭНМГ. Они показали, что сгибание в плечевом суставе увеличилось в среднем

Паралич нервов считается наиболее распространённой причиной развития синдрома крыловидной лопатки. В случае паралича длинного грудного нерва у большинства пациентов в течение двух лет происходит самопроизвольное восстановление функции

со 112 до 149°, активная наружная ротация увеличилась с 53 до 62°, а по шкале, разработанной американскими хирургами, занимающимися хирургией плечевого и локтевого суставов (ASES), динамика также была положительная — увеличение результатов с 28 до 67 баллов соответственно [21]. В своём недавнем исследовании В.Т. Elhassan и соавт. опубликовали результаты лечения пациентов, у которых производилось перемещение стеральной части сухожилия большой грудной мышцы с костным блоком. У большинства из них крыловидная лопатка была устранена со значительным улучшением функции отведения плеча, его сгибания и с регрессом болевого синдрома. По шкале Constant функциональное улучшение в среднем произошло с 49 баллов до 82 баллов, по шкале DASH — с 58 до 14 баллов [22].

Другой вариант лечения паралича передней зубчатой мышцы при неэффективном консервативном лечении — невролиз длинного грудного нерва. R.K. Nath и соавт. опубликовали результаты лечения 50 пациентов с синдромом медиальной крыловидной лопатки, обусловленным повреждением длинного грудного нерва. Всем выполнялась надключичная декомпрессия и невролиз длинного грудного нерва. В 98% случаев произошёл регресс симптоматики крыловидной лопатки, и у 92% пациентов отмечен отличный результат [23]. Перемещение заднего грудного на длинный грудной нерв также показало неплохие результаты, основанные на уменьшении симптоматики синдрома крыловидной лопатки [24].

В случаях, когда транспозиция *m. pectoralis major* не удавалась или когда имело место нейромышечное расстройство, как плече-лопаточно-лицевая дистрофия, лопаточно-грудной артрорез использо-

вался как метод выбора. В недавно опубликованном исследовании серии случаев из 42 пациентов, которым первоначально был выполнен лопаточно-грудной артродез при дистрофическом или недистрофическом типе крыловидной лопатки, а также с изолированным отрывом *m. serratus anterior*, 82% пациентов были удовлетворены результатом лечения [25]. Лопаточно-грудной артродез — предпочтительный метод лечения отрыва передней лестничной мышцы при неэффективности консервативного лечения, в особенности когда хирургическая транспозиция мышцы технически не осуществима.

Большая часть параличей трапециевидной мышцы возникает в исходе ятрогенных повреждений. До сих пор нет единого мнения о том, эффективно ли консервативное лечение в таких случаях [6]. В случае ятрогенного или травматического повреждения добавочного нерва показано его нейрофизиологическое исследование. F. Teboul и соавт. исследовали группу пациентов с параличом трапециевидной мышцы, 20 из которых был сделан невролиз или хирургическое восстановление добавочного нерва, а 7 оставшимся — реконструкция с использованием транспозиции мышц по Идену–Ланге. Было выявлено, что из 20 пациентов, перенёвших восстановление нерва, 16 достигли хороших или отличных результатов, при условии проведения операции в течение 20 месяцев с момента появления первых симптомов [26].

В случаях, когда паралич трапециевидной мышцы не регрессировал на фоне проведения консервативной терапии, невролиза или хирургического восстановления нерва, или с момента появления паралича добавочного спинального нерва прошло более 20 месяцев, были показаны методы оперативного лечения, направленные на перемещение сухожилий [27].

Транспозиция по Идену–Ланге — самый используемый метод. Процедура включает в себя латерализацию путём переноса точек прикрепления большой ромбовидной, малой ромбовидной мышц и мышцы, поднимающей лопатку, для восстановления 3 компонентов трапециевидной мышцы. Транспозиция по Идену–Ланге показала хорошие результаты с точки зрения восстановления функциональных показателей, объёма движений в плечевом суставе и регрессии болевых ощущений. F. Teboul и соавт. сообщили о хороших и отличных результатах у 4 из 7 пациентов, прооперированных по методу Идена–Ланге [26]. Недавно была описана модификация этой техники — «тройной трансфер». Она включает в себя транспозицию сухожилий мышцы, поднимающей лопатку, большой ромбовидной, малой ромбовидной мышцы к ости лопатки вместе с точками их костного прикрепления, тем самым более точно воспроизводя направление тяги нижней части трапециевидной

мышцы. Мышцы отделяются от медиального края лопатки с участком их прикрепления к кости, что позволяет безопасно фиксировать мышцы. Первым этапом выделяют и приподнимают подостную мышцу. Следующим этапом мышцу, поднимающую лопатку, и малую ромбовидную мышцу латерализуют на 5 см по направлению к ости лопатки, а большая ромбовидная мышца переносится на 5 см в подостную ямку. Фиксация производится нерассасывающимися нитями через отверстия, сформированными в ости лопатки. Послеоперационная иммобилизация длится 6–8 недель. Пациентов предупреждают о необходимости избегать ручного труда и занятий спортом в течение 6 месяцев [28]. Результаты тройного трансфера были оценены как хорошие: пациенты продемонстрировали регрессию болей, улучшение диапазона движений, показатели по шкале Constant и DASH. Сопутствующий паралич длинного грудного нерва и возраст пациентов старше 50 лет являлись факторами неблагоприятного исхода хирургического лечения паралича трапециевидной мышцы.

Травматический отрыв передней лестничной мышцы, трапециевидной и/или ромбовидной мышцы от лопатки требует хирургического восстановления. Как и при других травматических отрывах сухожилия, восстановление в идеале выполняется в течение первых 2–3 недель с момента травмы. Тем не менее хорошие результаты были получены и при прямой пластике более чем через 2 года после травмы [10]. В отличие от крыловидной лопатки, возникающей в результате паралича нерва, выжидательная тактика с физиотерапией не является методом лечения 1-й линии. В нескольких опубликованных исследованиях было показано устранение крыловидной лопатки, уменьшение боли и восстановление функции плечевого сустава при непосредственной хирургической рефиксации травматических отрывов [10–12]. Также W.B. Kibler и соавт. сообщили о значительном улучшении функции у 72 пациентов, которым была проведена пластика нижних отделов трапециевидных и ромбовидных мышц по поводу мышечной отслойки. При отсутствии электродиагностических признаков паралича нерва необходимо иметь настороженность по поводу возможного наличия у пациента травматических отрывов сухожилий, поскольку метод лечения 1-й линии в таких случаях — хирургическое вмешательство, заключающееся в рефиксации травматических отрывов.

Хирургическая техника восстановления мышц, окружающих лопатку, проста с технической стороны, с хорошей интраоперационной экспозицией интересующих структур (медиальной части лопатки при отслойке ромбовидной и передней зубчатой мышцы, ости лопатки — при отслойке трапециевидной мыш-

цы) и фиксацией сухожилия многочисленными нерассасывающимися нитями большого диаметра (№ 0, 2, 5) через несколько костных тоннелей. Поскольку сухожилие тонкое, через него и мышечно-сухожильное соединение проводят непрерывный блокируемый шов для фиксации сухожилия. Раннее лечение оптимально для более полного восстановления утраченной функции. Как и при других повреждениях сухожилий, хронические повреждения особенно сложны из-за укорочения, уменьшения прочности ткани и формирования устойчивых деформаций.

Выводы. Лопатка вместе с окружающими мышцами крайне важна для функции верхней конечности, особенно для движений верхней конечности над головой. Синдром крыловидной лопатки часто приводит к боли и ограничениям функционального характера. Наиболее досконально описанные и изученные причины возникновения крыловидной лопатки связаны с параличом нервов, приводящим к слабости передней зубчатой или трапециевидной мышцы, что приводит к медиальному или латеральному варианту крыловидной лопатки соответственно. Другая причина синдрома крыловидной лопатки — отслойки передней зубчатой, ромбовидной и/или трапециевидной мышц от мест прикрепления. Важно точно определить причину синдрома крыловидной лопатки, поскольку лечение напрямую зависит от этиологии. Крыловидные лопатки, возникающие в результате паралича нервов, первоначально лечат консервативно, наблюдая динамически, тогда как травматические мышечные отслоения лучше всего лечить с помощью рефиксации сухожилия к лопатке.

Литература / References

1. Velpeau A. Luxations de l'épaule. *Arch Gen Med.* 1837; 14:269–305.
2. Fardin P, Negrin P, Dainese R. The isolated paralysis of the serratus anterior muscle: clinical and electromyographical follow-up of 10 cases. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 1978; 18(5):379–86. PMID: 720286
3. Fichet S. Injury of the serratus magnus muscle. *N Engl J Med.* 1930; 203(17):818–823. <https://doi.org/10.1056/NEJM193010232031702>
4. Kauppila LI, Vastamäki M. Iatrogenic serratus anterior paralysis. Long-term outcome in 26 patients. *Chest.* 1996; 109(1):31–4. <https://doi.org/10.1378/chest.109.1.31>
5. Vastamäki M, Kauppila LI. Etiologic factors in isolated paralysis of the serratus anterior muscle: A report of 197 cases. *J Shoulder Elbow Surg.* 1993; 2(5):240–3. [https://doi.org/10.1016/S1058-2746\(09\)80082-7](https://doi.org/10.1016/S1058-2746(09)80082-7)
6. Williams WW, Twyman RS, Donell ST, Birch R. The posterior triangle and the painful shoulder: spinal accessory nerve injury. *Ann R Coll Surg Engl.* 1996; 78(6):521–5. PMID: 8943637. PMCID: PMC2502864
7. Bigliani LU, Perez-Sanz JR, Wolfe IN. Treatment of trapezius paralysis. *J Bone Joint Surg Am.* 1985; 67(6):871–7. PMID: 4019535
8. Teboul F, Bizot P, Kakkar R, Sedel L. Surgical management of trapezius palsy. *J Bone Joint Surg Am.* 2004; 86(9):1884–90. <https://doi.org/10.2106/00004623-200409000-00005>
9. Benedetti MG, Zati A, Stagni SB, Fusaro I, Monesi R, Rotini R. Winged scapula caused by rhomboid paralysis: a case report. *Joints.* 2016; 4(4):247–249. <https://doi.org/10.11138/jts/2016.4.247>
10. Akgun K, Aktas I, Terzi Y. Winged scapula caused by a dorsal scapular nerve lesion: a case report. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008; 89(10):2017–20. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2008.03.015>
11. Kibler WB, Sciascia A, Uhl T. Medial scapular muscle detachment: clinical presentation and surgical treatment. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014; 23(1):58–67. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2013.05.008>
12. Mansha M, Middleton A, Rangan A. An unusual cause of scapular winging following trauma in an army personnel. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010; 19(8):e24–27. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2010.08.006>
13. Speigner B, Verborgt O, Declercq G, Jansen EJ. Medial scapular winging following trauma – a case report. *Acta Orthop.* 2016; 87(2):203–4. <https://doi.org/10.3109/17453674.2015.1117370>
14. Crowe MM, Elhassan BT. Scapular and shoulder girdle muscular anatomy: its role in periscapular tendon transfers. *J Hand Surg Am.* 2016; 41(2):306–14. quiz 315. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2015.06.123>
15. Gregg JR, Labosky D, Harty M, Lotke P, Ecker M, DiStefano V, et al. Serratus anterior paralysis in the young athlete. *J Bone Joint Surg Am.* 1979; 61(6A):825–32. PMID: 479228
16. Warner JJ, Navarro RA. Serratus anterior dysfunction. Recognition and treatment. *Clin Orthop Relat Res.* 1998; (349):139–48. PMID: 9584376
17. Kibler WB. The role of the scapula in athletic shoulder function. *Am J Sports Med.* 1998; 26(2):325–37. <https://doi.org/10.1177/03635465980260022801>
18. Gaffney KM. Avulsion injury of the serratus anterior: a case history. *Clin J Sport Med.* 1997; 7(2):134–6. <https://doi.org/10.1097/00042752-199704000-00011>
19. Pikkarainen V, Kettunen J, Vastamäki M. The natural course of serratus palsy at 2 to 31 years. *Clin Orthop Relat Res.* 2013; 471(5):1555–63. <https://doi.org/10.1007/s11999-012-2723-7>
20. Galano GJ, Bigliani LU, Ahmad CS, Levine WN. Surgical treatment of winged scapula. *Clin Orthop Relat Res.* 2008; 466(3):652–60. <https://doi.org/10.1007/s11999-007-0086-2>
21. Streit JJ, Lenarz CJ, Shishani Y, McCrum Cwanner JP, Nowinski RJ, et al. Pectoralis major tendon transfer for the treatment of scapular winging due to long thoracic nerve palsy. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012; 21(5):685–90. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2011.03.025>
22. Elhassan BT, Wagner ER. Outcome of transfer of the sternal head of the pectoralis major with its bone insertion to the scapula to manage scapular winging. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015; 24(5):733–40. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2014.08.022>
23. Nath RK, Lyons AB, Bietz G. Microneurolysis and decompression of long thoracic nerve injury are effective in reversing scapular winging: long-term results in 50 cases. *BMC Musculoskelet Disord.* 2007; 8:25. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-8-25>
24. Novak CB, Mackinnon SE. Surgical treatment of a long thoracic nerve palsy. *Ann Thorac Surg.* 2002; 73(5):1643–5. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(01\)03372-0](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(01)03372-0)

25. Sewell MD, Higgs DS, Al-Hadithy N, Falworth M, Bayley I, Lambert SM. The outcome of scapulothoracic fusion for painful winging of the scapula in dystrophic and non-dystrophic conditions. *J Bone Joint Surg Br.* 2012; 94(9):1253–9. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.94B9.29402>
26. Teboul F, Bizot P, Kakkar R, Sedel L. Surgical management of trapezius palsy. *J Bone Joint Surg Am.* 2005; 87Suppl 1(Pt 2):285–91. <https://doi.org/10.2106/JBJS.E.00496>
27. Frontera WR, DeLisa JA, Gans BM, Walsh NE, Robinsons LR, Basford JR, et al, eds. DeLisa's Physical Medicine & Rehabilitation: Principles and Practice. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins Health; 2010.
28. Meininger AK, Figuerres BF, Goldberg BA. Scapular winging: an update. *J Am Acad Orthop Surg.* 2011; 19(8):453–62. <https://doi.org/10.5435/00124635-201108000-00001>

Сведения об авторах / Information about the authors:

Егиазарян Карен Альбертович — д. м. н., профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России; директор университетской клиники травматологии и ортопедии, Москва, Россия / **Karen A. Egiazaryan** — MD, ScD, professor, Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery of Pirogov Russian National Research Medical University; Director of University Trauma and Orthopaedics Clinic, Moscow, Russia.

Ратьев Андрей Петрович — д. м. н., профессор кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия / **Andrey P. Ratyev** — MD, ScD, professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery of Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia.

Лазышвили Гурам Давидович — д. м. н., профессор кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия / **Guram D. Lazishvili** — MD, ScD, professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery of Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia.

Миленин Олег Николаевич — к. м. н., старший научный сотрудник отдела спортивной медицины ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗМ; доцент кафедры травматологии и ортопедии ИУВ ФГБУ «Национальный медико-хирургический Центр им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия / **Oleg N. Milenin** — MD, PhD, Senior Research Fellow, Department of Sports Medicine Moscow Scientific Practical Center of Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of the Moscow Healthcare Department; Associate Professor of the Traumatology and Orthopedics Department of Federal State Budgetary Institution "National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia.

Оханов Олег Александрович — ординатор кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия — **ответственный за контакты** / **Oleg A. Okhanov** — resident of the Department of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery of Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia — **responsible for contacts**, okhanov2014@gmail.com, ORCID: 0009-0001-1974-9738

Михайлова Елизавета Сергеевна — ординатор кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия / **Elizaveta S. Mikhaylova** — resident of the Department of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery of Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia.

Зинченко Мария Александровна — студентка 6-го курса ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия / **Maria A. Zinchenko** — student of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Работа не имела спонсорской поддержки.
Рукопись поступила 23.03.2023*

Сравнительный анализ биомеханических параметров современных видов транспедикулярной фиксации «взрывных» переломов нижнегрудных и поясничных позвонков

Comparative analysis of biomechanical parameters of modern types of transpedicular fixation of "burst" fractures of the lower thoracic and lumbar vertebrae

УДК 611.711.(5+6)

DOI: 10.53652/2782-1730-2023-4-4-62-71

Асланов Р.А.¹, Дулаев А.К.^{2,3}, Кутянов Д.И.^{2,3}, Брижань Л.К.¹, Кадимагамаев А.А.²

¹ ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, Москва, Россия

² ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

³ ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, Россия

Резюме. Исследование выполнено с целью сравнительной оценки биомеханических параметров современных видов транспедикулярной фиксации «взрывных» переломов нижнегрудных и поясничных позвонков. Поиск информации проводили по библиографическим (eLIBRARY.RU, PubMed и др.) и диссертационным базам. Отобрано 38 работ медицинского профиля, опубликованных с 1998 по 2023 годы. Рассматривали сравнительные исследования 2 и более видов фиксации: компьютерное моделирование методом конечных элементов, эксперименты *in vitro* на препаратах позвоночника, данные лучевых обследований пострадавших до и после хирургического лечения.

Установлено, что почти все исследования были направлены на сравнение параметров короткосегментарной фиксации (охватывающей 2 смежных интактных позвонка) в 4- и 6-винтовом варианте между собой и с показателями протяжённой 8-винтовой (охватывающей 4 смежных позвонка) фиксации. Компьютерное моделирование однозначно показало недостаточную эффективность 4-винтовой фиксации, даже в сочетании с вертебропластикой тела сломанного позвонка. Фиксация сломанного позвонка в 6-винтовых системах существенно улучшала биомеханические характеристики, но не полностью приближала их к 8-винтовым конструкциям. Результаты стендовых биомеханических экспериментов, касающихся 6- и 8-винтовой фиксации, в целом подтвердили выводы исследований предыдущего типа. Для 4-винтовой фиксации они получились разнородными: такие конструкции сами по себе не восстанавливают биомеханическое состояние позвоночника до интактного, но некоторые авторы сделали заключение о возможности их использования в клинической практике. Данные лучевых исследований обнаружили сходный потенциал всех транспедикулярных систем по интраоперационной коррекции деформаций позвоночника. Однако в послеоперационном периоде успех сохранения достигнутых взаимоотношений оказался напрямую связан с увеличением количества винтов в фиксаторах. Таким образом, короткосегментарная 6-винтовая фиксация может выступать серьёзной альтернативой

протяжённой 8-винтовой. Использование 4-винтовых систем следует ограничить случаями дополнительной реконструкции передней колонны позвоночника металлическими имплантатами.

Ключевые слова: «взрывной» перелом грудного/поясничного позвонка, транспедикулярная фиксация, фиксация короткого сегмента, фиксация длинного сегмента, биомеханика, метод конечных элементов, посттравматический кифоз.

Aslanov R.A.¹, Dulaev A.K.^{2,3}, Kutyanov D.I.^{2,3}, Brizhan' L.K.¹, Kadimagamayev A.A.²

¹ Main Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko Russian Defense Ministry, Moscow, Russia

² FSBEI HE I.P. Pavlov SPbSMU MOH Russia, St. Petersburg, Russia

³ St. Petersburg Dzhanelidze Research Institute of Emergency Care, St. Petersburg, Russia

Abstract. The study was performed to comparatively evaluate the biomechanical parameters of modern types of transpedicular fixation of "burst" fractures of the lower thoracic and lumbar vertebrae. Information was searched through bibliographic (eLIBRARY.RU, PubMed, etc.) and dissertation databases. 38 papers of medical and biomedical profiles published from 1998 to 2023 were selected. We examined comparative studies of 2 or more types of fixation: computer modeling by the finite element method, in vitro experiments on spine preparations, and data from radiation examinations of the injured before and after surgical treatment.

It was found that almost all studies were aimed at comparing the parameters of short-segmental fixation (covering 2 adjacent intact vertebrae) in the 4- and 6-screw variant with each other and with the parameters of extended 8-screw fixation (covering 4 adjacent vertebrae). Computer modeling clearly showed the insufficient effectiveness of 4-screw fixation, even in combination with vertebroplasty of the broken vertebral body. Fixation of the broken vertebra in 6-screw systems significantly improved the biomechanical performance, however, it did not fully approach that of 8-screw constructions. The results of stand biomechanical experiments regarding 6- and 8-screw fixation generally confirmed the conclusions of the previous type of studies. For 4-screw fixation, they turned out to be heterogeneous: such constructions by themselves do not restore the biomechanical state of the spine to the intact state, however, some authors concluded that they can be used in clinical practice. Data from radiation studies have revealed a similar potential of all transpedicular systems for intraoperative correction of spinal deformities. However, in the postoperative period, the success of maintaining the achieved relationships was directly related to the increase in the number of screws in the fixators.

Thus, short-segmental 6-screw fixation can be a serious alternative to extended 8-screw fixation. The use of 4-screw systems should be limited to cases of additional reconstruction of the anterior column of the spine with metal implants.

Keywords: thoracolumbar burst fracture, transpedicular fixation, short-segment fixation, long-segment fixation, biomechanical study, finite element analysis, post-traumatic kyphosis.

Введение. Отправной точкой эволюции технологии транспедикулярной фиксации (ТПФ) «взрывных» (групп А3 и А4 по классификации Ассоциации остеосинтеза (АО)) переломов грудных и поясничных позвонков стало использование коротких фиксирующих 4-винтовых систем с введением винтов попарно в выше- и нижележащий интактные позвонки [1]. Дальнейшее развитие в плоскости биомеханики принципиально происходило в 3 магистральных направлениях: сохранение протяжённости фиксации с вовлечением в неё сломанного позвонка; сохранение протяжённости фиксации с укреплением передней колонны позвоночника посредством вертебропластики или установки искусственных имплантатов; увеличение протяжённости фиксации без вовлечения в неё сломанного позвонка. Накопленные на сегодняшний день сведения о клиническом применении этих вариантов ТПФ носят во многом противоречивый характер, что способствует сохранению актуальности проблемы выбора оптимального способа хирургического лечения профильных пострадавших. В этой связи правильное понимание соответствующих биомеханических аспектов, несомненно, будет полезно для поиска её оптимального решения, особенно начинающими специалистами.

Цель исследования. На основании данных научных публикаций в изданиях медицинского и биомедицинского профилей дать сравнительную оценку биомеханическим параметрам современных видов ТПФ «взрывных» переломов нижнегрудных и поясничных позвонков.

Материал и методы. Поиск литературных источников осуществляли по библиографическим базам eLIBRARY.RU, PubMed, Google Scholar и Scopus, а также в электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (<http://diss.rsl.ru>) и на сайтах диссертационных советов РФ по специальностям «Травматология и ортопедия» и «Нейрохирургия». В выбранных работах также изучали библиографические списки с целью выявления других подходящих публикаций (метод «снежного кома»). Всего было отобрано 38 работ, опубликованных с 1998 по 2023 годы.

При отборе источников для включения в обзор руководствовались следующими критериями:

- формат публикации: полнотекстовая статья в научном журнале или сборнике научных трудов, рукопись диссертационного исследования;
- локализация «взрывного» перелома позвонка: так называемый «переходный» (Th11–L2 позвонки) и собственно поясничный отделы позвоночного столба (для исключения дополнительного стабилизирующего влияния грудной клетки);
- модальность исследования: трёхмерное компьютерное моделирование методом конечных элементов,

биомеханический эксперимент *in vitro* на препаратах позвоночника, анализ результатов лучевых обследований профильных пострадавших до и после хирургического лечения;

- дизайн исследования: сравнительный анализ параметров 2 или более видов ТПФ с формированием соответствующих исследуемых групп, каждая из которых включала только данную конкретную технологию фиксации; изучение биомеханического поведения экспериментальных моделей под влиянием нагрузок, действующих во всех плоскостях тела человека (сагиттальной, фронтальной и горизонтальной), оценка как смещений, так и напряжений в исследованиях методом конечных элементов.

Результаты и обсуждение. В процессе поиска и анализа научной литературы по трёхмерному компьютерному моделированию было установлено, что подобные работы посвящены повреждению грудно-поясничного перехода (Th11–L2), а важнейшая задача любой из них — сравнение биомеханических параметров короткосегментарной ТПФ с аналогичными показателями протяжённой. Согласно результатам многочисленных подобных исследований, для «классической» 4-винтовой фиксации характерны наименьшая жесткость и самые высокие величины напряжений по Мизесу в позвонках и имплантатах [2–6], при этом даже наличие полностью интактной задней стенки тела повреждённого позвонка оказалось не способно существенным образом улучшить ситуацию [7]. На практике это может привести к нарушению консолидации осколков сломанного позвонка и возникновению осложнений со стороны имплантированных конструкций [8, 9].

С течением времени в среде хирургов-вертебрологов сформировалось более или менее общепринятое понимание того, что добиться оптимальных биомеханических условий для адекватного протекания репаративных процессов и нормального функционирования имплантированных конструкций можно либо вовлечением в фиксацию дополнительных интактных позвонков, либо фиксацией сломанного позвонка в короткосегментарных системах [10]. Но даже такое решение, хотя и довольно существенно улучшает биомеханические характеристики фиксации, не полностью приближает их к таковым, присущим протяжённой, симметрично расположенной относительно уровня повреждения, 8-винтовой конструкции [10, 11]. При этом для короткосегментарной ТПФ ни длина винтов, вводимых в сломанный позвонок, ни их количество практически не меняют величин биомеханических параметров фиксации [12]. В протяжённой 8-винтовой системе дополнительная фиксация сломанного позвонка существенного влияния на них также не оказывает [11]. Однако, с другой стороны, есть экс-

Добиться оптимальных биомеханических условий для адекватного протекания репаративных процессов и нормального функционирования имплантированных конструкций можно либо вовлечением в фиксацию дополнительных интактных позвонков, либо фиксацией сломанного позвонка в короткосегментарных системах

периментальные данные, что при обширных его разрушениях она необходима [13].

Ещё одним действенным средством повышения стабильности короткосегментарной ТПФ ряд исследователей считает выполнение каких-либо реконструктивных манипуляций на вентральной колонне позвоночного столба (так называемая «передняя поддержка»), причём наименее инвазивной и наиболее часто рекомендуемой к практическому использованию процедурой здесь оказывается вертебро- или кифопластика тела сломанного позвонка костным цементом. По итогам сравнительного компьютерного моделирования, лучшие биомеханические параметры были получены для случаев сочетания подобной передней поддержки и ТПФ с фиксацией сломанного позвонка. Вертебропластика при «классической» короткосегментарной ТПФ показала наихудшие результаты, в то время как промежуточную позицию заняла модель изолированной 6-винтовой ТПФ [2, 4]. Наилучшие показатели были получены для модели комбинированной фиксации позвоночника, включающей в себя «классическую» 4-винтовую ТПФ и сетчатый титановый протез тела позвонка [5]. Но в то же время следует иметь в виду, что такие операции крайне травматичны и по этой причине находят ограниченное применение в вертебрологической практике [14, 15].

Отдельным, менее заметным и своего рода противоположным трём обозначенным выше направлениям развития технологии короткосегментарной ТПФ, стало сокращение её протяжённости в целях сохра-

нения подвижности в как можно большем количестве позвоночно-двигательных сегментов. Для реализации этого принципа отдельные специалисты предложили выполнять изолированную моносегментарную ТПФ сломанного и нижерасположенного позвонков, но амплитуды смещений в соответствующей компьютерной модели оказались более чем в 2 раза выше, чем при «классической» 4-винтовой фиксации [16].

Биомеханические исследования *in vitro* на костно-связочных препаратах позвоночника трупов человека либо сопоставимых с ним по размерам животных (свиной или молодняка крупного рогатого скота) были посвящены изучению жёсткости фиксации транспедикулярными системами посредством оценки смещений, возникающих в экспериментальных моделях под действием внешних нагрузок. Общее количество обнаруженных подобных работ оказалось довольно небольшим, однако по использованным моделям они существенно отличались друг от друга.

Распредив имеющиеся публикации в порядке увеличения разнообразия экспериментальных моделей и возрастания количества решаемых задач, следует начать с работы X.Y. Wang и соавт. (2008), которые на 12 позвоночниках свиной изучали влияние степени разрушения тела L1 позвонка на стабильность сегмента Th12–L3 в условиях короткосегментарной 4-винтовой ТПФ. Было установлено, что повреждение тела позвонка даже не более чем на 1/6 его передне-заднего размера привело к статистически значимому ($p < 0,01$) повышению амплитуды смещений в модели по сравнению с интактным позвоночником, а дальнейшее разрушение на протяжении 1/3 передне-заднего размера также значимо увеличило их ($p < 0,01$) уже по сравнению с предыдущими. Дополнительная передняя поддержка металлическим имплантатом значительно улучшала жёсткость фиксации ($p < 0,01$), восстанавливая её до состояния интактной модели [17]. G.M. Wahba и соавт. (2010) на 6 препаратах позвоночников трупов людей (Th10–L2) смоделировали полный «взрывной» перелом Th12 позвонка и показали, что не только собственно 4-винтовая конструкция, но и привнесение в неё даже 2 соединительных стяжек между несущими стержнями не способны восстановить биомеханическое состояние позвоночника до интактного [18].

A. Mahar и соавт. (2007) на 6 препаратах сегментов позвоночника (L1–L3) трупов людей моделировали неполный «взрывной» перелом L2 позвонка и изучали характеристики его фиксации короткосегментарными 4- и 6-винтовыми транспедикулярными системами. Было установлено, что в последнем случае жёсткость фиксации при ротационных нагрузках была существенно выше ($p < 0,02$), но в то же время не отличалась значимо при наклонах в сагиттальной и фронтальной плоскостях [19]. С другой стороны, в аналогичном по

использованным моделям и фиксаторам эксперименте (13 препаратов сегмента Th12–L2, перелом на уровне L1) R.P. Norton и соавт. (2014) показали, что введение 2 транспедикулярных винтов в сломанный позвонок увеличило жёсткость фиксации на 31% ($p < 0,03$) при наклонах в сагиттальной плоскости, а в остальных случаях её показатели практически не изменились. Помимо этого, для данной модели была зарегистрирована значительная деформация несущих стержней транспедикулярных систем на уровне L1–L2 ($p < 0,001$) [20]. В экспериментах A. Sait и соавт. (2016) на 10 образцах сегмента Th11–L3 позвоночника молодняка крупного рогатого скота с полным «взрывным» переломом L1 позвонка было установлено, что 4-винтовая ТПФ с передней поддержкой характеризуется большей жёсткостью фиксации при сгибании и боковых наклонах, чем 6-винтовая ТПФ, однако при разгибании и ротационных нагрузках преимущество оказалось на стороне изолированной 6-винтовой ТПФ, при этом статистически значимые различия отсутствовали [21].

В следующих 2 работах сравнивались показатели жёсткости обоих вариантов короткоосементарной (4- и 6-винтовой) и протяжённой 8-винтовой ТПФ. Так, M.J. Volesta и соавт. (2012) в результате экспериментов на 8 препаратах сегмента Th12–L5 позвоночника молодняка крупного рогатого скота с моделью неполного «взрывного» перелома L2 позвонка установили, что в условиях 6- и 8-винтовой ТПФ максимальные амплитуды смещений элементов позвоночника в травмированном сегменте L1–L3 при нагрузках в сагиттальной и фронтальной плоскостях были статистически значимо ниже, чем в интактном его состоянии, а при ротационных нагрузках они оказались практически одинаковыми. 4-винтовые конструкции обеспечивали большую стабильность по сравнению с интактным состоянием при боковых наклонах ($p < 0,05$) и сгибании-разгибании ($p > 0,05$) и несколько меньшую ($p > 0,05$) — при ротационных движениях. На основании этого авторы пришли к выводу о том, что даже такая минимальная компоновка транспедикулярной системы способна создать адекватные биомеханические условия для консолидации переломов рассматриваемого типа [22]. M. McDonnell и соавт. (2016) на 6 препаратах сегментов Th10–L4 позвоночников трупов людей с моделью неполного «взрывного» перелома L1 позвонка показали, что дополнительные педикулярные винты на уровне сломанного позвонка не повышали жёсткость фиксации ни короткоосементарными, ни протяжёнными конструкциями ($p > 0,1$), при этом по сравнению с интактным позвоночником фиксация собственно 4-винтовыми системами не обеспечивала ($p < 0,01$) той его стабильности, которая наблюдалась при использовании протяжённых 8-винтовых фиксаторов ($p < 0,01$) [23].

Отдельные специалисты изучали жёсткость ТПФ при её дополнении вертебропластикой. Так, L.E. Mermelstein и соавт. (1998) на моделях неполных взрывных переломов L1 позвонков сегментов Th10–L3, полученных от 6 трупов людей, в условиях их фиксации 4-винтовой ТПФ с вертебропластикой костным цементом на основе гидроксиапатита установили, что эта процедура привела к снижению изгибающего момента, действующего на транспедикулярные винты, на 59% при сгибании и на 38% при разгибании, а жёсткость фиксации при данных нагрузках возросла на 40% ($p < 0,05$); статистически значимых различий этих параметров при боковых наклонах или ротационных движениях выявлено не было [24]. A.J. Grossbach и соавт. (2015) дополнительно включили в своё исследование (8 сегментов Th10–L4 позвоночников трупов людей с моделью неполного «взрывного» перелома L1 позвонка) модель с изолированной протяжённой 8-винтовой ТПФ. Было выявлено, что именно этот вариант фиксации характеризуется максимальной стабильностью ($p < 0,05$), а дополнение короткоосементарной 4-винтовой ТПФ вертебропластикой увеличивает жёсткость фиксации при сгибании, разгибании и боковом наклоне вправо ($p < 0,05$) [25].

R. Hartensuer и соавт. (2013) в своих экспериментах использовали препараты позвоночника трупов людей с прижизненно диагностированным остеопорозом (9 препаратов, включающих по 5 позвонков грудного поясничного перехода); моделировали неполный

В отношении возможностей интраоперационной коррекции посттравматических деформаций следует отметить, что литературные данные убедительно свидетельствуют о том, что любой из широко используемых на сегодняшний день вариантов ТПФ способен обеспечить достаточно высокую её степень

«взрывной» перелом 1 позвонка на уровне Th11–L1. Было установлено, что собственно вертебропластика полиметилметакрилатным костным цементом обеспечила некоторое снижение амплитуды патологических смещений при сгибании, однако при любых других нагрузках их величины статистически значимо ($p < 0,05$) превосходили те, которые были зарегистрированы в интактном состоянии. Этот факт дал авторам повод выступить против изолированного применения этой методики у пострадавших с травмами подобного вида. Точно такая же картина была получена и при сравнении 4-винтовой ТПФ и её комбинации с вертебропластикой [26].

Однако в то же время М. Schulze и соавт. (2017) отмечают, что для получения более или менее истинной информации о биомеханических характеристиках ТПФ в экспериментах *in vitro*, особенно при переломах на фоне остеопороза, тестируемые образцы необходимо подвергать многократным циклическим нагрузкам, имитирующим те, которые возникают при ходьбе [27].

Работы клинической направленности не содержат в себе собственно биомеханических вопросов применения тех или иных видов ТПФ у пострадавших рассматриваемой категории. Однако, на наш взгляд, их можно с полным правом обсуждать на основании опубликованных результатов лучевых исследований. Дело в том, что последние выступают пусть непрямым, но достаточно ценным инструментом оценки биомеханического поведения зафиксированного участка позвоночного столба и смежных с ним его частей.

Рассуждая подобным образом и исходя из данных доступных литературных источников, можно обозначить две клинически важные и имеющие непосредственное отношение к биомеханике характеристики любого из способов инструментальной фиксации: 1) возможность выполнения достаточной по своему качеству репозиции сломанного позвонка, восстановления формы позвоночного столба и позвоночного канала в ходе хирургического вмешательства; 2) возможность сохранения достигнутой репозиции в послеоперационном периоде, при этом в основе анализа указанных характеристик лежит рассмотрение величин соответствующих деформаций. В рамках данного обзора нет смысла приводить их конкретные значения, выраженные в тех или иных единицах измерения. Такая информация сама по себе не будет иметь научной и практической ценности, но немалый интерес представляет анализ динамики изменения значений данных показателей в результате выполнения хирургического вмешательства и с течением времени после него с выявлением возможных статистически значимых различий между ними, поскольку это прямо указывает на биомеханическую эффективность того или иного способа хирургического лечения.

В отношении возможностей интраоперационной коррекции посттравматических деформаций следует отметить, что литературные данные убедительно свидетельствуют о том, что любой из широко используемых на сегодняшний день вариантов ТПФ способен обеспечить достаточно высокую её степень. Весомым подтверждением этого факта может служить присутствие во множестве работ информации о наличии для того или иного вида подобного спондилосинтеза статистически значимых различий ($p < 0,05$) до- и послеоперационных величин линейных и угловых параметров, характеризующих деформации тела повреждённого позвонка, позвоночного столба и позвоночного канала.

Однако работ, авторы которых проводили бы сравнительную оценку репозиционных возможностей различных его вариантов, было мало. Так, по данным М. R. Farrokhi и соавт. (2010), степени интраоперационной коррекции кифотической деформации при 4- и 6-винтовой короткосегментарной ТПФ не были статистически значимыми ($p > 0,05$) [28]. Z. Özbek и соавт. (2017) установили, что как протяжённая 8-винтовая, так и короткосегментарная 6-винтовая ТПФ обеспечили одинаково эффективное восстановление угла кифоза, сагиттального индекса и высоты переднего отдела сломанного позвонка ($p > 0,05$) [29]. М. Dobran и соавт. (2016), проведя ещё более развёрнутое изучение рентгенологических показателей, характеризующих деформации сломанного позвонка и позвоночного столба до и после выполнения этих 2 видов операций с репозицией посредством лигаментотаксиса, пришли к аналогичному выводу ($p > 0,05$) [30]. Те же самые результаты в плане коррекции кифоза ($p = 0,4319$) сообщили и А. El-Shehaby и соавт. (2013), но они, в отличие от предыдущих специалистов, выполняли всем своим пациентам ламинэктомию, не уточнив в своей публикации её объём [31]. В серии наблюдений J.W. Nur и соавт. (2015) сокращение протяжённой ТПФ на один уровень каудальнее сломанного позвонка также не привело к изменению данной картины ($p > 0,05$) [32]. С другой стороны, R. Rispoli и соавт. (2022) указывают на более слабые репозиционные возможности короткосегментарной 6-винтовой ТПФ по сравнению с протяжённой 8-винтовой ($p = 0,038$) [33].

По данным немногочисленных специалистов, транспедикулярная вертебропластика тела сломанного позвонка при ТПФ оказалась не способна повлиять на эффективность интраоперационной коррекции высоты его тела и локального кифоза. Так, в работе А. Alanay и соавт. (2001) это было доказано для «классической» 4-винтовой ТПФ ($p > 0,05$) [34]. В исследовании J.C. Liao и W.J. Chen (2019) вертебропластикой дополняли короткосегментарную 6-винтовую ТПФ и сравнивали с протяжённой 8-винтовой фиксации

ей, — полученные различия не были статистически значимыми ($p=0,326$ и $p=0,212$ соответственно) [35].

Таким образом, можно с высокой долей уверенности утверждать, что все широко используемые в настоящее время варианты ТПФ обладают примерно равным потенциалом интраоперационного восстановления анатомических взаимоотношений элементов травмированного участка позвоночника. Однако имеющиеся ответы на вопрос о возможности их сохранения в послеоперационном периоде иногда оказываются диаметрально противоположными. Так, по данным M.R. Farrokhi и соавт. (2010), в условиях короткосегментарной как 6-, так и 4-винтовой ТПФ различия величин потери коррекции локального кифоза не были статистически значимыми ($p>0,05$) [28]. С другой стороны, по сообщению G. Sarpas и соавт. (2010), последний вариант спондилосинтеза значительно уступал протяжённой 8-винтовой ТПФ ($p<0,05$) по величине кифоза и угла инклинации сломанного позвонка [36]. Точно такую же картину различий средних величин кифоза в послеоперационном периоде ($p=0,025$) получили и M. Altay и соавт. (2007), но при этом они отмечают, что частоты случаев потери его коррекции более чем на 10° существенно не различались (18,8 и 6,5% соответственно; $p=0,2565$), а средняя величина стеноза позвоночного канала при 4-винтовой ТПФ оказалась статистически значимо меньше ($42,7\% \pm 13,7\%$ против $53,8\% \pm 19,1\%$; $p=0,01$) [37].

G. Tezegen и I. Kuru (2005) установили, что «классическая» 4-винтовая ТПФ даже в условиях дополнительного заднего спондилосинтеза по способности сохранения коррекции локального кифоза, сагиттального индекса и высоты переднего отдела сломанного позвонка значительно ($p<0,05$) уступает аналогичным образом дополненной протяжённой гибридной 8-опорной задней фиксации (с расположенными краниально инфраламинарными крючками и расположенными каудальными транспедикулярными винтами). В первом случае потеря коррекции кифоза более чем на 10° произошла у 55% пациентов, и это случалось вне зависимости от их возраста, в то время как при гибридной фиксации таковых не наблюдалось [38].

Одной из ключевых задач следующей серии исследований подобного рода стала оценка возможного влияния на сохранение достигнутой репозиции дополнительной ТПФ сломанного позвонка в рамках короткосегментарной 6-винтовой ТПФ, и в качестве эталона их авторами была выбрана протяжённая 8-винтовая фиксация. Результаты, полученные разными коллективами специалистов, также оказались противоречивыми. С одной стороны, по данным Z. Özbek и соавт. (2017) и M. Dobran и соавт. (2016), через соответственно 12 и 18 месяцев после операции средние величины изменения рентгенологических

показателей существенно не различались ($p>0,05$) [29, 30]. С другой стороны, по сообщениям A. El-Shehaby и соавт. (2013) и R. Rispoli и соавт. (2022), лучшие показатели сохранения сагиттального профиля оперированного позвоночника через 12 месяцев после операции имели место при протяжённой его фиксации ($p=0,016$ и $p=0,007$ соответственно) [31, 33]. При этом авторы первой работы всем своим пациентам выполняли ламинэктомию и при учёте изменений коррекции кифоза принимали во внимание только случаи её потери на 20° и более, частота возникновения которых для протяжённой фиксации составила 21,4%, а для короткой 6-винтовой — 61,1% [31]. В исследовании J.W. Hug и соавт. (2015), отличавшемся от предыдущих сокращением длины протяжённой ТПФ на 1 позвонок каудально, потери коррекции кифоза в сроки наблюдения 3, 6 и 12 месяцев при обоих вариантах спондилосинтеза были схожими ($p>0,05$) [32].

Транспедикулярная пластика тела сломанного позвонка при 4-винтовой ТПФ, по данным A. Alana и соавт. (2001), не только не улучшила, но даже немного ухудшила показатели лучевых исследований: частота случаев увеличения локального кифоза более чем на 10° , возникшего в том числе и в сочетании с осложнениями со стороны установленных конструкций, составила 50 и 40% соответственно ($p=0,99$) [34]. В работе J.C. Liao и W.J. Chen (2019) короткосегментарная 6-винтовая с аналогичной вертебропластикой и 8-винтовая ТПФ не продемонстрировали существенных различий по высоте переднего края тела сломанного позвонка ($p=0,279$) и величине локального кифоза ($p=0,821$) [35].

Помимо качества интраоперационной репозиции и степени сохранения достигнутых анатомических взаимоотношений в послеоперационном периоде другими важными косвенными характеристиками биомеханического функционирования любой из систем инструментальной фиксации, на наш взгляд, следует считать возможность создания оптимальных условий для протекания репаративных процессов в сломанном позвонке (консолидации его осколков либо формирования костного блока), скорость развития и тяжесть дегенеративно-дистрофических изменений в оперированном позвоночнике, а также частоту возникновения механических осложнений со стороны имплантированных конструкций (пластических деформаций, переломов и миграций). Однако число опубликованных работ по сравнительной оценке этих показателей применительно к различным вариантам ТПФ оказалось крайне незначительным. Наиболее подробно данные вопросы рассмотрены в публикации Z. Özbek и соавт. (2017), которые сообщают об отсутствии статистически значимых различий между короткосегментарной 6-винтовой и протяжённой 8-винтовой фиксацией по всем 3 вышеуказанным па-

4-винтовая ТПФ даже в условиях дополнительного заднего спондилодеза по способностям сохранения коррекции локального кифоза, сагиттального индекса и высоты переднего отдела сломанного позвонка значительно уступает аналогичным образом дополненной протяжённой гибридной 8-опорной задней фиксации

раметрам [29]. По данным G. Sarkas и соавт. (2010), у 15% пациентов, прооперированных с использованием 4-винтовых систем, имели место переломы винтов и у 20% — их пластические деформации, в то время как после протяжённой 8-винтовой ТПФ подобные осложнения не возникали ($p=0,0582$ и $p=0,021$ соответственно) [36]. По итогам сравнения отдалённых результатов операций короткосегментарного 6-винтового и протяжённого 8-винтового спондилосинтеза A. El-Shehaby и соавт. (2013) сообщают о частотах осложнений со стороны металлоконструкций в 22,2 и 3,6% соответственно ($p=0,0688$) [31]. В противоположность этому M. Dobgan и соавт. (2016) в аналогичном сравнительном исследовании указывают на полное их отсутствие [30].

Заключение. Включённые в данный обзор работы были направлены на сравнение параметров короткосегментарной ТПФ в 4- и 6-винтовом варианте между собой и с аналогичными показателями протяжённой 8-винтовой фиксации.

Итогом всех исследований по трёхмерному компьютерному моделированию стало однозначное заключение о недостаточной биомеханической эффективности 4-винтовой фиксации даже в сочетании с цементной вертебропластикой тела сломанного позвонка. Фиксация сломанного позвонка в короткосегментарных 6-винтовых системах хотя и довольно существенно улучшала биомеханические характеристики, но не полностью приближала их к таковым, присущим 8-винтовым протяжённым конструкциям.

Результаты стендовых биомеханических экспериментов, касающиеся 6- и 8-винтовой ТПФ, в целом подтвердили выводы исследований предыдущего типа. В отношении 4-винтовой фиксации они получились более разнородными. И хотя во всех работах было установлено, что такие конструкции сами по себе не способны восстанавливать биомеханическое состояние позвоночника до интактного, некоторые авторы сделали заключение о возможности их использования в клинической практике.

Данные клинических исследований обнаружили примерно равные возможности всех современных вариантов ТПФ по интраоперационной коррекции посттравматических деформаций позвоночника, однако в послеоперационном периоде успех сохранения достигнутых анатомических взаимоотношений оказался напрямую связан с увеличением количества винтов в фиксирующих системах.

Таким образом, с биомеханических позиций у пострадавших с «взрывными» переломами нижнегрудных и поясничных позвонков короткосегментарную 6-винтовую ТПФ можно считать серьёзной альтернативой более травматичной протяжённой 8-винтовой фиксации. Использование «классических» 4-винтовых систем следует ограничить случаями выполнения дополнительной реконструкции передней колонны позвоночного столба металлическими имплантатами при так называемых комбинированных хирургических вмешательствах.

Литература / References

- Pellisé F, Barastegui D, Hernandez-Fernandez A, Barrera-Ochoa S, Bagó J, Issa-Benítez D, et al. Viability and long-term survival of short-segment posterior fixation in thoracolumbar burst fractures. *Spine J.* 2015; 15(8):1796–1803. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2014.03.012>
- Liao JC, Chen WP, Wang H. Treatment of thoracolumbar burst fractures by short-segment pedicle screw fixation using a combination of two additional pedicle screws and vertebroplasty at the level of the fracture: a finite element analysis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017; 18(1):262. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1623-0>
- Wu Y, Chen CH, Tsuang FY, Lin YC, Chiang CJ, Kuo YJ. The stability of long-segment and short-segment fixation for treating severe burst fractures at the thoracolumbar junction in osteoporotic bone: A finite element analysis. *PLoS One.* 2019; 14(2):e0211676. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211676>
- Liao JC. Impact of osteoporosis on different type of short-segment posterior instrumentation for thoracolumbar burst fracture – a finite element analysis. *World Neurosurg.* 2020; 139:e643–e651. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.04.056>
- Wong CE, Hu HT, Huang YH, Huang KY. Optimization of spinal reconstructions for thoracolumbar burst fractures to prevent proximal junctional complications: A finite element study. *Bioengineering (Basel).* 2022; 9(10):491. <https://doi.org/10.3390/bioengineering9100491>

6. Limthongkul W, Wannaratsiri N, Sukjamsri C, Benyajati CN, Limthongkul P, Tanasansomboon T, et al. Biomechanical comparison between posterior long-segment fixation, short-segment fixation, and short-segment fixation with intermediate screws for the treatment of thoracolumbar burst fracture: A finite element analysis. *Int J Spine Surg.* 2023; 17(3):442–448. <https://doi.org/10.14444/8441>
7. Xia C, Yang S, Liu J, Lu J, Shang D, Fu D, et al. Finite element study on whether posterior upper wall fracture is a risk factor for the failure of short-segment pedicle screw fixation in the treatment of L1 burst fracture. *Injury.* 2021; 52(11):3253–3260. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2021.08.020>
8. Goto K, Tajima N, Chosa E, Totoribe K, Kubo S, Kuroki H, et al. Effects of lumbar spinal fusion on the other lumbar intervertebral levels (three-dimensional finite element analysis). *J Orthop Sci.* 2003; 8(4):577–84. <https://doi.org/10.1007/s00776-003-0675-1>
9. Dai LY, Jiang SD, Wang XY, Jiang LS. A review of the management of thoracolumbar burst fractures. *Surg Neurol.* 2007; 67(3):221–31; discussion 231. <https://doi.org/10.1016/j.surneu.2006.08.081>
10. Basaran R, Efendioglu M, Kaksi M, Celik T, Mutlu İ, Ucar M. Finite element analysis of short- versus long-segment posterior fixation for thoracolumbar burst fracture. *World Neurosurg.* 2019; 128:e1109–e1117. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.05.077>
11. Elmasry S, Asfour S, Travascio F. Effectiveness of pedicle screw inclusion at the fracture level in short-segment fixation constructs for the treatment of thoracolumbar burst fractures: a computational biomechanics analysis. *Comput Methods Biomech Biomed Engin.* 2017; 20(13):1412–1420. <https://doi.org/10.1080/10255842.2017.1366995>
12. Su Y, Wang X, Ren D, Liu Y, Liu S, Wang P. A finite element study on posterior short segment fixation combined with unilateral fixation using pedicle screws for stable thoracolumbar fracture. *Medicine (Baltimore).* 2018; 97(34):e12046. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000012046>
13. Wang H, Mo Z, Han J, Liu J, Li C, Zhou Y, et al. Extent and location of fixation affects the biomechanical stability of short- or long-segment pedicle screw technique with screwing of fractured vertebra for the treatment of thoracolumbar burst fractures: An observational study using finite element analysis. *Medicine (Baltimore).* 2018; 97(26):e11244. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000011244>
14. Дулаев А.К., Кутянов Д.И., Мануковский В.А., Паршин М.С., Искровский С.В., Желнов П.В. Выбор тактики и технологии инструментальной фиксации при изолированных неосложнённых взрывных переломах грудных и поясничных позвонков. *Хирургия позвоночника.* 2019; 16(2):7–17. [Dulaev AK, Kutyanov DI, Manukovskiy VA, Parshin MS, Iskovskiy SV, Zhelnov PV. Decision-making and technical choice in instrumental fixation for neurologically uncomplicated isolated burst fractures of the thoracic and lumbar vertebrae. *Khirurgiya pozvonochnika.* 2019; 16(2):7–17. (In Russ.)]. <http://dx.doi.org/10.14531/ss2019.2.7-17>
15. Паршин М.С. Оптимизация тактики хирургического лечения пострадавших с изолированными неосложнёнными «взрывными» переломами грудных и поясничных позвонков: дисс. ...канд. мед. наук: 14.01.15. Санкт-Петербург; 2019. 150 с. [Parshin MS. Optimizatsiya takтики khirurgicheskogo lecheniya postradavshikh s izolirovannymi neoslozhnennymi «vzryvnymi» perelomami grudnykh i poynasichnykh pozvonkov: diss. ...of the Candidate of Sciences: 14.01.15. Saint Petersburg; 2019. 150 p. (In Russ.)]. Доступно по: <http://dissovet.rniito.ru/ds2/upload/files/Parshin/disert.pdf>. Ссылка активна на 16.06.2023.
16. Wang W, Pei B, Pei Y, Shi Z, Kong C, Wu X, et al. Biomechanical effects of posterior pedicle fixation techniques on the adjacent segment for the treatment of thoracolumbar burst fractures: a biomechanical analysis. *Comput Methods Biomech Biomed Engin.* 2019; 22(13):1083–1092. <https://doi.org/10.1080/10255842.2019.1631286>
17. Wang XY, Dai LY, Xu HZ, Chi YL. Biomechanical effect of the extent of vertebral body fracture on the thoracolumbar spine with pedicle screw fixation: an *in vitro* study. *J Clin Neurosci.* 2008; 15(3):286–90. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2006.12.007>
18. Wahba GM, Bhatia N, Bui CNH, Lee KH, Lee TQ. Biomechanical evaluation of short-segment posterior instrumentation with and without crosslinks in a human cadaveric unstable thoracolumbar burst fracture model. *Spine (Phila Pa 1976).* 2010; 35(3):278–85. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181bda4e6>
19. Mahar A, Kim C, Wedemeyer M, Mitsunaga L, Odell T, Johnson B, et al. Short-segment fixation of lumbar burst fractures using pedicle fixation at the level of the fracture. *Spine (Phila Pa 1976).* 2007; 32(14):1503–7. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318067dd24>
20. Norton RP, Milne EL, Kaimrajh DN, Eismont FJ, Latta LL, Williams SK. Biomechanical analysis of four- versus six-screw constructs for short-segment pedicle screw and rod instrumentation of unstable thoracolumbar fractures. *Spine J.* 2014; 14(8):1734–9. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2014.01.035>
21. Sait A, Prabhav NR, Sekharappa V, Rajan R, Raj NAN, David KS. Biomechanical comparison of short-segment posterior fixation including the fractured level and circumferential fixation for unstable burst fractures of the lumbar spine in a calf spine model. *J Neurosurg Spine.* 2016; 25(5):602–609. <https://doi.org/10.3171/2016.4.SPINE1671>
22. Bolesta MJ, Caron T, Chinthakunta SR, Vazifeh PN, Khalil S. Pedicle screw instrumentation of thoracolumbar burst fractures: Biomechanical evaluation of screw configuration with pedicle screws at the level of the fracture. *Int J Spine Surg.* 2012; 6:200–5. <https://doi.org/10.1016/j.ijsp.2012.09.002>
23. McDonnell M, Shah KN, Paller DJ, Thakur NA, Koruprolu S, Palumbo MA, et al. Biomechanical analysis of pedicle screw fixation for thoracolumbar burst fractures. *Orthopedics.* 2016; 39(3):e514–8. <https://doi.org/10.3928/01477447-20160427-09>
24. Mermelstein LE, McLain RF, Yerby SA. Reinforcement of thoracolumbar burst fractures with calcium phosphate cement. A biomechanical study. *Spine (Phila Pa 1976).* 1998; 23(6):664–70; discussion 670–1. <https://doi.org/10.1097/00007632-199803150-00004>
25. Grossbach AJ, Viljoen SV, Hitchon PW, Watson NAD, Grosland NM, Torner J. Vertebroplasty plus short segment pedicle screw fixation in a burst fracture model in cadaveric spines. *J Clin Neurosci.* 2015; 22(5):883–8. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2014.11.031>
26. Hartensuer R, Gehweiler D, Schulze M, Matuszewski L, Raschke M, Vordemvenne T. Biomechanical evaluation of combined short

- segment fixation and augmentation of incomplete osteoporotic burst fractures. *BMC Musculoskelet Disord*. 2013; 14:360. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-14-360>
27. Schulze M, Gehweiler D, Riesenbeck O, Wähnert D, Raschke M, Hartensuer R, et al. Biomechanical characteristics of pedicle screws in osteoporotic vertebrae-comparing a new cadaver corpectomy model and pure pull-out testing. *J Orthop Res*. 2017; 35(1):167–174. <https://doi.org/10.1002/jor.23237>
28. Farrokhi MR, Razmkon A, Maghami Z, Nikoo Z. Inclusion of the fracture level in short segment fixation of thoracolumbar fractures. *Eur Spine J*. 2010; 19(10):1651–6. <https://doi.org/10.1007/s00586-010-1449-z>
29. Özbek Z, Özkara E, Önner H, BaŞ G, Erman İC, Özen H, et al. Treatment of unstable thoracolumbar fractures: does fracture-level fixation accelerate the bone healing? *World Neurosurg*. 2017; 107:362–370. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.08.007>
30. Dobran M, Nasi D, Brunozzi D, di Somma L, Gladi M, Iacoangeli M, et al. Treatment of unstable thoracolumbar junction fractures: short-segment pedicle fixation with inclusion of the fracture level versus long-segment instrumentation. *Acta Neurochir (Wien)*. 2016; 158(10):1883–9. <https://doi.org/10.1007/s00701-016-2907-0>
31. El-Shehaby A, Saoud K, Elayouty A. Comparison of long segment fixation versus short segment fixation with pedicle screws at the level of the fracture in the management of Thoracolumbar fractures. *Egypt Spine J*. 2013; 5:47–52. <https://doi.org/10.21608/esj.2013.3812>
32. Hur JW, Rhee JJ, Lee JW, Lee HK. A comparative analysis of the efficacy of short-segment pedicle screw fixation with that of long-segment pedicle screw fixation for unstable thoracolumbar spinal burst fractures. *Clin Med Res*. 2015; 4:1–5. <https://doi.org/10.11648/j.cmr.201504011>
33. Rispoli R, Abousayed M, Hamed AA, Cappelletto B. Long versus short segment with intermediate screw fixation for burst fractures of thoracolumbar junction: radiological and clinical results. *J Neurosurg Sci*. 2022 Sep 16. <https://doi.org/10.23736/S0390-5616.22.05794-0>
34. Alanay A, Acaroglu E, Yazici M, Oznur A, Surat A. Short-segment pedicle instrumentation of thoracolumbar burst fractures: does transpedicular intracorporeal grafting prevent early failure? *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001; 26(2):213–7. <https://doi.org/10.1097/00007632-200101150-00017>
35. Liao JC, Chen WJ. Short-segment instrumentation with fractured vertebrae augmentation by screws and bone substitute for thoracolumbar unstable burst fractures. *Biomed Res Int*. 2019 Dec 26; 2019:4780426. <https://doi.org/10.1155/2019/4780426>
36. Sapkas G, Kateros K, Papadakis SA, Brilakis E, Macheras G, Katonis P. Treatment of unstable thoracolumbar burst fractures by indirect reduction and posterior stabilization: short-segment versus long-segment stabilization. *Open Orthop J*. 2010; 4:7–13. <https://doi.org/10.2174/1874325001004010007>
37. Altay M, Ozkurt B, Aktekin CN, Ozturk AM, Dogan O, Tabak AY. Treatment of unstable thoracolumbar junction burst fractures with short- or long-segment posterior fixation in magerl type a fractures. *Eur Spine J*. 2007; 16(8):1145–55. <https://doi.org/10.1007/s00586-007-0310-5>
38. Tezeren G, Kuru I. Posterior fixation of thoracolumbar burst fracture: short-segment pedicle fixation versus long-segment instrumentation. *J Spinal Disord Tech*. 2005; 18(6):485–8. <https://doi.org/10.1097/01.bsd.0000149874.61397.38>

Сведения об авторах / Information about the authors:

Асланов Рамис Асланович — начальник отделения хирургии позвоночника ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, Москва, Россия — **ответственный за контакты / Ramis A. Aslanov** — MD, Head of the Department of Spine Surgery, Main Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko Russian Defense Ministry, Moscow, Russia — **responsible for contacts, arspine@mail.ru**, ORCID: 0009-0005-9940-3188

Дулаев Александр Кайсинович — д. м. н., профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России; главный научный сотрудник отдела травматологии, ортопедии и вертебрологии ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, Россия / **Aleksandr K. Dulaev** — MD, ScD, professor, Chair of the Department of Traumatology and Orthopaedics, FSBEI HE I.P. Pavlov SPbSMU MOH Russia; Chief Researcher of the Division of Traumatology, Orthopaedics, and Spine, St. Petersburg Dzhanelidze Research Institute of Emergency Care, St. Petersburg, Russia.

Кутянов Денис Игоревич — д. м. н., доцент, профессор кафедры травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России; ведущий научный сотрудник отдела травматологии, ортопедии и вертебрологии ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи имени И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, Россия / **Denis I. Kutyanov** — MD, ScD, associate professor, Professor of the Department of Traumatology and Orthopaedics, FSBEI HE I.P. Pavlov SPbSMU MOH Russia; Leading Researcher of the Division of Traumatology, Orthopaedics, and Spine, St. Petersburg Dzhanelidze Research Institute of Emergency Care, St. Petersburg, Russia.

Брижань Леонид Карлович — д. м. н., профессор, заместитель начальника по научно-исследовательской работе ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, Москва, Россия / **Leonid K. Brizhan'** — MD, ScD, Professor, Deputy Head of the Main Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko Russian Defense Ministry for research work, Moscow, Russia.

Кадимагамаев Альберт Асанович — студент 5 курса лечебного факультета ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия / **Al'bert A. Kadimagamayev** — Undergraduate Student; FSBEI HE I.P. Pavlov SPbSMU MOH Russia, St. Petersburg, Russia.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Рукопись поступила 22.09.2023

Диффузионно-тензорная магнитно-резонансная томография при шейной спондилогенной миелопатии

Diffusion tensor magnetic resonance imaging in cervical spondylogenic myelopathy

УДК 616.832

DOI: 10.53652/2782-1730-2023-4-4-72-79

Ким В.Э.^{1,2}, Басков А.В.^{1,3}, Байгильдина И.Ф.^{1,4}, Цехановский Г.Б.⁵

¹ ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ДПО РМАНПО), Москва, Россия

² ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, Москва, Россия

³ Клиника «Ортоспайн», Москва, Россия

⁴ ОАО «РЖД-Медицина», Москва, Россия

⁵ Кафедра нейрохирургии послевузовского и дополнительного профессионального образования ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, Москва, Россия

Резюме. Дегенеративная спондилогенная миелопатия является одной из распространённых причин нарушения функции спинного мозга, приводящих к нетравматическому спастическому парапарезу и тетрапарезу. Несмотря на то, что магнитно-резонансная томография (МРТ) считается «золотым стандартом» радиологического обследования спинного мозга, её применение для оценки прогноза заболевания и восстановления ограничено. За последнее десятилетие диффузионно-тензорная (ДТ) МРТ, основанная на способности к избирательной диффузии молекул воды, набрала популярность в диагностике пациентов с шейной спондилогенной миелопатией (ШСМ).

Цель обзора — сбор и анализ существующих в настоящее время исследований, посвящённых использованию ДТ МРТ при ШСМ, выделение основных направлений, которые возможно применить в клинической практике, обзор и углубление в технические аспекты данного метода диагностики и послеоперационного контроля.

Подбор литературы осуществлялся по ключевым словам: diffusion tensor imaging, fractional anisotropy, cervical spondylogenic myelopathy. Благодаря обзору были обозначены направления, имеющие наибольшую диагностическую и прогностическую ценность. Фракционная анизотропия (ФА) показателя DTI имела наиболее убедительные доказательства полезности с доказательствами среднего качества его использования в качестве биомаркера, показывающего корреляцию с инвалидизацией при нескольких клинических патологиях. Также были установлены чёткие корреляции между показателями ФА и клинической оценкой по шкале mJOA.

На данный момент можно сделать выводы, что DTI является информативным методом в случае применения его при шейной миелопатии, который открывает новые возможности в дифференциальной диагностике и послеоперационном контроле, но



необходима дальнейшая работа по стандартизации и валидации его использования прежде чем он будет принят в клинической практике.

Ключевые слова: диффузионно-тензорное изображение, фракционная анизотропия, шейная спондилогенная миелопатия, модифицированная шкала Японской ортопедической ассоциации, дегенеративный.

Kim V.E.^{1,2}, Baskov A.V.^{1,3}, Baygildina I.F.^{1,4}, Tsekhanovskiy G.B.⁵

¹ Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia

² Main Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko Russian Defense Ministry, Moscow, Russia

³ Orthospine Clinic, Moscow, Russia

⁴ «RZD-Medicine», Moscow, Russia

⁵ Department of Neurosurgery of postgraduate and additional professional education of Main Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko Russian Defense Ministry, Moscow, Russia

Abstract. Degenerative spondylogenic myelopathy is one of the common causes of spinal cord dysfunction leading to non-traumatic spastic paraparesis and tetraparesis. Despite the fact that conventional magnetic resonance imaging (MRI) is a gold standard for radiologic examination of spinal cord, its application for the assessment of disease prognosis and recovery is limited. Over the past decade, diffusion tensor MRI (DT MRI) based on the ability for selective diffusion of water molecules has gained popularity in the evaluation of patients with cervical spondylogenic myelopathy (CSM).

The aim of the review is to collect and analyze the existing studies on the use of DT MRI in CSM, to highlight the main directions that can be applied in clinical practice, to review and deepen into the technical aspects of this method of diagnosis and postoperative control.

The literature was selected by key words: diffusion tensor imaging, fractional anisotropy, cervical spondylogenic myelopathy. The review identified areas of greatest diagnostic and prognostic value. The fractional anisotropy (FA) of DTI index had the strongest evidence of utility with evidence of medium quality for its use as a biomarker showing correlation with disability in several clinical pathologies. There were also clear correlations between FA scores and clinical mJOA score.

It can be concluded that DTI is an informative method for CSM, opening new possibilities for differential diagnosis and postoperative control, though further studies are needed for standardization and validation of its use before it can be implicated in the clinical practice.

Keywords: diffusion tensor imaging, fractional anisotropy, cervical spondylogenic myelopathy, modified Japanese Orthopedic Association score, degenerative.

Введение. Шейная спондилогенная миелопатия (ШСМ) — дегенеративное заболевание шейного отдела позвоночника, которое является наиболее частой причиной нарушения функции позвоночника у взрослых [1, 2]. Прогрессирующее повреждение спинного мозга при ШСМ происходит вследствие возрастных структурных изменений в компонентах оси шейного отдела позвоночника, таких как тело позвонка, межпозвонковый диск, связки и фасеточные суставы [3, 4]. Диагноз ШСМ устанавливается на основании сочетания клинических признаков и симптомов с данными стандартной МРТ [3, 5]. Несмотря на то, что МРТ — метод выбора для нейровизуализации патологий шейного отдела спинного мозга, она представляет ограниченный объём информации для постановки точного диагноза и оценки прогноза. Очевидное расхождение между клиническими показателями и данными, полученными при МРТ, следует из гетерогенности клинических проявлений, присущей ШСМ, и неспособности МРТ выделить микроструктурные изменения спинного мозга, ассоциированные с ШСМ. Чтобы исправить это разногласие, началось активное применение режима диффузионно-взвешенного изображения (ДВИ) для изучения микроструктуры спинного мозга у пациентов с ШСМ. В рамках данного описательного обзора обсуждаются существующие литературные данные об использовании ДТ МРТ при ШСМ для выявления микроструктурных изменений и описываются огра-

Несмотря на то, что МРТ — метод выбора для нейровизуализации патологий шейного отдела спинного мозга, она представляет ограниченный объём информации для постановки точного диагноза и оценки прогноза

ничения ДТ МРТ, чтобы ознакомить читателя с современным положением ДТ МРТ в исследованиях ШСМ, наряду с будущими направлениями исследований. В частности, проведено исследование взаимосвязи между количественными параметрами ДТ МРТ и клиническими исходами, а также дана оценка факторов, которые оказывают влияние на измерение параметров ДТ МРТ. Проанализированы литературные данные о ДТ МРТ при ШСМ за последние 15 лет, чтобы выделить исследования по интересующим вопросам. Кроме того были изучены списки литературы к найденным публикациям, чтобы обеспечить больший охват научных работ, потенциально содержащих важную для данного обзора информацию.

Цель обзора. Сбор и анализ существующих в настоящее время исследований, посвящённых использованию ДТ МРТ при ШСМ, выделение основных направлений, которые возможно применить в клинической практике, обзор технических аспектов данного метода диагностики и послеоперационного контроля.

Материал и методы. Систематический обзор англоязычной литературы был проведён с использованием баз данных MEDLINE, MEDLINE-in-Progress, Embase и Cochrane, чтобы определить все исследования, в которых изучалась эффективность этих перспективных методов при патологиях, поражающих спинной мозг, с точки зрения диагностики, корреляции с инвалидностью и прогнозирования исходов. Были извлечены и сведены в таблицу данные, касающиеся дизайна исследования, характеристик субъекта, методов МРТ, клинических показателей нарушений и методов анализа. Анализ русскоязычных статей не дал результатов.

Принципы диффузионно-взвешенного изображения. В методике ДВИ в качестве основного механизма получения контрастности изображения используется тепловое движение молекул воды, что позволяет изучать микроструктуру биологических тканей [6]. Диффузия воды в спинном мозге, особенно в трактах белого вещества, характеризуется избирательной направленностью диффузии. Данное явление называется диффузионной анизотропией. В спинном мозге диффузия молекул воды происходит преимущественно вдоль волокон в связи с микроскопическими барьерами аксональных мембран и миелиновой оболочки. Уникальная контрастность изображения, предоставляемая ДВИ, была затем более широко обозначена как ДТ МРТ, при которой контрастность извлекается из ДВИ в нескольких направлениях и используется для расчёта диффузионного тензора, то есть показателя направленности и диффузионной способности воды внутри её микроокружения, не зависящей от вращения [7, 8]. Тензорная структура обеспечивает возмож-

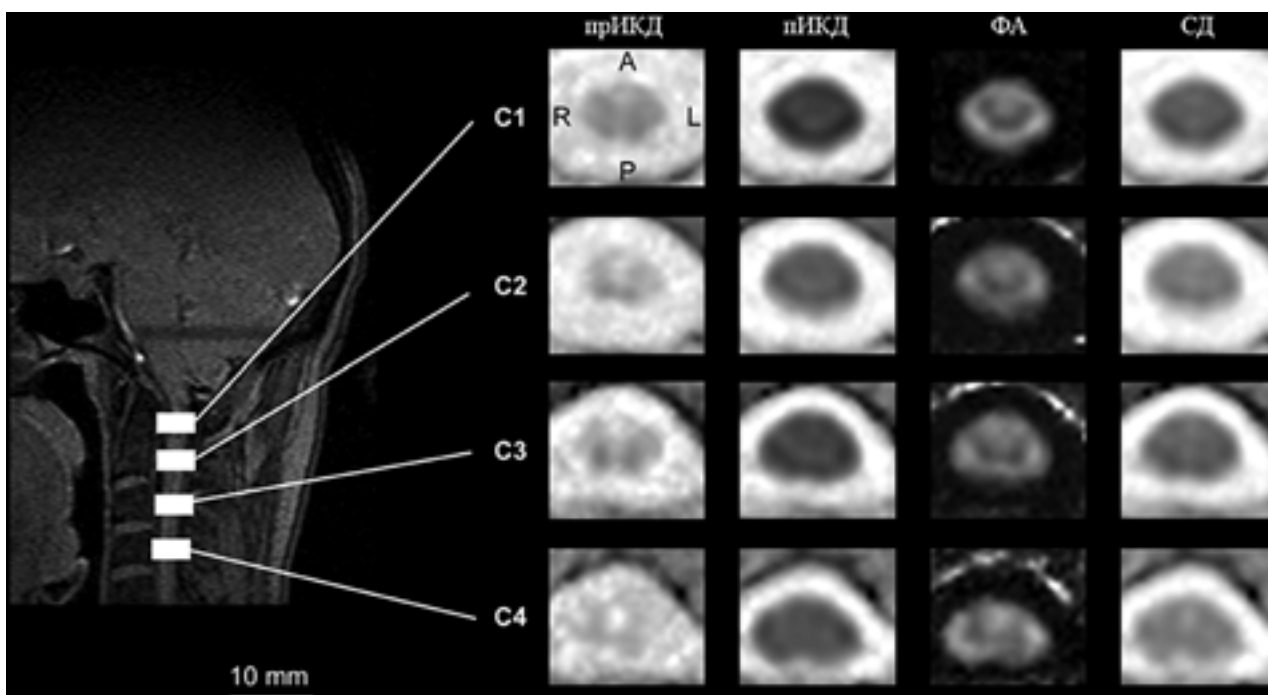


Рис. 1. Визуализация серого и белого вещества спинного мозга в соответствии с различными количественными параметрами ДТ МРТ (прИКД) или АД, пИКД или РД, ФА, СД на разных уровнях шейного отдела (С1-4) [34]

ность измерения диффузионной способности внутри каждого вокселя отдельно, в отличие от измерений, основанных на анатомии или изображениях. В частности, на основании тензора диффузии рассчитываются такие показатели как фракционная анизотропия (ФА), средняя диффузия (СД), аксиальная диффузия (АД) или продольный измеряемый коэффициент диффузии (прИКД), радиальная диффузия (РД) или поперечный ИКД (пИКД) (рис. 1).

Ввиду того, что отдельные волокна белого вещества в спинном мозге демонстрируют избирательную диффузионную способность, а волокна организованы в плотно упакованной и упорядоченной ориентации, белое вещество спинного мозга имеет высокую ФА.

СД, также называемая измеримым коэффициентом диффузии (ИКД), представляет собой среднюю диффузионную способность, не зависящую от направления. С другой стороны, АД, или продольная диффузионная способность, отображает диффузионную способность, которая соответствует направлению наиболее быстрой диффузии в каждом вокселе, что в случае спинного мозга совпадает с rostro-каудальной ориентацией вдоль трактов белого вещества. РД, или поперечная диффузия, измеряет среднюю диффузионную способность перпендикулярно АД [28, 29].

Стандартная МРТ при ШСМ. В настоящее время стандартная МРТ — «золотой стандарт» нейровизуализации для диагностики ШСМ в дополнение к клиническим проявлениям и неврологическому осмотру. Интенсивность изменений на стандартной МРТ соответствует структурным изменениям, но зачастую представляет ограниченную ценность из-за выявления дегенеративных изменений в асимптомных случаях [9]. Наиболее часто у пациентов с ШСМ при МРТ обнаруживается гиперинтенсивность в режиме Т2, что является признаком отёка или миеломалации. Несколько реже может наблюдаться гипоинтенсивность в режиме Т1, что, возможно, отражает дегенерацию на более продвинутой стадии. Были предприняты попытки описать, как интенсивность изменений сигнала соотносится с прогнозом заболевания, когда сочетание изменений сигнала в режимах Т1 и Т2 указывает на менее благоприятный прогноз [10]. Несмотря на наличие данных в пользу применимости МРТ для определения прогноза заболевания, клиническая и прогностическая значимость отклонений МР-сигнала остаётся противоречивой [11, 12]. В исследовании P.G. Lindberg и соавт. выявлено, что уменьшение ФА и увеличение РД были ассоциированы с максимальной степенью стеноза, тогда как стандартная МРТ не обнаружила каких-либо данных в пользу наличия шейного спондилеза [13]. В. Кара и соавт. показали статистически значимые различия по показателям ФА и ИКД между стенозированным и нестенозированным уровнями при ШСМ, хотя в режиме Т2 у 16 пациентов не наблюдалось отклонений [14]. Недостаточная чувствительность

стандартной МРТ для выявления миелопатии привела к внедрению ДТ МРТ в диагностику ШСМ благодаря способности ДТ МРТ обнаруживать микроструктурные изменения в шейном отделе спинного мозга, даже если он выглядит интактным [17].

Взаимосвязь между послеоперационными изменениями ДТ МРТ и клиническими исходами. Несмотря на популярность ДТ МРТ, сравнительно мало исследований было направлено на изучение взаимосвязи между показателями диффузии и послеоперационными клиническими исходами. Отчасти это вызвано сложностями регистрации МР-изображений вблизи металлоконструкций, ДТ МРТ при этом особенно подвержена артефактам. Избежать наводок от титановых элементов имплантируемых систем могут помочь дифференциальный подход и применение эндоскопических дискотомии и пластики позвоночного канала [22–27]. М. Kitamura и соавт. провели исследование длительного наблюдения 15 пациентов с ШСМ, в рамках которого проводили ДТ МРТ и оценку по шкале JOA предоперационно, а затем спустя 1 год после операции [15]. В послеоперационном периоде отмечалось улучшение по шкале JOA, однако значимых изменений ФА или СД по сравнению с предоперационным уровнем выявлено не было. Авторы заключили, что ДТ МРТ не может служить биомаркером послеоперационных изменений неврологического состояния спинного мозга. В то же время предоперационная ДТ МРТ может быть использована в качестве предиктора хирургических исходов. Y.M. Yang и соавт. провели сравнение 20 пациентов с ШСМ и 20 здоровых добровольцев, сопоставимых по возрасту, и выявили прямую корреляцию между послеоперационной ФА, измеренной ниже уровня повреждения, и послеоперационной оценкой по шкале mJOA [16]. J.G. Jones и соавт. обнаружили, что более высокое значение предоперационной ФА коррелировало с восстановлением функции, характеризующимся улучшением по индексу ограничения жизнедеятельности из-за боли в шее после операции. Tang L. и соавт. показали, что некоторые показатели диффузии (ФА, СД, РД) превосходили интенсивность T2-сигнала в оценке послеоперационных функций по шкале mJOA [20]. При сравнении предоперационных снимков со снимками спустя 3 месяца после операции L. Guan и соавт. выявили изменения в ФА и РД после операции, соответствующие результатам неврологического осмотра [18].

Факторы, оказывающие влияние на параметры ДТ МРТ. Интенсивность сигнала вдоль шейного отдела спинного мозга может подвергаться влиянию вариабельности отношения сигнал/шум (ОСШ) в связи с конструкцией катушки, что может приводить к ошибочным значениям измерений ДТ МРТ [19–22]. Особенно полезны для решения этого вопроса катуш-

ки, адаптированные под анатомию спинного мозга и шеи. Используя высокопольные (3 T) системы, можно частично преодолеть проблемы ОСШ и повысить разрешение для улучшения точности и чёткости количественных измерений ДТ МРТ применительно к области исследования [30–33]. Двигательные артефакты от сердечных сокращений и дыхательных движений, а также пульсации ликвора могут ухудшить качество изображения и ограничить визуализацию отдельных волокон белого вещества спинного мозга, что особенно критично при исследовании грудного отдела. До некоторой степени артефакты можно скомпенсировать при использовании таких техник как параллельная реконструкция изображений или кардиосинхронизация, однако время сканирования всё равно может оставаться достаточно долгим, делая процедуру неприемлемой для некоторых пациентов из-за дополнительного времени записи. Исследования по способам улучшения ДТ МРТ спинного мозга через приращение ОСШ и минимизации артефактов позволяют улучшить регистрацию повреждений спинного мозга при ШСМ.

Одноцентровой опыт применения ДВИ. Основное направление, в котором можно использовать ДВИ и ДТ МРТ, в частности, имеющее клиническое значение, — это предоперационная оценка с целью определения показаний к оперативному лечению. Как показали исследования А. Rao и соавт., значение ФА менее 0,55 у пациентов может быть использовано как пороговое при выборе пациентов с ШСМ, которым может помочь хирургическое лечение [30]. По сравнению с нормированной интенсивностью T2-сигнала (normalized T2 signal intensity, NT2SI), ФА оказалась более подходящим биомаркером, чем NT2SI, для прогнозирования тяжести заболевания, а также отдалённых исходов после хирургического вмешательства у пациентов с ШСМ [25].

В ранее проведенном исследовании, включавшем меньшую когорту из 27 пациентов с ШСМ, была показана значимо более низкая средняя ФА на уровне МКСМ по сравнению с более высоким отдалённым уровнем шейного отдела спинного мозга (C1–2). Как показали несколько исследований, самое крупное из которых — работа А. Vedantam и соавт., существует чёткая корреляция между ФА и предоперационной оценкой по шкале mJOA, а также с изменением по шкале mJOA [25].

Обсуждение. В настоящее время применение ДТ МРТ смещено в сторону пациентов с ШСМ, перенёвших хирургическое лечение. В будущем ДТ МРТ может быть использована в качестве неинвазивного мониторинга для пациентов с ШСМ без хирургического лечения, в особенности при более лёгкой форме заболевания или в бессимптомных случаях. Внедрение ДТ МРТ в постоперационную практику

Данные о применении параметров диффузионно-тензорной магнитно-резонансной томографии говорят в пользу фракционной анизотропии как потенциального прогностического биомаркера при шейной спондилогенной миелопатии, однако требуются дальнейшие исследования, чтобы определить оптимальную анатомическую локализацию для расчёта тех параметров, которые покажут наиболее сильную корреляцию с тяжестью заболевания. Вместе с тем применение диффузионно-тензорной магнитно-резонансной томографии ограничено из-за временных рамок и отсутствия единых протоколов измерения параметров ДТ МРТ в разных медицинских учреждениях

затруднительно в связи с имплант-индуцированным искажением изображения и требует улучшения пост-обработки изображения как обязательной стадии рабочего процесса. Широкое клиническое применение ДТ МРТ потребует стандартизации последовательности получения изображения между сканерами разного типа и силы и автоматизации ручной обработки существующих рабочих процессов, использующихся в подсчёте количественных параметров ДТ МРТ. Это принесет двойную пользу: в виде снижения вариабельности, спровоцированной ОИ, очерченными вручную, и в виде полной автоматизации процесса подсчёта, что упрощает для клиницистов добавление ДТ МРТ в список вариантов визуализации, применимых для пациентов с ШСМ.

Заключение. Шейная спондилогенная миелопатия — дегенеративное заболевание, которое приводит к микроструктурным повреждениям спинного мозга и является одной из наиболее частых причин инвалидности среди пациентов пожилого возраста. Несмотря на то, что обычная МРТ считается «золотым стандартом» радиологической оценки спинного мозга, её применение в качестве биомаркера для предсказания неврологического восстановления и вспомогательного инструмента для отбора пациентов на хирургическое лечение ограничено. За последнее десятилетие ДТ МРТ показала способность предсказывать тяжесть заболевания и неврологическое восстановление у пациентов с ШСМ. Данные о применении параметров ДТ МРТ говорят в пользу ФА как потенциального прогностического биомаркера при ШСМ, однако требуются дальнейшие исследования, чтобы определить оптимальную анатомическую локализацию для расчёта тех параметров ДТ МРТ, которые покажут наиболее сильную корреляцию с тяжестью заболевания. Вместе с тем применение ДТ МРТ ограничено из-за временных рамок и отсутствия единых протоколов измерения параметров ДТ МРТ в разных медицинских учреждениях.

Литература/References

1. Lebl DR, Hughes A, Cammisa FP Jr, O'Leary PF. Cervical spondylotic myelopathy: pathophysiology, clinical presentation, and treatment. *HSSJ*. 2011; 7(2):170–8. <https://doi.org/10.1007/s11420-011-9208-1>
2. Tracy JA, Bartleson JD. Cervical spondylotic myelopathy. *Neurologist*. 2010; 16(3):176–87. <https://doi.org/10.1097/NRL.0b013e3181da3a29>
3. Nouri A, Martin AR, Mikulis D, Fehlings MG. Magnetic resonance imaging assessment of degenerative cervical myelopathy: a review of structural changes and measurement techniques. *Neurosurg Focus*. 2016; 40(6):E5. <https://doi.org/10.3171/2016.3.FOCUS1667>
4. Tetreault LA, Dettori JR, Wilson JR, Singh A, Nouri A, Fehlings MG, et al. Systematic review of magnetic resonance imaging characteristics that affect treatment decision making and predict clinical outcome in patients with cervical spondylotic myelopathy. *Spine (Phila Pa*

- 1976). 2013; 38(22 Suppl 1):S89–110. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3182a7eae0>
5. Nardone R, Höller Y, Brigo F, Frey VN, Lochner P, Leis S, et al. The contribution of neurophysiology in the diagnosis and management of cervical spondylotic myelopathy: a review. *Spinal Cord*. 2016; 54(10):756–766. <https://doi.org/10.1038/sc.2016.82>
 6. Kerkovský M, Bednarík J, Dušek L, Sprláková-Puková A, Urbánek I, Mechl M, et al. Magnetic resonance diffusion tensor imaging in patients with cervical spondylotic spinal cord compression: correlations between clinical and electrophysiological findings. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2012; 37(1):48–56. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31820e6c35>
 7. Baptiste DC, Fehlings MG. Pathophysiology of cervical myelopathy. *Spine J*. 2006; 6(6 Suppl):190S–197S. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2006.04.024>
 8. Fernández de Rota JJ, Meschian S, Fernández de Rota A, Urbano V, Baron M. Cervical spondylotic myelopathy due to chronic compression: the role of signal intensity changes in magnetic resonance images. *J Neurosurg Spine*. 2007; 6(1):17–22. <https://doi.org/10.3171/spi.2007.6.1.4>
 9. Bednarik J, Kadanka Z, Dusek L, Kerkovsky M, Vohanka S, Novotny O, et al. Presymptomatic spondylotic cervical myelopathy: an updated predictive model. *Eur Spine J*. 2008; 17(3):421–431. <https://doi.org/10.1007/s00586-008-0585-1>
 10. Mink JH, Gordon RE, Deutsch AL. The cervical spine: radiologist's perspective. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2003; 14(3):493–548, vi. [https://doi.org/10.1016/s1047-9651\(03\)00035-4](https://doi.org/10.1016/s1047-9651(03)00035-4)
 11. Morio Y, Teshima R, Nagashima H, Nawata K, Yamasaki D, Nanjo Y. Correlation between operative outcomes of cervical compression myelopathy and MRI of the spinal cord. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001; 26(11):1238–45. <https://doi.org/10.1097/00007632-200106010-00012>
 12. Suri A, Chhabra RP, Mehta VS, Gaikwad S, Pandey RM. Effect of intramedullary signal changes on the surgical outcome of patients with cervical spondylotic myelopathy. *Spine J*. 2003; 3(1):33–45. [https://doi.org/10.1016/s1529-9430\(02\)00448-5](https://doi.org/10.1016/s1529-9430(02)00448-5)
 13. Lindberg PG, Sanchez K, Ozcan F, Rannou F, Poiraudreau S, Feydy A, et al. Correlation of force control with regional spinal DTI in patients with cervical spondylosis without signs of spinal cord injury on conventional MRI. *Eur Radiol*. 2016; 26(3):733–42. <https://doi.org/10.1007/s00330-015-3876-z>
 14. Kara B, Celik A, Karadereler S, Ulusoy L, Ganiyusufoglu K, Onat L, et al. The role of DTI in early detection of cervical spondylotic myelopathy: a preliminary study with 3-T MRI. *Neuroradiology*. 2011; 53(8):609–16. <https://doi.org/10.1007/s00234-011-0844-4>
 15. Kitamura M, Maki S, Koda M, Furuya T, Iijima Y, Saito J, et al. Longitudinal diffusion tensor imaging of patients with degenerative cervical myelopathy following decompression surgery. *J Clin Neurosci*. 2020; 74:194–198. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2019.05.018>
 16. *Academic Radiology*, Vol. 14, B.M. Ellingson, J.L. Ulmer, B.D. Schmit. Gray and white matter delineation in the human spinal cord using diffusion tensor imaging and fuzzy logic. 2007, pp. 847–858.
 17. Jones JG, Cen SY, Lebel RM, Hsieh PC, Law M. Diffusion tensor imaging correlates with the clinical assessment of disease severity in cervical spondylotic myelopathy and predicts outcome following surgery. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2013; 34(2):471–8. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A3199>
 18. Guan L, Chen X, Hai Y, Ma X, He L, Wang G, et al. High-resolution diffusion tensor imaging in cervical spondylotic myelopathy: a preliminary follow-up study. *NMR Biomed*. 2017; 30(10):e3769. <https://doi.org/10.1002/nbm.3769>
 19. Saritas EU, Cunningham CH, Lee JH, Han ET, Nishimura. DWI of the spinal cord with reduced FOV single-shot EPI. *Magn Reson Med*. 2008; 60(2):468–73. <https://doi.org/10.1002/mrm.21640>
 20. Tang L, Wen Y, Zhou Z, von Deneen KM, Huang D, Ma L. Reduced field-of-view DTI segmentation of cervical spine tissue. *Magn Reson Imaging*. 2013; 31(9):1507–14. <https://doi.org/10.1016/j.mri.2013.07.003>
 21. Maki S, Koda M, Saito J, Takahashi S, Inada T, Kamiya K, et al. Tract-specific diffusion tensor imaging reveals laterality of neurological symptoms in patients with cervical compression myelopathy. *World Neurosurg*. 2016; 96:184–190. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2016.08.129>
 22. Maki S, Koda M, Ota M, Oikawa Y, Kamiya K, Inada T, et al. Reduced field-of-view diffusion tensor imaging of the spinal cord shows motor dysfunction of the lower extremities in patients with cervical compression myelopathy. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2018; 43(2):89–96. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001123>
 23. Grabber P, Mohammadi S, Trachsler A, Friedl S, David G, Sutter R, et al. Voxel-based analysis of grey and white matter degeneration in cervical spondylotic myelopathy. *Sci Rep*. 2016; 6(1):24636. <https://doi.org/10.1038/srep24636>
 24. Wang KY, Idowu O, Thompson CB, Orman G, Myers C, Riley LH 3rd, et al. Tract-specific diffusion tensor imaging in cervical spondylotic myelopathy before and after decompressive spinal surgery: preliminary results. *Clin Neuroradiol*. 2017; 27(1):61–69. <https://doi.org/10.1007/s00062-015-0418-7>
 25. Vedantam A, Jirjis MB, Schmit BD, Wang MC, Ulmer JL, Kurpad SN. Characterization and limitations of diffusion tensor imaging metrics in the cervical spinal cord in neurologically intact subjects. *J Magn Reson Imaging*. 2013; 38(4):861–7. <https://doi.org/10.1002/jmri.24039>
 26. Гизатуллин Ш.Х., Кристостуров А.С., Давыдов Д.В., Станишевский А.В., Поветкин А.А., Колобаева Е.Г. *Эндоскопическая декомпрессия по принципу «снаружи внутрь» при дегенеративно-дистрофических заболеваниях пояснично-крестцового отдела позвоночника: Учебное пособие*. Москва: Эко-Пресс; 2021. 72 с. [Gizatullin ShKh, Kristosturov AS, Davydov DV, Stanishevskiy AV, Povetkin AA, Kolobaeva EG. *Endoskopicheskaya dekompressiya po printsipu «snaruzhi vnutr'» pri degenerativno-distroficheskikh zabolovaniyakh poynasichno-kresttsovogo otdela pozvonochnika: Uchebnoe posobiye*. Moscow: Eko-Press; 2021. 72 p. (In Russ.)].
 27. Гизатуллин Ш.Х., Кристостуров А.С., Д.В. Давыдов, Станишевский А.В., Колобаева Е.Г., Дубинин И.П. и др. Две тактики лечения поясничных грыж межпозвонковых дисков с миграцией в зону второго и третьего окна по Маккаллоку: транспедикулярная и трансламинарная секвестрэктомия (ридит-анализ). *Журнал*

- «Вопросы нейрохирургии» имени Н.Н. Бурденко. 2021; 85(6):68–74. [Gizatullin ShKh, Kristosturov AS, Davydov DV, Stanishevsky AV, Kolobaeva EG, Dubinin IP, et al. Two treatment approaches for lumbar disc herniation and sequester migration to the second and third McCulloch's windows: transpedicular and translaminar sequestrectomy (ridit analysis). *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N.N. Burdenko*. 2021; 85(6):68–74. (In Russ., In Engl.)]. <https://doi.org/10.17116/neiro20218506168>
28. Ellingson BM, Ulmer JL, Kurpad SN, Schmit BD. Diffusion tensor MR imaging of the neurologically intact human spinal cord. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2008; 29(7):1279–84. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A1064>
29. Thurnher MM, Law M. Diffusion-weighted imaging, diffusion-tensor imaging, and fiber tractography of the spinal cord. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2009; 17(2):225–44. <https://doi.org/10.1016/j.mric.2009.02.004>
30. Rao A, Soliman H, Kaushal M, Motovylyak O, Vedantam A, Budde MD, et al. Diffusion tensor imaging in a large longitudinal series of patients with cervical spondylotic myelopathy correlated with long-term functional outcome. *Neurosurgery*. 2018; 83(4):753–760. <https://doi.org/10.1093/neuros/nyx558>
31. Shabani S, Kaushal M, Budde M, Schmit B, Wang MC, Kurpad S. Comparison between quantitative measurements of diffusion tensor imaging and T2 signal intensity in a large series of cervical spondylotic myelopathy patients for assessment of disease severity and prognostication of recovery. *J Neurosurg Spine*. 2019 Jun; 7:1–7. <https://doi.org/10.3171/2019.3.SPINE181328>
32. Vedantam A, Rao A, Kurpad SN, Jirjis MB, Eckardt G, Schmit BD, et al. Diffusion tensor imaging correlates with short-term myelopathy outcome in patients with cervical spondylotic myelopathy. *World Neurosurg*. 2017; 97:489–494. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2016.03.075>
33. Jiang W, Han X, Guo H, Ma XD, Wang J, Cheng X, et al. Usefulness of conventional magnetic resonance imaging, diffusion tensor imaging and neurite orientation dispersion and density imaging in evaluating postoperative function in patients with cervical spondylotic myelopathy. *J Orthop Translat*. 2018; 15:59–69. <https://doi.org/10.1016/j.jot.2018.08.006>
34. Ellingson BM, Ulmer JL, Schmit BD. Gray and white matter delineation in the human spinal cord using diffusion tensor imaging and fuzzy logic. *Acad Radiol*. 2007; 14(7):847–58. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2007.04.006>

Сведения об авторах / Information about the authors:

Ким Виктор Эдуардович — аспирант кафедры нейрохирургии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, врач-нейрохирург ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н.Бурденко» Минобороны России, Москва, Россия — **ответственный за контакты** / **Viktor E. Kim** — MD, postgraduate student at the Department of neurosurgery of the Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, neurosurgeon of a Main Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko Russian Defense Ministry, Moscow, Russia — **responsible for contacts**, vick.kim@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-0566-2399

Басков Андрей Владимирович — д. м. н, профессор кафедры нейрохирургии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России; директор клиники «Ортоспайн», Москва, Россия / **Andrey V. Baskov** — MD, ScD, Professor of the Department of neurosurgery of the Russian Medical Academy of Continuous Professional Education; Director of the Orthospine Clinic, Moscow, Russia.

Байгильдина Ирина Фасрутдиновна — аспирант кафедры нейрохирургии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России; врач-нейрохирург ОАО «РЖД-Медицина», Москва, Россия / **Irina F. Baygildina** — MD, Postgraduate student at the Department of neurosurgery of the Russian Medical Academy of Continuous Professional Education;

neurosurgeon of a «RZD-Medicine», Moscow, Russia.

Цехановский Григорий Борисович — преподаватель кафедры нейрохирургии послевузовского и дополнительного профессионального образования ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, Москва, Россия / **Grigoriy B. Tsekhanovskiy** — lecturer at the Department of Neurosurgery of postgraduate and additional professional education of Main Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko Russian Defense Ministry, Moscow, Russia.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Работа не имела спонсорской поддержки.

Рукопись поступила 12.10.2023

**Требования к рукописям,
представляемым в
«Медицинский вестник
Главного военного
клинического госпиталя
им. Н.Н. Бурденко»**

**mos
pit
ita**

Общие правила

В «Медицинском вестнике ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» публикуются статьи, посвященные проблемам теоретической и практической медицины, вопросам организации здравоохранения и его истории.

1. Рукописи могут быть представлены в следующих форматах: оригинальная статья, обзор, клинические исследования, краткое сообщение.
2. Представляемый материал должен быть оригинальным, ранее не опубликованным в иных изданиях. При выявлении нарушения (дублирующая публикация, плагиат и самоплагиат и т. п.) редакция оставляет за собой право отказать всем соавторам в дальнейшем сотрудничестве. Автор также не имеет права предлагать рукопись в другие издания до решения редакции о публикации. Проверить статью на оригинальность можно с помощью сервисов <https://www.antiplagiat.ru> и <https://www.plagiarism.org> для русско- и англоязычных текстов соответственно.
3. Все статьи оцениваются независимым(-и) рецензентом(-ами), после чего редакционная коллегия принимает решение о публикации или отклонении представленной рукописи.
4. Оформление рукописей должно отвечать Единым требованиям к рукописям Международного комитета редакторов медицинских журналов (International Committee of Medical Journal Editors — ICMJE) и ВАК и правилам представления журналов в РИНЦ. В материалах статьи не должны использоваться фамилии, инициалы пациентов, номера историй болезни и прочие данные, позволяющие идентифицировать участников исследования.
5. Оригинальное научное исследование обязательно должно содержать полноценные разделы: Актуальность, Цель, Материал и методы, Результаты, Выводы, Литература.
6. Клиническое исследование обязательно должно содержать разделы: Введение, Цель, Клинический случай (включая диагностический поиск с подробным представлением результатов лабораторных и инструментальных методов исследования, лечение и последующее ведение), Выводы, где подчеркиваются основные моменты и/или возможности для клинической практики.
7. Редакция оставляет за собой право литературного редактирования статей, не оказывающего влияния на содержание, а также на переговоры с авторами по уточнению, изменению, сокращению рукописи.
8. К публикации в одном номере издания принимается не более одной статьи одного первого автора.

9. Конфликт интересов. Авторы обязуются сообщать о любых имеющихся конфликтах интересов: поддержка исследования коммерческими компаниями (указать роль спонсора в выполнении исследования и в принятии решения о публикации результатов); нефинансовые связи, имеющие отношение к подаваемой к печати статье. Об отсутствии конфликта интересов также следует сообщить после текста статьи: «Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов».
10. При предоставлении рукописи в редакцию журнала автор(ы) передает(ют) исключительные имущественные права на использование рукописи и всех относящихся к ней сопроводительных материалов, в том числе на воспроизведение в печати и в сети Интернет, на перевод рукописи на иностранные языки и т. д.

Оформление

Статья направляется в редакцию в пакете следующих документов (распечатанный экземпляр и его электронный вариант):

- заявление о подаче статьи к публикации, подписанное всеми авторами и завизированное руководителем учреждений (или подразделений), в которых проводилась работа;
- статья в формате *.doc, *.docx;
- иллюстрации;
- литература (примечательный список).

Текст статьи

Текст статьи должен быть напечатан на одной стороне листа формата А4 без переносов. Шрифт Times New Roman, кегль 14, цвет шрифта черный, межстрочный интервал 1,5, отступ (красная строка) — 1,5 см.

Интервалы между абзацами отсутствуют. Для подписей к рисункам и текста таблиц шрифт Times New Roman, кегль 12. Кавычки типографские («»), тире длинное (—). Все страницы за исключением первой должны быть пронумерованы.

На первой странице указываются:

- универсальный десятичный код (УДК);
- тип статьи (оригинальная статья, обзор, клинические наблюдения, краткое сообщение);
- название статьи на русском и английском языках;
- инициалы и фамилии всех авторов с указанием наименования организации(-й), где выполнена работа (на русском и английская транслитерация);
- ученая степень;
- ученое звание;
- должность;
- телефон и электронный адрес автора, уполномоченного для связи с редакцией.

Пример:

Иванов Иван Иванович — д. м. н., профессор, заведующий отделением... ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, Москва, Россия / Ivan I. Ivanov — MD, DSc, Professor, Head of the... Department, Main Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko Russian Defense Ministry, Moscow, Russia.

Евгенова Евгения Евгеньевна — к. м. н., врач анестезиолог-реаниматолог высшей категории ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, Москва, Россия — **ответственный за контакты** / Evgenia E. Evgenova — MD, PhD, anesthesiologist-resuscitator of the highest category, Main Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko Russian Defense Ministry, Moscow, Russia — **responsible for contacts**, +792380648732; eeevgenova@yandex.ru, ORCID ID: 0000-000-1234-5678, eLibrary SPIN: 1234-5678, Researcher ID: V-1770-2017;

- резюме (объемом 200–250 слов) с изложением основных результатов, новых и важных аспектов исследований и наблюдений (аббревиатуры не допускаются);
- перевод резюме на английский;
- 8–10 ключевых слов на русском языке (аббревиатуры не допускаются);
- перевод ключевых слов на английский.

Обращаем ваше внимание на то, что именно перевод резюме является основным источником информации для индексации работы в международных поисковых системах. Как правило он служит единственным источником информации о содержании статьи для зарубежных ученых и специалистов.

Рекомендуем особенно тщательно описывать материал и методы исследования, точно указывать названия использованных реактивов, фирму-изготовителя и страну.

Структура статьи

Оригинальная и обзорная статьи обязательно должны содержать разделы:

- Введение.
- Цели и задачи.
- Материал и методы.
- Результаты и обсуждение.
- Заключение (выводы).
- Литература.

Клинические наблюдения оформляются согласно рекомендациям CARE (<http://care-statement.org>).

Объем статьи

- Общий объем оригинальной статьи и обзоров, включая библиографический список, таблицы и подписи к рисункам, не должен превышать 15 страниц формата А4.
- Клинические исследования — 7 страниц.
- Краткое сообщение — 5 страниц.

Иллюстрации

Объем графического материала — минимально необходимый. Если рисунки взяты из опубликованных статей, необходимо указать оригинальный источник.

Рисунки, схемы, микрофотографии и фотографии в электронном виде должны быть представлены в форматах *.jpeg, *.gif или *.png (с разрешением не менее 300 dpi). Рисунки можно представлять в различных цветовых вариантах: черно-белом, сером, цветном. Микрофотографии должны иметь метки внутреннего масштаба или сопровождаться подписями с указанием увеличения. Символы, стрелки или буквы на микрофотографиях должны быть контрастными по сравнению с фоном. Фотографии людей (если люди на них узнаваемы) должны сопровождаться письменным разрешением на их публикацию.

Редакция оставляет за собой право отказать в размещении в тексте статьи рисунков нестандартного качества.

Все иллюстрации обозначаются как «Рис. ...» и нумеруются последовательно в соответствии с порядком их первого упоминания в тексте. За первым упоминанием в тексте отдельной строкой следуют подрисовочные подписи.

Таблицы

Таблицы должны иметь заголовки и четко обозначенные графы, удобные для чтения.

Шрифт для текста таблиц Times New Roman, кегль 12. Фототаблицы не принимаются. Нумерация таблиц последовательная, в порядке их первого упоминания в тексте. Каждая таблица должна иметь краткое название, как и каждый ее столбец (можно использовать аббревиатуры). Все разъяснения следует помещать в примечаниях (сносках), а не в названии таблицы. Рекомендуется указывать, какие статистические меры использовались для отражения вариабельности данных, например, стандартное отклонение или ошибка средней.

Единицы измерения и сокращения

Измерения приводятся в системе СИ и шкале Цельсия. Сокращения отдельных слов и терминов, кроме общепринятых, не допускаются. Все вводимые сокращения расшифровываются полностью при первом упоминании в тексте статьи с последующим указанием сокращения в скобках.

Литература

Список литературы должен содержать не более 30 источников в оригинальных статьях; в обзорных — не более 50; в других материалах — не более 15.

Библиографические ссылки на первоисточники в тексте даются цифрами в квадратных скобках в порядке их упоминания, библиографический список приводится в конце статьи. Документы (приказы, ГОСТы, Медико-санитарные правила, Методические указания, положения, постановления, нормативы, Федеральные законы, Санитарно-эпидемиологические правила) указываются сносками в тексте.

Ссылки, относящиеся только к таблицам или рисункам к рисункам, нумеруются в соответствии с первым упоминанием в тексте.

Не допускаются ссылки на работы, которых нет в списке литературы, и наоборот: все документы, на которые делаются ссылки в тексте, должны быть включены в список литературы. Недопустимы ссылки на неопубликованные в печати и в официальных электронных изданиях работы, а также на работы многолетней давности (свыше 10 лет). Исключение составляют только редкие высокоинформативные работы.

В библиографическом описании приводится не более шести фамилий авторов. Если число авторов не превышает шести, то в списке указываются все авторы. Если авторов более шести, следует указать только шесть первых авторов, а затем добавить «и др.» для отечественных или «et al» для зарубежных публикаций. Если упоминаются и редакторы, то после их фамилии и инициалов ставится запятая, а затем пишется «ред.» или «ed» (в зарубежных источниках).

Недопустимо сокращать название статьи и название отечественного журнала. Название англоязычного журнала следует приводить в соответствии с каталогом названий базы данных MedLine. Если журнал не индексируется в MedLine, необходимо указывать его полное название.

Библиографические описания ссылок на иностранные источники следует составлять в формате

Vancouver в версии AMA (AMA style, <http://www.amamanualofstyle.com>). Библиографические описания ссылок на русскоязычные источники должны состоять из двух частей: русскоязычной (по ГОСТ Р 7.0.5-2008) и сразу следующей ней в квадратных скобках [...] латиноязычной (AMA style).

Во всех случаях, когда у цитируемого материала есть цифровой идентификатор (Digital Object Identifier — doi), его необходимо указывать в самом конце библиографической ссылки. Проверять наличие doi статьи следует на сайте <http://search.crossref.org> или <https://www.citethisforme.com>. Для получения doi нужно ввести в поисковую строку название статьи на английском языке. Последний сайт помимо doi автоматически генерирует правильно оформленное библиографическое описание статьи на английском языке в стиле цитирования AMA. Подавляющее большинство зарубежных журнальных статей с 2000 года и многие русскоязычные статьи (опубликованные после 2013 года) зарегистрированы в системе CrossRef и имеют уникальный DOI. После ссылки DOI, PMID и URL точка не ставится! Перед DOI обязательно ставится аббревиатура [https](https://).

Пример:

Ломтатидзе Е.Ш., Ломтатидзе В.Е., Поцелуйко С.В., Топоров Е.А. Анализ функциональных результатов внутреннего остеосинтеза при переломах проксимального отдела плечевой кости. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2003; 10(3):62–66. [Lomtatidze ESh, Lomtatidze VE, Potseluyko SV, Toporov EA. Analysis of Functional Outcomes in Inner Osteosynthesis for Proximal Humerus Fractures. *N.N. Priorov journal of traumatology and orthopedics*. 2003; 10(3):62–66. (In Russ)]. <https://doi.org/10.17816/vto200310362-66>
Smith AM, Mardones RM, Sperling JW, Cofield RH. Early complications of operatively treated proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg*. 2007; 16(1):14–24. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2006.05.008>

Для удобства транслитерации авторского списка (и названия журнала, если это необходимо) возможно использование онлайн-сервисов: <http://www.translit.ru> (выбирайте вариант транслитерации BGN).

Если статья написана на латинице (на английском, немецком, финском, датском, итальянском и др.), название должно быть указано в оригинальном виде.

Если статья написана на кириллице (в том числе, на русском), иероглифами и т. д. и при этом есть ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПЕРЕВОД НАЗВАНИЯ, его нужно вставить в квадратных скобках после оригинального написания библиографической ссылки на источник. Проще всего проверить наличие официального перевода названия статьи, отыскав статью на eLibrary.ru.

Если у статьи нет ОФИЦИАЛЬНОГО ПЕРЕВОДА, то нужно ПРИВЕСТИ ТРАНСЛИТЕРАЦИЮ всей

ссылки в квадратных скобках сразу после правильно оформленной ссылки в оригинальном написании. Транслитерацию следует проводить в стандарте BSI (автоматически производится на странице <http://ru.translit.net/?account=bsi>).

При оформлении списка литературы рекомендуется учитывать следующие детали: курсив, знаки препинания, прописные и строчные буквы, интервалы, пробелы и т. д.

Примеры оформления ссылок

Статьи в журналах

Русскоязычная / англоязычная статья

Шестакова М.В. Современная сахароснижающая терапия. *Проблемы эндокринологии*. 2010; 58(4):91–103. [Shestakova MV. Modern hypoglycaemic therapy. *Problemy endocrinologii*. 2010; 62(4):91–103 (In Russ)]. <https://doi.org/10.14341/probl201058491-103>

Halpern SD, Ubel PA, Caplan AL. Solid-organ transplantation in HIV-infected patients. *New England Journal of Medicine*. 2002; 347(4):284–287.

Книги и монографии

У книги один или несколько авторов

Гиляревский С.Р. *Миокардиты: современные подходы к диагностике и лечению*. Москва: Медиа Сфера; 2008. [Gilyarevskii SR. *Miokardity: sovremennye podkhody k diagnostike i lecheniyu*. Moscow: Media Sfera; 2008 (In Russ)].

Murray PR, Rosenthal KS, Kobayashi GS, Pfaller MA. *Medical microbiology*. 4th ed. St. Louis: Mosby; 2002.

Ringsven MK, Bond D. *Gerontology and leadership skills for nurses*. 2nd ed. Albany (NY): Delmar Publishers; 1996.

У книги один или несколько редакторов

Инфекции, передаваемые половым путем / Под ред. Аковбяна В.А., Прохоренкова В.И., Соколовского Е.В. Москва: Медиа Сфера, 2007. [*Infektsii, peredavaemye polovym putem*. Ed by Akovbyan VA, Prokhorenkov VI, Sokolovskiy EV. Moscow: Media Sfera; 2007 (In Russ)].

Gilstrap LC 3rd, Cunningham FG, van Dorsten JP, editors. *Operative obstetrics*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill; 2002.

Глава в книге

Григорьева Е.В., Крылов В.В., Шатохина Ю.И., Степанов В.Н. Нейровизуализация в неотложной нейрохирургии. В кн.: Крылов В.В. (ред.) *Нейрохирургия и нейрореаниматология*. Москва: АБВ-пресс; 2018. Гл.2. С.39–69. [Grigor'eva EV, Krylov VV, Shatokhina

YuI, Stepanov VN. Neyrovizualizatsiya v neotlozhnoy neurokhirurgii. In Krylov VV. (ed.) *Neurosurgery and neuroreanimatology*. Moscow: ABV-press Publ.; 2018. Pt.2. P.39–69. (In Russ)].

Meltzer PS, Kallioniemi A, Trent JM. Chromosome alterations in human solid tumors. In: Vogelstein B, Kinzler KW, editors. *The genetic basis of human cancer*. New York: McGraw-Hill; 2002, p. 93–113.

Материалы конференций

Пархоменко А.А., Дейханова В.М. Оказание медицинской помощи больным, перенесшим инфаркт головного мозга, на амбулаторно-поликлиническом этапе / Всероссийская научно-практическая конференция «Пути развития первичной медико-санитарной помощи»; ноябрь 13–14, 2014; Саратов. [Parkhomenko AA, Deikhanova VM. Okazanie meditsinskoi pomoshchi bol'nym, perenesshim infarkt golovnogo mozga, na ambulatorno-poliklinicheskom etape. (Conference proceedings) Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Puti razvitiya pervichnoi mediko-sanitarnoi pomoshchi»; 2014 Nov 13–14; Saratov. (In Russ)]. Доступно по: <http://medconfer.com/node/4128>. Ссылка активна на 12.12.2014.

Harnden P, Joffe JK, Jones WG, editors. Germ cell tumours V. Proceedings of the 5th Germ Cell Tumour Conference; 2001 Sep 13–15; Leeds, UK. New York: Springer; 2002.

Тезисы в материалах конференций

Рогожина К.К. Социально-психологические характеристики российских собственников. В кн.: Экономическая психология: материалы V науч.-практ. конф. Иркутск, 2005. Иркутск: БГУЭП, 2005. С. 127–132.

Christensen S, Oppacher F. An analysis of Koza's computational effort statistic for genetic programming. In: Foster JA, Lutton E, Miller J, Ryan C, Tettamanzi AG, editors. Genetic programming. EuroGP 2002: Proceedings of the 5th European Conference on Genetic Programming; 2002 Apr 3–5; Kinsdale, Ireland. Berlin: Springer; 2002. P. 182–91.

Научный или технический отчет (обязательно указание организации, проводящей исследование)

Загородний Н.В., Погожева Е.Ю. Поражение околосуставных мягких тканей в реальной клинической практике: частота, характер, эффективность нестероидных противовоспалительных препаратов. Исследование Энтропия. Москва: 2019.

Yen GG (Oklahoma State University, School of Electrical and Computer Engineering, Stillwater, OK). Health monitoring on vibration signatures. Final report. Arlington (VA): Air Force Office of Scientific Research (US), Air Force Research Laboratory; 2002 Feb. Report

No.: AFRLSRBLTR020123. Contract No.: F496209810049.

Russell ML, Goth-Goldstein R, Apte MG, Fisk WJ. Method for measuring the size distribution of airborne Rhinovirus. Berkeley (CA): Lawrence Berkeley National Laboratory, Environmental Energy Technologies Division; 2002 Jan. Report No.: LBNL49574. Contract No.: DEAC0376SF00098. Sponsored by the Department of Energy.

Диссертации

Бузаев И.В. Прогнозирование изменений центральной гемодинамики и выбор метода пластики левого желудочка при хронических аневризмах сердца: Дис. ... канд. мед. наук. — Новосибирск, 2006. [Buzaev IV. Prognozirovanie izmenenii tsentral'noi gemodinamiki i vybor metoda plastiki levogo zheludochka pri khronicheskikh anevrizmakh serdtsa. [dissertation] Novosibirsk; 2006 (In Russ)]. Доступно по: <http://www.buzaev.ru/downloads/disser.pdf>. Ссылка активна на 12.12.2014.

Borkowski MM. Infant sleep and feeding: a telephone survey of Hispanic Americans [dissertation]. Mount Pleasant (MI): Central Michigan University; 2002.

Патенты

Патент РФ на изобретение №2193864/10.12.02. Бюл. №34. Газазян М.Г., Пономарева Н.А., Иванова О.Ю. Способ ранней диагностики вторичной плацентарной недостаточности. [Patent RUS №2193864/10.12.02. Byul. №34. Gazazyan MG, Ponomareva NA, Ivanova OY. Sposob rannei diagnostiki vtorichnoi platsentarnoi nedostatochnosti (In Russ)]. Доступно по: http://www.ntpo.com/patents_medicine/medicine_1/medicine_432.shtml. Ссылка активна на 12.12.2014.

Pagedas AC, inventor; Ancel Surgical R&D Inc., assignee. Flexible endoscopic grasping and cutting device and positioning tool assembly. United States patent US 20020103498. 2002 Aug 1.

Другие публикуемые материалы

Мультимедиа-материалы

Протокол исследования больных с нарушениями сна (архив). [Protokol issledovaniya bol'nykh s narusheniyami sna (archiv) (In Russ)]. Доступно по: <http://sleepmed.ru/protissl.zip>. Ссылка активна на 12.12.2014.

Chason KW, Sallustio S. Hospital preparedness for bioterrorism [videocassette]. Secaucus (NJ): Network for Continuing Medical Education; 2002.

Законодательные документы

Федеральный закон Российской Федерации №323-ФЗ от 21 ноября 2011 г. «Об основах охраны здоровья граждан Российской Федерации». [Federal

Law of Russian Federation №323-F3 of 21 November 2011. «Ob osnovakh okhrany zdorov'ya grazhdan Rossiiskoi Federatsii» (In Russ)]. Доступно по: <http://www.rosminzdrav.ru/documents/7025-federalnyy-zakon-323-fz-ot-21-noyabrya-2011-g>. Ссылка активна на 12.12.2014.

Veterans Hearing Loss Compensation Act of 2002, Pub. L. No. 107-9, 115 Stat. 11 (May 24, 2001).

Healthy Children Learn Act, S. 1012, 107th Cong., 1st Sess. (2001).

Электронные материалы

Публикации в электронных версиях журналов

Полуэктов М.Г. Первичные и вторичные инсомнии и расстройства дыхания во сне. *Журнал неврологии и психиатрии*. 2011; 111(9):10–18. [Poluektov MG. Primary and secondary insomnia and disorders of breathing during sleep. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii*. 2011; 111(9):10–18 (In Russ)]. Доступно по: <http://www.mediasphera.ru/journals/korsakov/detail/782/12404/>. Ссылка активна на 12.12.2014.

Aboud S. Quality improvement initiative in nursing homes: the ANA acts in an advisory role. *Am J Nurs* [Internet]. 2002 Jun [cited 2002 Aug 12]; 102(6):[about 1 p.]. Available from: <http://www.nursingworld.org/AJN/2002/june/Wawatch.htmArticle>

ЛЮБЫЕ источники с цифровым идентификационным номером (Digital Object Identifier - DOI)

Zhang M, Holman CD, Price SD, et al. Comorbidity and repeat admission to hospital for adverse drug reactions in older adults: retrospective cohort study. *BMJ*. 2009; 338:a2752. <https://doi.org/10.1136/bmj.a2752>

Монографии, опубликованные в интернете

Foley KM, Gelband H, editors. Improving palliative care for cancer [Internet]. Washington: National Academy Press; 2001 [cited 2002 Jul 9]. Available from: <http://www.nap.edu/books/0309074029/html/>

Отдельные интернет-страницы

ronc.ru/council [интернет]. Российский Онкологический Научный Центр имени Н.Н. Блохина РАМН [доступ от 21.03.2012]. Доступ по ссылке <http://www.ronc.ru/council>



ISSN: 2782-1730 (PRINT) / ISSN: 2713-0711 (ONLINE) / DOI:10.53652/2782-1730-2023-4-4
 МЕДИЦИНСКИЙ ВЕСТНИК ГВКГ им. Н.Н. БУРДЕНКО. Научно-практическое издание. Тираж 1000 экз. Формат: 60–90 1/8. Зарегистрировано Государственным комитетом РФ по печати. Свидетельство о регистрации средства массовой информации от 10 июля 2020 г. ПИ № ФС77-78674. Периодичность: 4 раза в год. Подписано в печать 15.12.2023.

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н.Н. Бурденко» Министерства обороны Российской Федерации.

Редакция: 105094, Москва, Госпитальная площадь, 3. Тел.: +7 499 263 5555, доб. 4509, 4512, 4513; e-mail: gvkg.300@mail.ru

Научная редакция и корректура: Татьяна Урсегова, Карина Перьянова.

Статьи журнала входят в независимую базу данных полного перечня научных работ — «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ). Политика открытого доступа.

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендуемых ВАК РФ для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук и доктора наук.

Электронные версии выпущенных номеров журнала доступны на сайте: hospitalburdenko.com.

Целевая аудитория: врачи различных клинических дисциплин, организаторы здравоохранения, врачи смежных специальностей, ординаторы, аспиранты.

Полное и частичное воспроизведение материалов, опубликованных в журнале «Медицинский вестник ГВКГ им. Н.Н. Бурденко», допускается только с письменного разрешения редакции. Ответственность за достоверность сведений, приведенных в опубликованных материалах, несут авторы статей. Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов статей.

Производство журнала «Медицинский вестник ГВКГ им. Н.Н. Бурденко»: Издательский дом «Лидер Мнений». 125183, Москва, ул. Лихоборские Бугры, д. 6, оф. 30. Тел.: +7 926 317 4445; e-mail: opinionleaderph@gmail.com. На первой обложке: курс Livesurgery2023, компании Артромост.

Директор издательства: Анна Гурчиани. Выпускающий редактор: Светлана Еписеева. Дизайн-макет, верстка: Елена Матпирова. Корректор: Елена Травкина. Фотограф: Наталия Времычкина. Переводчик: Пётр Радаев.

MEDICAL BULLETIN OF THE MAIN MILITARY CLINICAL HOSPITAL NAMED AFTER N.N. BURDENKO. Scientific and practical edition.

Circulation 1000 copies. Format: 60–90 1/8. Certificate of registration of mass media PI number FS77-78674 on July 10, 2020. The Bulletin is published quarterly. Signed for printing 15.12.2023.

Founder: The Main Military Clinical Hospital named after N.N. Burdenko.

Editorial board: The Main Military Clinical Hospital named after N.N. Burdenko. Gospital sq. 3105229, Moscow, Russia. Phone: +7 499 263 5555, +4509, +4512,+4513; e-mail: gvkg.300@mail.ru

Scientific editing and proofreading: Tatiana Ursegova, Karina Peryanova.

The journal's articles are included in the independent database of the complete list of scientific papers — the Russian Science Citation Index (RSCI). Free access policy.

The journal is included in the List of peer-reviewed scientific publications recommended by the Higher Attestation Commission under the Ministry of Education and Science of Russia for the publication of the main scientific results of dissertations for the degree of Candidate of Sciences and Doctor of Sciences.

Electronic versions of the published issues of the journal are available online: hospitalburdenko.com. Target audience: doctors of various clinical disciplines, health care organizers, doctors of related specialties, residents, postgraduates.

The whole or partial reproduction of the material published in the Medical Bulletin of the Main Military Clinical Hospital named after N.N. Burdenko is permitted only with the written authorization of the publisher. The credibility and accuracy of published material are sole responsibility of their authors. The opinions expressed in the articles may or may not coincide with those of the editors.

Journal production “Medical Bulletin of the Main Military Clinical Hospital named after N.N. Burdenko”: Publishing house “Opinion Leader”. 125183, Moscow, Likhoborskie Bugry st., 6, # 30. Tel.: +7 926 317 4445; e-mail: opinionleaderph@gmail.com. On the first cover: Livesurgery2023 course by Artromost.

Director of the publishing house: Anna Gurchiani. Issuing editor: Svetlana Episeeva. Design & layout: Elena Mappirova. Corrector: Elena Travkina. Photographer: Natalia Vremyachkina. Translator: Petr Radaev.