



FEDERAL RESEARCH AND CLINICAL CENTER
OF INTENSIVE CARE MEDICINE AND REHABILITOLOGY

ISSN 2658-4433 (Print)
ISSN 2782-2974 (Online)



- R · S · P · E · N -

Клиническое питание и метаболизм

Том 2 · Выпуск 1

Clinical nutrition and metabolism

Volume 2 · Issue 1

2021



ECO VECTOR

<https://journals.eco-vector.com/2658-4433>

УЧРЕДИТЕЛИ

- ФГБНУ «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии»
- ООО «Эко-Вектор»

ИЗДАТЕЛЬ

ООО «Эко-Вектор»

Адрес: 191186, г. Санкт-Петербург, Аптекарский переулок, д. 3, литера А, помещение 1Н

E-mail: info@eco-vector.com

WEB: <https://eco-vector.com>

РЕКЛАМА

Отдел рекламы

Тел.: +7 (495) 308 83 89

E-mail: adv@eco-vector.com

РЕДАКЦИЯ

Зав. редакцией

Елена Андреевна Филиппова

E-mail: cnm@eco-vector.com

Тел: +7 (965) 012 70 72

ПОДПИСКА

Подписка на печатную версию через интернет:

- www.journals.eco-vector.com
- www.akc.ru
- www.pressa-rf.ru

OPEN ACCESS

В электронном виде журнал распространяется бесплатно — в режиме немедленного открытого доступа

ИНДЕКСАЦИЯ

- РИНЦ
- Google Scholar
- Ulrich's International Periodicals Directory
- WorldCat

ОРИГИНАЛ-МАКЕТ

подготовлен в издательстве «Эко-Вектор».

Литературный редактор: *М.Н. Шошина*

Корректор: *М.Н. Шошина*

Верстка: *Е.А. Труханова*

ISSN 2658-4433 (Print)

ISSN 2782-2974 (Online)

Клиническое питание и метаболизм

Том 2 | Выпуск 1 | 2021

ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается под эгидой Национальной ассоциации организаций клинического питания и метаболизма

Главный редактор

Свиридов Сергей Викторович, д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-9976-8903

Заместители главного редактора

Гречко Андрей Вячеславович, д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0003-3318-796X

Тутельян Виктор Александрович, д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-4164-8992

Никитюк Дмитрий Борисович, д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-4968-4517

Шестопалов Александр Ефимович, д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-5278-7058

Ответственный секретарь

Крылов Кирилл Юрьевич, д.м.н., доцент (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-1807-7546

Редакционная коллегия

Петрова М.В., д.м.н., доцент (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0003-4272-0957

Ерпулева Ю.В., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-8018-3366

Обухова О.А., к.м.н. (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0003-0197-7721

Пасечник И.Н., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-8121-4160

Сабиров Д.М., д.м.н., профессор (Ташкент, Узбекистан)

ORCID: 0000-0002-0460-5440

Стародубова А.В., д.м.н., доцент (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0001-9262-9233

Цветков Д.С., к.м.н. (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0003-1905-8627

Любошевский П.А., д.м.н., доцент (Ярославль, Россия)

ORCID: 0000-0002-7460-9519

Редакционный совет

Александрович Ю.С., д.м.н., профессор

(Санкт-Петербург, Россия)

ORCID: 0000-0002-2131-4813

Ачкасов Е.Е., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0001-9964-5199

Бутров А.В., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0003-4462-1530

Губайдуллин Р.Р., д.м.н., доцент (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0003-1582-4152

Кузовлев А.Н., д.м.н., доцент (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-5930-0118

Лекманов А.У., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0003-0798-1625

Лейдерман И.Н., д.м.н., профессор

(Санкт-Петербург, Россия)

ORCID: 0000-0001-8519-7145

Луфт В.М., д.м.н., профессор (Санкт-Петербург, Россия)

ORCID: 0000-0001-5996-825X

Никитин И.Г., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0003-1699-0881

Попова Т.С., д.б.н. профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0003-2693-0823

Погожева А.В., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0003-3983-0522

Рык А.А., к.м.н. (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-3968-3713

Савин И.А., д.м.н., доцент (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0003-2594-5441

Чубарова А.И., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0001-8831-6242

Шарафетдинов А.С., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0001-6061-0095

Хорошилов И.Е., д.м.н., профессор

(Санкт-Петербург, Россия)

ORCID: 0000-0002-4126-0947

Singer Pierre, профессор (Тель-Авив, Израиль)

ORCID: 0000-0003-0779-9321

Klek Stanislaw, профессор (Краков, Польша)

ORCID: 0000-0002-7887-3464

Meier Remy, профессор (Бундесдорф, Швейцария)

ORCID: 0000-0002-9714-8700

Pichard Claude, профессор (Женева, Швейцария)

ORCID: 0000-0003-4978-6385

Sobotka Lubos, профессор (Прага, Чехия)

ORCID: 0000-0002-0372-5790

Редакция не несет ответственности за содержание рекламных материалов. Точка зрения авторов может не совпадать с мнением редакции. К публикации принимаются только статьи, подготовленные в соответствии с правилами для авторов. Направляя статью в редакцию, авторы принимают условия договора публичной оферты. С правилами для авторов и договором публичной оферты можно ознакомиться на сайте: <https://journals.eco-vector.com/2658-4433/>. Полное или частичное воспроизведение материалов, опубликованных в журнале, допускается только с письменного разрешения издателя — издательства «Эко-Вектор».

FOUNDERS

- Federal Research and Clinical Center for Resuscitation and Rehabilitation
- Eco-Vector

PUBLISHER

Eco-Vector

Address: 3 liter A, 1H,
Aptekarsky pereulok, 191186,
Saint Petersburg, Russian Federation
E-mail: info@eco-vector.com
WEB: <https://eco-vector.com>

ADVERTISE

Adv. department

Phone: +7 (495) 308 83 89
E-mail: adv@eco-vector.com

EDITORIAL

Executive editor

Elena A. Philippova
E-mail: cnm@eco-vector.com
Phone: +7 (965) 012 70 72

SUBSCRIPTION

For print version:
www.journals.eco-vector.com

PUBLICATION ETHICS

Journal's ethic policies are based on:

- ICMJE
- COPE
- ORE
- CSE
- EASE

OPEN ACCESS

Immediate Open Access is mandatory
for all published articles

INDEXATION

- Russian Science Citation Index
- Google Scholar
- Ulrich's International Periodicals Directory
- WorldCat

TYPESET

complete in Eco-Vector
Copyeditor: *M.N. Shoshina*
Proofreader: *M.N. Shoshina*
Layout editor: *E.A. Trukhtanova*

ISSN 2658-4433 (Print)
ISSN 2782-2974 (Online)

Clinical nutrition and metabolism

Volume 2 | Issue 1 | 2021

QUARTERLY PEER-REVIEW MEDICAL JOURNAL

Published under the supervision of National Association
Organizations of Clinical Nutrition and Metabolism (RSPEN)

EDITOR-IN-CHIEF

Sergey V. Sviridov, MD, Dr. Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-9976-8903

DEPUTY EDITORS-IN-CHIEF

Andrey V. Grechko, MD, Professor, Dr. Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0003-3318-796X

Victor A. Tutelyan, MD, Professor, Dr. Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-4164-8992

Dmitriy B. Nikityuk, MD, Professor, Dr. Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-4968-4517

Alexander E. Shestopalov, MD, Professor, Dr. Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-5278-7058

RESPONSIBLE SECRETARY

Kirill Y. Krylov, MD, Assistant professor, Dr. Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-1807-7546

EDITORIAL BOARD

M.V. Petrova, MD, Assistant professor, Dr. Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0003-4272-0957

Y.V. Erpuleva, MD, Professor, Dr. Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-8018-3366

P.A. Lyuboshevskii, MD, Assistant professor, Dr. Sci. (Med.) (Yaroslavl, Russia)
ORCID: 0000-0002-7460-9519

O.A. Obukhova, MD, Cand. Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0003-0197-7721

I.N. Pasechnik, MD, Professor, Dr. Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-8121-4160

D.M. Sabirov, MD, Professor, Dr. Sci. (Med.) (Tashkent, Uzbekistan)
ORCID: 0000-0002-0460-5440

A.V. Starodubova, MD, Assistant professor, Dr. Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0001-9262-9233

D.S. Tsvetkov, MD, Cand. Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0003-1905-8627

EDITORIAL COUNCIL

E.Y. Achkasov, MD, Professor, Dr. Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0001-9964-5199

Y.S. Aleksandrovich, MD, Professor, Dr. Sci. (Med.) (Saint Petersburg, Russia)
ORCID: 0000-0002-2131-4813

A.V. Butrov, MD, Professor, Dr. Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0003-4462-1530

A.I. Chubarova, MD, Professor, Dr. Sci. (Bio) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0001-8831-6242

R.R. Gubaydullin, MD, Assistant professor, Dr. Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0003-1582-4152

S. Klek, MD, PhD, Professor (Krakow, Poland)
ORCID: 0000-0002-7887-3464

I.E. Khoroshilov, MD, Professor, Dr. Sci. (Med.) (Saint Petersburg, Russia)
ORCID: 0000-0002-4126-0947

A.N. Kuzovlev, MD, Assistant professor, Dr. Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-5930-0118

A.U. Lekmanov, MD, Professor, Dr. Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0003-0798-1625

I.N. Leyderman, MD, Professor, Dr. Sci. (Med.) (Saint Petersburg, Russia)
ORCID: 0000-0001-8519-7145

V.M. Luft, MD, Professor, Dr. Sci. (Med.) (Saint Petersburg, Russia)
ORCID: 0000-0001-5996-825X

R. Meier, MD, PhD, Professor (Bubendorf, Switzerland)
ORCID: 0000-0002-9714-8700

I.G. Nikitin, MD, Professor, Dr. Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0003-1699-0881

C. Pichard, MD, PhD, Professor (Geneva, Switzerland)
ORCID: 0000-0003-4978-6385

A.V. Pogozheva, MD, Professor, Dr. Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0003-3983-0522

T.S. Popova, Professor, Dr. Sci. (Biol.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0003-2693-0823

A.A. Ryk, MD, Cand. Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-3968-3713

I.A. Savin, MD, Assistant professor, Dr. Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0003-2594-5441

P. Singer, MD, Professor (Tel Aviv, Israel)
ORCID: 0000-0003-0779-9321

K.K. Sharafetdinov, MD, Professor, Dr. Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0001-6061-0095

L. Sobotka, MD, PhD, Professor (Prague, Czech Republic)
ORCID: 0000-0002-0372-5790

The editors are not responsible for the content of advertising materials. The point of view of the authors may not coincide with the opinion of the editors. Only articles prepared in accordance with the guidelines are accepted for publication. By sending the article to the editor, the authors accept the terms of the public offer agreement. The guidelines for authors and the public offer agreement can be found on the website: <https://journals.eco-vector.com/2658-4433/>. Full or partial reproduction of materials published in the journal is allowed only with the written permission of the publisher — the Eco-Vector publishing house.

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЗОРЫ

И.А. Курмуков, О.А. Обухова

Венозный доступ для парентерального питания: что изменилось за последние 12 лет в Европе и Северной Америке? 5

А.И. Закревский, А.А. Фёдорова, И.Н. Пасечник, Д.Е. Кутепов

Саркопения: как её диагностировать? 13

Д.В. Николаев, С.П. Щелыкалина

Фазовый угол: медицинские интерпретации и применения 23

Ю.В. Ерпулёва, Р.Е. Румянцев

Современные скрининговые методы оценки питательного статуса детей раннего возраста с кишечной инфекцией. 37

НЕКРОЛОГИ

М.В. Петрова, Е.В. Лугинина

Профессор Пряников Игорь Валентинович (08.04.1959–12.03.2021) 44

CONTENTS

REVIEWS

Ildar A. Kurmukov, Olga A. Obukhova

Venous access for parenteral nutrition: Changes in Europe and North America over the past 12 years. 5

Anton I. Zakrevsky, Anna A. Fedorova, Igor N. Pasechnik, Dmitry E. Kutepov

Sarcopenia and its diagnosis 13

Dmitry V. Nikolaev, Svetlana P. Shchelykalina

Phase angle: medical interpretations and applications 23

Yulia V. Erpuleva, Roman E. Rumiantsev

Screening methods for the nutritional status assessment in young children with an intestinal infection 37

OBITUARIES

Marina V. Petrova, Elena V. Luginina

Professor Igor V. Pryanikov (08.04.1959–12.03.2021). 44

DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr79378>

Венозный доступ для парентерального питания: что изменилось за последние 12 лет в Европе и Северной Америке?

И.А. Курмуков, О.А. Обухова

Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н. Блохина, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

В статье представлен обзор существенных изменений клинической практики, произошедших со времени публикации рекомендаций Европейской ассоциации клинического питания и метаболизма по обеспечению сосудистого доступа для парентерального питания в отношении выбора сосудистого доступа, профилактики и лечения наиболее частых осложнений длительно используемого венозного доступа — катетерассоциированной инфекции кровотока и обструкции внутреннего просвета катетеров.

Предпочитаемый сосудистый доступ при средне- и долговременном парентеральном питании — туннелируемый центральный венозный катетер, периферически имплантируемый центральный венозный катетер или полностью имплантируемая порт-система — теперь в значительной степени определяется основным заболеванием, ближайшим прогнозом жизни и комфортом пациента, а при кратковременном парентеральном питании в стационаре — в большей степени зависит от возможностей конкретного лечебного учреждения. Строгое соблюдение современных стандартных мер инфекционного контроля и ухода за венозным доступом и инфузионными линиями, гигиена рук, а также соответствующее обучение медицинского персонала, пациентов и ухаживающих за ними лиц являются в настоящее время самыми надёжными и эффективными способами профилактики катетерассоциированной инфекции кровотока. В качестве дополнительной меры применяется «замок катетера» тауролидином. Оклюзия внутреннего канала катетера в большинстве случаев может быть устранена лекарственным методом, однако его эффективность непосредственно зависит от соответствия выбранного препарата причине окклюзии.

В целом, произошедшие в последние годы изменения позволили значительно уменьшить частоту и опасность осложнений парентерального питания, связанных с сосудистым доступом.

Ключевые слова: венозный доступ; парентеральное питание; катетерассоциированная инфекция кровотока; КАИК; окклюзия венозного катетера.

Как цитировать

Курмуков И.А., Обухова О.А. Венозный доступ для парентерального питания: что изменилось за последние 12 лет в Европе и Северной Америке? // Клиническое питание и метаболизм. 2021. Т. 2, № 1. С. 5–12. DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr79378>

DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr79378>

Venous access for parenteral nutrition: Changes in Europe and North America over the past 12 years

Ildar A. Kurmukov, Olga A. Obukhova

N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

This article provides an overview of the significant changes in clinical practices since the publication of the European Association for Clinical Nutrition and Metabolism guidelines on providing vascular access for parenteral nutrition regarding the choice of vascular access and prevention and treatment of the most common and important complications of long-term venous access, the catheter-associated bloodstream infection, and internal lumen obstruction of catheters.

The preferred vascular access for parenteral nutrition for medium- to long-term parenteral nutrition is the tunneled central venous catheter, peripherally inserted central catheter, or a fully implantable port system, which is now largely determined by the underlying disease, near-term prognosis and patient comfort, and short-term parenteral nutrition in a hospital that largely depends on the capabilities of a particular medical institution. Strict adherence to modern standard measures for infection control and care of venous access and infusion lines, hand hygiene, and appropriate training of medical personnel, patients, and their caregivers are currently the most reliable and effective methods to prevent catheter-associated bloodstream infection. Taurolidine “catheter lock” is used as an additional measure.

In most cases, the occlusion of the inner canal of the catheter can be eliminated by drug methods; however, its effectiveness directly depends on the correspondence of the chosen drug to the cause of the occlusion. Generally, changes in recent years have significantly reduced the incidence and risk of parenteral nutrition complications associated with vascular access.

Keywords: venous access; parenteral nutrition; catheter-associated bloodstream infection; occlusion/obstruction of the catheter.

To cite this article

Kurmukov IA, Obukhova OA. Venous access for parenteral nutrition: Changes in Europe and North America over the past 12 years. *Clinical nutrition and metabolism*. 2021;2(1):5–12. DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr79378>

Received: 31.08.2021

Accepted: 08.10.2021

Published: 28.10.2021

ВВЕДЕНИЕ

В 2021 г. исполнилось 12 лет со времени публикации рекомендаций Европейской ассоциации клинического питания и метаболизма (European Society for Clinical Nutrition and Metabolism, ESPEN) по обеспечению сосудистого доступа для парентерального питания (ПП) [1].

Эксперты Ассоциации составили рекомендации в виде ответов на 12 вопросов, касающихся формирования сосудистого доступа (таблица, вопросы 1–5) для ПП, профилактики и лечения наиболее частых важных осложнений длительно используемого для ПП венозного доступа — катетерассоциированной инфекции кровотока (КАИК) (см. таблицу, вопросы 6–9) и обструкции

внутреннего просвета катетеров (см. таблицу, вопросы 10–12). Удивительно не то, что все эти вопросы и сегодня несколько не утратили значимости, а то, что ответы экспертов ESPEN, сформулированные более 10 лет назад, остались актуальными. Во всяком случае в последних по времени публикации рекомендациях ESPEN для пациентов отделений интенсивной терапии и других клинических групп (с которыми заинтересованный читатель может ознакомиться на сайте ESPEN [2]) положения о венозном доступе для ПП не стали предметом обсуждения или пересмотра по существу, и были специально рассмотрены только в отношении домашнего ПП [3]. Однако и общее развитие технологий, и изменения

Таблица. Ключевые вопросы венозного доступа для парентерального питания (по материалам [1], исходные рекомендации приведены в сокращённом виде)

Table. Key issues of venous access for parenteral nutrition (based on [1], initial recommendations are abridged)

1	<i>Можно ли проводить парентеральное питание через периферический доступ?</i>
	Рекомендуется, чтобы парентеральное питание через короткую периферическую канюлю или через midline-катетер использовалось при постоянном тщательном наблюдении медперсоналом (в стационаре), недолго и только растворами, осмолярность которых не превышает 850 мОсм/л
2	<i>Какой вариант центрального венозного катетера для парентерального питания является предпочтительным?</i>
	Для кратковременного парентерального питания в стационаре: нетуннелируемые стандартные центральные венозные катетеры и центральные катетеры, устанавливаемые через периферические вены (PICC-катетеры). Среднесрочно: PICC, катетер Hohn, туннелируемые центральные венозные катетеры и полностью имплантируемая порт-система. Длительное (>3 мес) и домашнее парентеральное питание: туннелируемые центральные венозные катетеры или полностью имплантируемая порт-система. При необходимости ежедневного доступа предпочтительнее туннелируемые центральные венозные катетеры
3	<i>Какого доступа следует избегать при установке стандартного центрального венозного катетера?</i>
	Не рекомендуются доступы через бедренные вены и «высокие» доступы к внутренней яремной вене
4	<i>Как устанавливать центральный венозный катетер?</i>
	Рекомендуется пункционная (чрескожная) канюляция вены с динамической ультразвуковой поддержкой процедуры
5	<i>Какое положение дистального конца центрального венозного катетера является наиболее подходящим для парентерального питания, и нужно ли рентгеновское исследование грудной клетки после установки центрального венозного катетера?</i>
	Парентеральное питание следует вводить через катетер, кончик которого находится в нижней трети верхней полой вены, в области предсердно-кавального перехода или в верхней части правого предсердия. Рентгеновский контроль является обязательным, если (а) положение наконечника не было проверено во время процедуры и/или (б) когда устройство было установлено с использованием слепого подключичного доступа или другой техники с высоким риском повреждения плевры и лёгкого
6	<i>Что может снизить риск инфекций кровотока, связанных с катетером?</i>
	Риск катетерассоциированной инфекции кровотока снижается при использовании туннелируемого центрального венозного катетера и полностью имплантируемой порт-системы (при длительном использовании), стандартного центрального венозного катетера с антимикробным покрытием (при краткосрочном использовании), одноканальных катетеров (в сравнении с многоканальными), PICC-катетеров (в сравнении со стандартным центральным венозным катетером без антимикробного покрытия), ультразвукового исследования во время формирования доступа; подчёркивается необходимость соблюдения правил асептики и антисептики при формировании доступа, его сохранении и использовании. Риск катетерассоциированной инфекции кровотока не снижается при использовании дополнительных фильтров инфузионных линий, «плановой замене» центрального венозного катетера, антибиотикопрофилактике, заполнении катетера раствором гепарина

Таблица. Окончание**Table. Ending**

7	<i>Какой метод диагностики катетерассоциированной инфекции кровотока является лучшим?</i>
	Количественные или полуколичественные культуральные микробиологические методы исследования удалённого катетера; парные количественные или качественные культуральные микробиологические методы исследования крови из периферической вены и из катетера с постоянным контролем времени положительного результата посева
8	<i>Что делать со стандартным центральным венозным катетером при выявлении катетерассоциированной инфекции кровотока?</i>
	В случае (а) явных признаков инфекции в месте выхода катетера из кожи, (б) клинических признаков сепсиса, (в) положительного посева катетера, заменённого по проводнику, или (г) положительных парных культур крови стандартный центральный венозный катетер следует удалить. После удаления катетера необходимо продолжить соответствующую антибактериальную терапию
9	<i>Что делать с устройствами длительного венозного доступа при выявлении катетерассоциированной инфекции кровотока?</i>
	Устройство длительного венозного доступа следует удалять в случае (а) туннельной инфекции или перипортального абсцесса, (б) клинических признаков септического шока, (в) при выявлении в парных культурах крови грибковой или высоковирулентной бактериальной инфекции и/или (г) катетерассоциированной инфекции кровотока, осложнённой эндокардитом, септическим тромбозом или метастатическими очагами инфекции. В других случаях можно попытаться спасти устройство введением во внутренний канал катетера «замка» с соответствующим антибиотиком
10	<i>Следует ли регулярно промывать катетер; какой раствор следует использовать и как часто?</i>
	Большинство центральных венозных катетеров для парентерального питания достаточно промывать физиологическим раствором. Если это рекомендовано производителем устройства, «замок» раствором гепарина катетера без дистального клапана следует использовать после промывания физиологическим раствором, когда катетер не используется более 8 ч
11	<i>Как предупредить и что делать при выявлении окклюзии внутреннего просвета центрального венозного катетера?</i>
	Окклюзию внутреннего просвета катетера можно предотвратить с помощью соответствующих протоколов инфузии, включая использование инфузионных насосов
12	<i>Как предупредить (на этапе формирования доступа) и что делать при выявлении тромботических осложнений, связанных с центральным венозным катетером?</i>
	Частота тромботических осложнений может быть уменьшена при ультразвуковой поддержке формирования доступа, выборе катетера наименьшего диаметра (при условии возможности проведения необходимой пациенту инфузионной терапии), установке дистального кончика катетера в область предсердно-кавального перехода

в структуре оказания медицинской помощи, и множество проведённых за последние годы клинических исследований несколько изменили если не принципы, зафиксированные в рекомендациях ESPEN 2009 г., то некоторые акценты, понимание которых позволит улучшить конкретную клиническую практику не только в отношении немногочисленной в нашей стране когорты пациентов на домашнем ПП, но и тех, кто получает ПП в стационарах.

ФОРМИРОВАНИЕ СОСУДИСТОГО ДОСТУПА ДЛЯ ПАРЕНТЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

В стационарах в связи со значительной вариабельностью клинических сценариев, длительности (часто непрогнозируемой) и режимов внутривенного питания пациентов отделений интенсивной терапии или больных, получающих лечение в связи с острым или декомпенсированным поражением пищеварительного тракта, для ПП используется весь спектр венозных

доступов — от коротких периферических катетеров до полностью имплантируемых порт-систем. Если у пациента уже имеется венозный доступ, то, как правило, он и используется. Так, например, у пациентов, получающих ПП в раннем послеоперационном периоде, предпочтительно используемым венозным доступом оказывается стандартный (нетуннелируемый) центральный венозный катетер (ЦВК), установленный для интраоперационной инфузии, а у онкологических больных в Европе или США даже для кратковременного ПП — периферически имплантируемый центральный венозный катетер (peripherally inserted central catheter, PICC) или полностью имплантируемая порт-система (ПИПС), установленные для проведения противоопухолевого лечения [4, 5]. Если подходящего венозного доступа нет, то при лечении в стационаре обычно устанавливается стандартный ЦВК, который будет, скорее всего, использоваться не только для ПП, но и для лекарственной терапии, забора анализов крови и т.п.

В отношении венозного доступа для длительно-го и домашнего ПП эксперты ESPEN, участвовавшие

в формировании соответствующих рекомендаций 2020 г., единодушно высказались в пользу туннелируемых ЦБК с подкожной защитной манжетой или полностью имплантируемых порт-систем, считая, впрочем, возможным применение PICC-катетеров при планируемой длительности ПП менее 6 мес [3]. Эксперты Американского общества парентерального и энтерального питания (American Society for Parenteral and Enteral Nutrition, ASPEN) по этим показаниям поддерживают применение туннелируемых ЦБК или PICC при предполагаемой длительности ПП менее 30 дней [6]. Однако на практике ситуация «на местах» часто оказывается иной. Даже в Северной Америке, регионе с высокой приверженностью рекомендациям ASPEN, для ежедневного домашнего ПП очень часто используются PICC (в Канаде) или PICC и ПИПС (в США). Более того, в Канаде, как будто вопреки рекомендациям ASPEN, туннелируемые ЦБК фактически перестали быть самым часто используемым венозным доступом при домашнем ПП. Причины этого были показаны при анализе Канадского регистра домашнего ПП, в котором с 2005 г. аккумулируются данные о пациентах, используемых венозных доступах, программах ПП и исходах. При сравнении двух четырёхлетних периодов (2005–2008 и 2011–2014 гг.) исследователи обнаружили, что доля PICC, используемых для домашнего ПП, увеличилась с 21,6 до 52,9%, а туннелируемых ЦБК — уменьшилась с 64,3 до 38,0%. Одновременно было выявлено значительное изменение состава пациентов: так, доля пациентов с онкологическими заболеваниями за эти же периоды увеличилась с 16,7 до 37,9%, а доля пациентов с синдромом короткой кишки, напротив, уменьшилась с 65,5 до 32% [7]. Поскольку у онкологических пациентов продолжительность ПП зачастую труднопредсказуема, а в Канаде PICC являются самым распространённым центральным венозным доступом при лекарственном противоопухолевом лечении, при появлении показаний их просто начинали использовать и для ПП, не подвергая пациентов госпитализации и дополнительным рискам, связанным с формированием нового, пусть даже и более подходящего венозного доступа. Схожая ситуация отмечена в США и европейских странах с высокой доступностью медицинской помощи.

ПРОФИЛАКТИКА КАТЕТЕРАССОЦИИРОВАННОЙ ИНФЕКЦИИ КРОВОТОКА

По-видимому, наилучшие результаты профилактики КАИК могут быть достигнуты скрупулёзным соблюдением асептики и антисептики при работе с компонентами катетеров и инфузионных линий, контаминация которых может привести к распространению микроорганизмов во внутреннюю часть катетера и далее в кровоток. Высокая приверженность

рекомендациям в части мер инфекционного контроля и ухода за венозным доступом, гигиена рук, обработка антисептиками проблемных мест присоединения инфузионных линий к катетерам, кожи области выхода катетера, а также соответствующее обучение пациентов и ухаживающих за ними лиц в значительной степени снижают как общую частоту КАИК, так и различия в частоте инфекции при разных вариантах венозного сосудистого доступа.

В 2005–2009 гг. общая частота КАИК при проведении домашнего ПП в Канаде составляла 1,58 на 1000 катетер-дней, а в трёх академических центрах, активно проводивших обучение медперсонала и пациентов правилам ухода за венозным доступом, она оказалась равной 0,97 на 1000 катетер-дней и не зависела от типа сосудистого доступа (более половины пациентов получали лечение в связи с синдромом короткой кишки, медиана длительности ПП и функционирования венозного доступа составляла 36 мес и 281 день, а частота использования туннелируемых ЦБК, PICC и ПИПС — 66,7; 25,9 и 7,4% соответственно). Быстрое повсеместное внедрение протоколов ухода за венозным доступом привело к тому, что уже в период 2011–2014 гг. общая частота КАИК при домашнем ПП в Канаде снизилась до 0,97 на 1000 катетер-дней [7, 8]. У пациентов с распространёнными вариантами онкологических заболеваний риск развития КАИК считается одним из самых высоких, в том числе из-за длительности стояния катетеров и их частого использования не только для ПП, а также в связи с неселективной иммуносупрессией, транзиторной бактериемией при мукозитах и опухолевом повреждении кожи и слизистых оболочек. Однако соблюдение стандартных для работы с катетерами и инфузионными линиями мер асептики и антисептики снижает частоту КАИК при ПП даже у таких пациентов. Например, в наблюдательном исследовании 335 онкологических больных, получавших домашнее ПП (всего 408 сосудистых доступа; ПИПС, PICC и туннелируемые ЦБК в 50,5; 46,8 и 2,7% случаев соответственно), при медиане продолжительности ПП 54 дня частота КАИК составила 0,54 (95% доверительный интервал 0,32–0,86) на 1000 катетер-дней [9].

Поскольку риск КАИК при тщательном следовании правилам асептики значительно снижается, но всё же остаётся, сохраняется интерес и к методикам стерилизации внутреннего просвета катетеров путём введения в них растворов антисептиков. Систематический обзор и метаанализ данных отдельных исследований эффективности профилактики КАИК при использовании разных вариантов промывания и заполнения внутреннего просвета катетеров после использования показал, что регулярное применение «замков» с раствором тауролидина достоверно снижает частоту катетерассоциированной инфекции [10]: в течение одного года КАИК развивалась у 44% пациентов, катетеры которых после

использования заполняли физиологическим раствором, и только у 12% — при использовании «замка» с тауролидином. Желательность и безопасность использования раствора тауролидина для профилактики КАИК, основанная на независимом анализе этих же исследований, была подтверждена экспертами ESPEN в 2020 г. [3]. К сожалению, высокая цена препарата в России значительно снижает его привлекательность и сдерживает применение в нашей стране. Гораздо более дешёвая методика «этанолового замка» с использованием 70% медицинского спирта продемонстрировала высокую эффективность в нескольких исследованиях [11], но в настоящее время официального одобрения для использования с катетерами для ПП не получила.

ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ ОККЛЮЗИИ ВНУТРЕННЕГО КАНАЛА КАТЕТЕРА

В последние годы заметна тенденция к отказу от промывания и заполнения просвета катетеров для ПП раствором гепарина, а главной причиной является увеличение частоты КАИК. В исследовании частоты КАИК при разных составах растворов «замков» катетера [10] было установлено, что при регулярном заполнении просвета катетера раствором гепарина в течение одного года КАИК развивались у 86% пациентов, т.е. почти вдвое чаще, чем при заполнении катетера физиологическим раствором (44%), и в 7 раз чаще, чем при использовании раствора тауролидина (12%). Это наблюдение не вызывает удивления, поскольку гепарин, представляющий собой гликозаминогликан, потенциально является питательным субстратом для микроорганизмов, способствует образованию биоплёнки и, следовательно, увеличивает риск КАИК при контаминации внутреннего просвета катетера. Гепариновый «замок» рекомендуется некоторыми производителями ЦВК и традиционно используется для уменьшения частоты тромбоза внутреннего канала катетера вследствие «заброса» в него крови при длительном отсутствии инфузии. При ПП время без инфузии бывает ограничено несколькими часами, а пациенты редко испытывают значительные физические нагрузки, способствующие изменению внутригрудного давления и активному забросу крови ретроградно через дистальный конец катетера в его просвет. Фактически, учитывая увеличение рисков КАИК, значительно более высокую цену (как в летальности, так и в материальных ресурсах, необходимых для лечения) эпизода КАИК в сравнении с окклюзией катетера, введение гепаринового «замка» при временном прекращении инфузии и после промывания просвета катетера физиологическим раствором экспертами ESPEN не рекомендуется [3].

В настоящее время для устранения окклюзии внутреннего просвета ЦВК в клинической практике

используется несколько способов, выбор которых зависит как от доступности ресурсов, так и от предполагаемой причины «непроходимости» катетера [12]. Механическое очищение внутреннего просвета катетера специальными щётками — универсальный и, по-видимому, самый эффективный метод разрешения подобных проблем. В опубликованном в 2015 г. первом сравнительном исследовании эффективности и безопасности механического и лекарственного устранения окклюзии частота восстановления проходимости катетера для ПП при использовании «щёток» составила 86% против 50% при применении методики тромболиза ($p < 0,0001$) [13].

Механическое восстановление проходимости катетеров, однако, серьёзно ограничено малой доступностью необходимых инструментов, поэтому лекарственная методика по-прежнему актуальна и востребована. Эта методика заключается в заполнении внутреннего просвета катетера раствором лекарственного препарата, способствующего растворению и последующему удалению из катетера сгустков, преципитатов или других субстанций, вызвавших окклюзию. Эффективность лекарственного метода восстановления проходимости катетера непосредственно зависит от соответствия выбранного препарата причине окклюзии. Тромбы в просвете катетера могут быть устранены введением тромболитических препаратов; как правило, «замок» с тромболитиком устанавливается в катетер дважды, последовательно, с 30–60-минутной экспозицией каждой дозы. Выбор конкретного тромболитика имеет значение: эффективность устранения окклюзии внутреннего просвета катетера, связанной с тромбами, при использовании урокиназы составляет чуть менее 80%, а альтеплазы или ретеплазы — 86 и 95% соответственно [11]. Преципитаты большинства лекарственных препаратов хорошо растворяются применением «замков» из растворов гидрохлорида натрия (0,1 молярным) или цитрата. Уменьшение и полная окклюзия просвета катетера, связанная с применением жировых эмульсий, хорошо устраняется заполнением просвета катетера 70% этиловым спиртом с экспозицией от 30 мин и более («этаноловый замок»). В связи с естественным для окклюзии уменьшением ёмкости внутреннего канала катетера раствор соответствующего причине окклюзии лекарственного препарата приходится вводить медленно, первоначально в объёме, меньшем объёма заполнения катетера, выдерживая достаточное время экспозиции препарата в просвете катетера и пытаясь полностью удалить содержимое из просвета катетера перед каждым повторным введением препарата.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современный туннелируемый ЦВК, выполненный из полиуретана или силикона и снабжённый подкожно фиксируемой манжетой, дистальный конец которого

установлен в область атриокавального перехода верхней полой вены, а наружный конец выведен на кожу верхней половины грудной клетки, является в настоящее время самым удобным для пациента и медицинского персонала, надёжным и безопасным вариантом доступа для средне- и долгосрочного ПП. В России при существующих ценах на медицинские изделия и медицинские услуги это целесообразно и с экономических позиций. Вместе с тем при наличии у пациента одного из вариантов средне- или долгосрочного доступа, иного чем туннелируемый ЦВК, необходимость его замены представляется сомнительной. При стационарном кратковременном ПП вариант венозного доступа для ПП не имеет принципиального значения, и должен выбираться на основании адекватной оценки возможностей конкретного лечебного учреждения.

Самыми надёжными и эффективными способами профилактики КАИК являются строгое соблюдение стандартных мер инфекционного контроля и ухода за венозным доступом и инфузионными линиями, гигиена рук, соответствующее обучение как медицинского персонала, так и пациентов и ухаживающих за ними лиц. В качестве дополнительной меры профилактики КАИК может применяться «замок катетера» тауролидином.

Окклюзия внутреннего канала катетера в большинстве случаев может быть устранена лекарственным методом.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Источник финансирования. Поисково-аналитическая работа проведена на личные средства авторского коллектива.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. И.А. Курмуков — поисково-аналитическая работа, написание текста и редактирование статьи; О.А. Обухова — написание текста, редактирование статьи, одобрение направления рукописи на публикацию. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

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

Authors' contribution. I.A. Kurmukov — search and analytical work, text writing and article editing; O.A. Obukhova — writing the text, editing the article, approving the direction of the manuscript for publication. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pittiruti M., Hamilton H., Biffi R., et al. ESPEN Guidelines on parenteral nutrition: central venous catheters (access, care, diagnosis and therapy of complications) // *Clin Nutr.* 2009. Vol. 28, N 4. P. 365–377. doi: 10.1016/j.clnu.2009.03.015
2. ESPEN Guidelines & Consensus Papers [updated 07 September 2021]. Режим доступа: <https://www.espen.org/guidelines-home/espen-guidelines>. Дата обращения: 07.09.2021.
3. Pironi L., Boeykens K., Bozzetti F., et al. ESPEN guideline on home parenteral nutrition // *Clin Nutr.* 2020. Vol. 39, N 6. P. 1645–1666. doi: 10.1016/j.clnu.2020.03.005
4. Обухова О.А., Кашия Ш.Р., Курмуков И.А., и др. Влияние полного парентерального питания на метаболические процессы в раннем послеоперационном периоде у онкологических больных // *Общая реаниматология*. 2011. Т. 7, № 2. С. 51–55.
5. Pronina A., Kurmukov I., Kashia S. Totally implantable venous access ports (TIVAPs) in cancer patients (pts): safety of implantation in intensive care unit (ICU) and opportunity for immediate use // *Critical Care*. 2019. Vol. 23, Suppl. 2. P. 72–193.
6. Kovacevich D.S., Corrigan M., Ross V.M., et al. American Society for Parenteral and Enteral Nutrition guidelines for the selection and care of central venous access devices for adult home parenteral nutrition administration // *J Parenter Enteral Nutr.* 2019. Vol. 43, N 1. P. 15–31. doi: 10.1002/jpen.1455
7. Hortencio T.D., Arendt B.M., Teterina A., et al. Changes in home parenteral nutrition practice based on the canadian home parenteral nutrition patient registry // *J Parenter Enteral Nutr.* 2017. Vol. 41, N 5. P. 830–836. doi: 10.1177/0148607115609289
8. Saqui O., Fernandes G., Allard J. Central venous catheter infection in Canadian home parenteral nutrition patients: a 5-year multicenter retrospective study // *Br J Nurs.* 2020. Vol. 29, N 8. P. S34–S42. doi: 10.12968/bjon.2020.29.8.S34
9. Vashi P.G., Virginkar N., Popiel B., et al. Incidence of and factors associated with catheter-related bloodstream infection in patients with advanced solid tumors on home parenteral nutrition managed using a standardized catheter care protocol // *BMC Infect Dis.* 2017. Vol. 17, N 1. P. 372. doi: 10.1186/s12879-017-2469-7
10. Wouters Y., Causevic E., Klek S., et al. Use of catheter lock solutions in patients receiving home parenteral nutrition: a systematic review and individual-patient data meta-analysis // *J Parenter Enteral Nutr.* 2020. Vol. 44, N 7. P. 1198–1209. doi: 10.1002/jpen.1761
11. Gundogan K., Dave N.J., Griffith D.P., et al. Ethanol lock therapy markedly reduces catheter-related blood stream infections in adults requiring home parenteral nutrition: a retrospective study from a tertiary medical center // *J Parenter Enteral Nutr.* 2020. Vol. 44, N 4. P. 661–667. doi: 10.1002/jpen.1698
12. Dibb M., Lal S. Home parenteral nutrition: vascular access and related complications // *Nutr Clin Pract.* 2017. Vol. 32, N 6. P. 769–776. doi: 10.1177/0884533617734788
13. Allan P.J., McMahon M., Abraham A., et al. Reduced need for replacement of long term parenteral nutrition catheters following endoluminal brushing // *Clin Nutr.* 2015. Vol. 34, N 1. P. 146–150. doi: 10.1016/j.clnu.2014.02.006

REFERENCES

1. Pittiruti M, Hamilton H, Biffi R, et al. ESPEN Guidelines on parenteral nutrition: central venous catheters (access, care, diagnosis and therapy of complications). *Clin Nutr.* 2009;28(4):365–377. doi: 10.1016/j.clnu.2009.03.015
2. ESPEN Guidelines & Consensus Papers [updated 07 September 2021]. Available from: <https://www.espen.org/guidelines-home/espen-guidelines>. Accessed: 07.09.2021.
3. Pironi L, Boeykens K, Bozzetti F, et al. ESPEN guideline on home parenteral nutrition. *Clin Nutr.* 2020;39(6):1645–1666. doi: 10.1016/j.clnu.2020.03.005
4. Obukhova OA, Kashia SR, Kurmukov IA, et al. The effect of complete parenteral nutrition on metabolic processes in the early postoperative period in cancer patients. *General Resuscitation.* 2011;7(2):51–55. (In Russ).
5. Pronina A, Kurmukov I, Kashia S. Totally implantable venous access ports (TIVAPs) in cancer patients (pts): safety of implantation in intensive care unit (ICU) and opportunity for immediate use. *Critical Care.* 2019;23(Suppl 2):72–193.
6. Kovacevich DS, Corrigan M, Ross VM, et al. American Society for Parenteral and Enteral Nutrition guidelines for the selection and care of central venous access devices for adult home parenteral nutrition administration. *J Parenter Enteral Nutr.* 2019;43(1):15–31. doi: 10.1002/jpen.1455
7. Hortencio TD, Arendt BM, Teterina A, et al. Changes in home parenteral nutrition practice based on the canadian home parenteral nutrition patient registry. *J Parenter Enteral Nutr.* 2017;41(5):830–836. doi: 10.1177/0148607115609289
8. Saqui O, Fernandes G, Allard J. Central venous catheter infection in Canadian home parenteral nutrition patients: a 5-year multicenter retrospective study. *Br J Nurs.* 2020;29(8):S34–S42. doi: 10.12968/bjon.2020.29.8.S34
9. Vashi PG, Virginkar N, Popiel B, et al. Incidence of and factors associated with catheter-related bloodstream infection in patients with advanced solid tumors on home parenteral nutrition managed using a standardized catheter care protocol. *BMC Infect Dis.* 2017. 30;17(1):372. doi: 10.1186/s12879-017-2469-7
10. Wouters Y, Causevic E, Klek S, et al. Use of catheter lock solutions in patients receiving home parenteral nutrition: a systematic review and individual-patient data meta-analysis. *J Parenter Enteral Nutr.* 2020;44(7):1198–1209. doi: 10.1002/jpen.1761
11. Gundogan K, Dave NJ, Griffith DP, et al. Ethanol lock therapy markedly reduces catheter-related blood stream infections in adults requiring home parenteral nutrition: a retrospective study from a tertiary medical center. *J Parenter Enteral Nutr.* 2020;44(4):661–667. doi: 10.1002/jpen.1698
12. Dibb M, Lal S. Home parenteral nutrition: vascular access and related complications. *Nutr Clin Pract.* 2017;32(6):769–776. doi: 10.1177/0884533617734788
13. Allan PJ, McMahon M, Abraham A, et al. Reduced need for replacement of long term parenteral nutrition catheters following endoluminal brushing. *Clin Nutr.* 2015;34(1):146–150. doi: 10.1016/j.clnu.2014.02.006

ОБ АВТОРАХ

* **Обухова Ольга Аркадьевна**, к.м.н.;

адрес: Россия, 115487, Москва, Каширское шоссе, д. 24;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0197-7721>;

eLibrary SPIN: 6876-7701; e-mail: obukhova0404@yandex.ru

Курмуков Илдар Анварович, к.м.н.;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8463-2600>;

eLibrary SPIN: 3692-5202; e-mail: kurmukovia@gmail.com

AUTHORS' INFO

* **Olga A. Obukhova**, MD, Cand. Sci. (Med.);

address: 24 Kashirskoe shosse, Moscow, 115487, Russia;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0197-7721>;

eLibrary SPIN: 6876-7701; e-mail: obukhova0404@yandex.ru

Ildar A. Kurmukov, MD, Cand. Sci. (Med.);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8463-2600>;

eLibrary SPIN: 3692-5202; e-mail: kurmukovia@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr71107>

Саркопения: как её диагностировать?

А.И. Закревский¹, А.А. Фёдорова^{1, 2}, И.Н. Пасечник¹, Д.Е. Кутепов^{1, 2}¹ Центральная государственная медицинская академия Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Российская Федерация² Клиническая больница № 1 Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Увеличение продолжительности жизни ассоциирует с возрастанием числа лиц, страдающих саркопенией, что проявляется потерей мышечной массы, силы и функций организма (снижение работоспособности) вследствие процессов старения.

Развитие саркопии значительно снижает качество жизни больных и ухудшает результаты лечения при возникновении жизнеугрожающих состояний. К сожалению, клиницисты, недооценивая диагноз, уделяют недостаточно внимания состоянию мышц, а также вопросам профилактики и лечения саркопии.

На сегодняшний день ведутся активные исследования и поиски методов диагностики саркопии и схожих с ней патологических состояний мышечной ткани (кахексия, жировая инфильтрация, воспалительное поражение мышечной ткани). Для выявления саркопии на догоспитальном этапе используют различные шкалы. Так, например, опросник SARC-F позволяет оценить следующие показатели: подъём груза, ходьбу по комнате, вставание с кровати, подъём по лестнице, непроизвольные падения. В стационаре возможность применения шкал ограничена, поэтому более информативны инструментальные методы диагностики, в частности биоимпедансометрия, двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия, компьютерная и магнитно-резонансная томография, однако наиболее востребованной является ультразвуковая визуализация мышечной ткани.

Динамика выраженности саркопии — перспективный метод, применяемый для оценки нутритивной поддержки и реабилитационных мероприятий у реанимационных больных.

Ключевые слова: саркопения; ультразвуковое исследование; нутритивная поддержка.

Как цитировать

Закревский А.И., Фёдорова А.А., Пасечник И.Н., Кутепов Д.Е. Саркопения: как её диагностировать? // Клиническое питание и метаболизм. 2021. Т. 2, № 1. С. 13–22. DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr71107>

DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr71107>

Sarcopenia and its diagnosis

Anton I. Zakrevsky¹, Anna A. Fedorova^{1, 2}, Igor N. Pasechnik¹, Dmitry E. Kutepov^{1, 2}

¹ Central State Medical Academy of Department of Presidential Affairs, Moscow, Russian Federation

² Clinical hospital 1 of the Department of Presidential Affairs of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

An increased life expectancy is associated with an increased number of persons suffering from sarcopenia, as manifested by a loss of muscle mass, strength, and body functions (decreased performance) due to aging processes.

The development of sarcopenia significantly reduces the quality of life of patients and worsens the results of treatment in the event of life-threatening conditions. Unfortunately, clinicians underestimate its diagnosis and do not pay enough attention to the muscle conditions, as well as the prevention and treatment of sarcopenia.

To date, active research and search for methods for diagnosing sarcopenia and similar pathological conditions of the muscle tissue (cachexia, fatty infiltration, and inflammatory lesions of muscle tissue) are conducted. Various scales are used to detect sarcopenia at the prehospital stage. An example is the Strength, Assistance with Walking, Rising from a Chair, Climbing Stairs, and Falls questionnaire that assess the following indicators: lifting a load, walking around the room, getting out of bed, climbing the stairs, and involuntary falls. The use of scales is limited in a hospital setting; thus, instrumental diagnostic methods are more informative, particularly bioimpedance, dual-energy X-ray absorptiometry, computed tomography, and magnetic resonance imaging, but the most in demand is ultrasound imaging of the muscle tissue.

The dynamics of the severity of sarcopenia is a promising method used to assess nutritional support and rehabilitation measures in patients under intensive care.

Keywords: sarcopenia; ultrasound examination; nutritional support.

To cite this article

Zakrevsky AI, Fedorova AA, Pasechnik IN, Kutepov DE. Sarcopenia and its diagnosis. *Clinical nutrition and metabolism*. 2021;2(1):13–22.

DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr71107>

Received: 30.05.2021

Accepted: 21.07.2021

Published: 02.11.2021

ВВЕДЕНИЕ

Саркопения: терминология и этиопатогенез

Саркопению характеризуют как процесс потери мышечной массы тела человека вследствие старения, пролонгированной иммобилизации, длительного хронического заболевания или нутритивной недостаточности. Данный термин был введён в клиническую практику сравнительно недавно — в 1989 г. [1], а в 2016 г. диагноз «саркопения» уже был включён в Международную классификацию болезней 10-го пересмотра (МКБ-10) под кодом M62.84 [2]. В 2019 г. определение претерпело некоторые изменения, и теперь под саркопенией понимают потери мышечной массы, силы и функции организма (снижение работоспособности), связанные, в первую очередь, с процессом старения [3].

Согласно последнему определению, саркопения является физиологическим процессом, сопровождающим старение, которая в значительном проценте случаев может приводить к выраженным функциональным нарушениям, оказывающим значимое влияние на качество жизни [4]. Частота встречаемости саркопении среди пациентов, находящихся на стационарном лечении, достигает 35%, однако, по мнению отдельных авторов, данная оценка может быть сильно занижена [5].

Пристальное внимание к проблеме связано прежде всего с данными о большом числе пациентов пожилого и старческого возраста, госпитализированных в отделение реанимации и интенсивной терапии, у которых исходно была диагностирована саркопения [6]. Кроме того, наличие саркопении при политравме ассоциирует с длительностью искусственной вентиляции лёгких, ухудшением прогноза заболевания и увеличением показателей летальности [7].

Пребывание в стационаре, иммобилизация и неадекватная нутритивная поддержка способствуют прогрессированию саркопении у больных при различных нозологиях. Вместе с тем клиницисты уделяют недостаточно внимания вопросам профилактики и лечения саркопении, часто пропуская или недооценивая этот диагноз. В связи с этим важно выбирать наиболее доступные и эффективные методы выявления саркопении.

На сегодняшний день ведутся активные исследования и поиски методов диагностики саркопении и схожих с ней патологических состояний мышечной ткани, таких как кахексия, жировая инфильтрация и воспалительное поражение мышечной ткани.

МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ САРКОПЕНИИ

Различают клинические (скрининговые) и инструментальные методы диагностики саркопении.

Клинические методы диагностики

Для скрининга саркопении чаще всего используют опросник SARC-F (Strength, Assistance with walking, Rising from chair, Climbing stairs and Falls) [8], по которому оценивают следующие показатели: подъём груза, ходьбу по комнате, вставание с кровати, подъём по лестнице, непроизвольные падения (табл. 1). Саркопению диагностируют при наличии четырёх и более баллов. Однако следует признать, что опросник SARC-F больше подходит для скрининга саркопении у амбулаторных больных.

Кроме того, для оценки мышечной силы широко применяют функциональные тесты — от простых, таких как оценка силы хвата кисти, до более сложных, требующих наличия специального оборудования. В отделении

Таблица 1. Опросник SARC-F для скрининга саркопении [8]

Table 1. SARC-F sarcopenia screening questionnaire [8]

Составляющая	Вопрос	Результат	Балл
Сила	Насколько тяжело для Вас поднять и удерживать груз весом 4–5 кг?	Совсем не тяжело	0
		Немного тяжело	1
		Очень тяжело или не могу поднять	2
Помощь при ходьбе	Насколько тяжело для Вас пройти по комнате?	Совсем не тяжело	0
		Немного тяжело	1
		Очень тяжело, приходится использовать вспомогательные средства или не могу пройти	2
Подъём со стула	Насколько тяжело для Вас подняться со стула или кровати?	Совсем не тяжело	0
		Немного тяжело	1
		Очень тяжело или не могу встать без посторонней помощи	2
Подъём по лестнице	Насколько тяжело для Вас пройти лестничный пролёт в 10 ступенек?	Совсем не тяжело	0
		Немного тяжело	1
		Очень тяжело и не могу пройти	2
Падение	Сколько раз вы упали за последний год?	Ни разу	0
		1–3 падения	1
		4 и более падений	2

реанимации и интенсивной терапии эти методики не всегда выполнимы, соответственно, их информативность низка [9]. Однако у пациентов нерезанимационного профиля было продемонстрировано, что низкая сила четырёхглавой мышцы бедра и сила хвата кисти являются независимыми предикторами смертности [10]. Мы сознательно не рассматриваем подробно методы оценки мышечной силы, т.к. они описаны ранее для пациентов, не нуждающихся в интенсивном лечении.

В стационаре, особенно у больных реанимационного профиля, а также для оценки эффективности терапевтических мероприятий, более информативными являются инструментальные методы диагностики саркопении.

Инструментальные методы диагностики

Биоимпедансометрия

Простой и портативный метод, который не вызывает дискомфорта у пациента и может легко выполняться у постели больного. Биоимпедансный анализ основан на отношении объёма проводника и его электрического сопротивления. Измерение проводится посредством пропускания небольшого переменного электрического тока через тело. Поскольку ток проводится преимущественно через жидкостные компартменты тела, импеданс обратно пропорционален общему количеству воды в организме. Мышечная ткань содержит большое количество электролитов и жидкости, поэтому она является доминирующим проводником [11].

Метод очень прост и быстр в применении, не требует участия квалифицированного персонала, относительно недорог и не подвергает пациентов воздействию радиации. К серьёзным недостаткам данного метода можно отнести большое искажение результатов исследования при наличии нарушений гидратации или выраженных периферических отёков. Чтобы избежать возможной вариабельности результатов, важно проводить исследование максимально стандартизированно; последовательные измерения желательны выполнять в одно и то же время дня [12].

Двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (dual-energy X-ray absorptiometry, DEXA)

Достаточно удобный и безопасный метод оценки мышечной массы. Он основан на относительном ослаблении телом двух рентгеновских лучей с разной энергией [13]. Учитывая небольшую продолжительность измерения, получаемая пациентом лучевая нагрузка намного ниже, чем при использовании компьютерной томографии (КТ).

DEXA позволяет оценивать соотношение трёх основных компонентов — жировой, костной и мышечной ткани. Рентгеновская абсорбциометрия позволяет также оценивать и так называемую аппендикулярную мышечную массу тела, т.е. суммарную мышечную массу всех четырёх конечностей. Однако последние данные показывают, что расчёт процента массы скелетных мышц (общая

мышечная масса/масса тела $\times 100$) даёт более точную оценку при диагностике саркопении по сравнению с массой аппендикулярных мышц [14]. Хотя рентгеновская абсорбциометрия менее затратна, чем КТ и магнитно-резонансная томография (МРТ), её стоимость высока. Данная методика должна выполняться высококвалифицированным персоналом с наличием достаточного опыта, поэтому она является, скорее, исследовательским инструментом, нежели рутинным тестом в клинической практике.

С ростом интереса и частоты использования DEXA в области оценки саркопении было разработано множество различных индексов для измерения массы скелетных мышц. В качестве базового показателя, как правило, используется масса аппендикулярных скелетных мышц (appendicular skeletal muscle, ASM), которая является суммой безжировой мышечной массы обеих рук и ног. Поскольку мышечная масса сильно коррелирует с общим размером тела человека (весом и ростом в целом), вместо прямого использования абсолютной ASM было предложено несколько модернизированных параметров. Среди них наиболее часто применяется индекс отношения массы аппендикулярных скелетных мышц к квадрату роста (ASM/ht^2), который указан в рекомендациях Европейской рабочей группы по саркопении у пожилых людей (European Working Group on Sarcopenia in Older People, EWGSOP) как «индекс скелетных мышц» [15]. Использование индекса скелетных мышц впервые предложено R.N. Baumgartner и соавт. в 1998 г. [16]. В этом исследовании авторами было доказано, что индекс ASM/ht^2 значительно коррелирует с частотой такого нежелательного состояния, как «старческая хрупкость». После этого несколько международных сообществ приняли ASM/ht^2 в качестве диагностического индекса саркопении [15]. Ограничение индекса ASM/ht^2 заключается в том, что пациенты с высоким индексом массы тела могут быть оценены как не страдающие саркопенией из-за большего количества жировой массы. Для решения данной проблемы в 2014 г. Фонд национальных институтов здравоохранения по проекту «Саркопения» предложил скорректированный индекс, представляющий отношение аппендикулярной массы тела к индексу массы тела (ASM/BMI), который, несмотря на популярность, всё ещё не получил признания в рекомендациях международных сообществ [17].

Согласно консенсусу, опубликованному в 2019 г., DEXA рекомендуется для диагностики саркопении как в клинической практике, так и при проведении научных исследований [8]. Вместе с тем этот метод достаточно дорог и требует специально подготовленного персонала. В условиях отделения реанимации и интенсивной терапии, по нашему мнению, он имеет ограниченное применение.

Компьютерная и магнитно-резонансная томография

Благодаря лучевым методикам можно не только получить наиболее подробные анатомические детали,

но и оценить объём скелетных мышц. Более того, это единственные методы, позволяющие напрямую оценить содержание висцерального жира в брюшной полости [18]. Они позволяют рассчитать такие показатели, как сегментарная и общая мышечная масса; оценить наличие жировой инфильтрации мышечной ткани, которая влияет на качество мышц и развитие силы [19]. К недостаткам следует отнести лучевую нагрузку для пациента, а также наличие высокоспециализированного персонала, специального программного обеспечения и относительно большого количества времени для выполнения исследования.

Компьютерная томография (КТ) может точно различать ткани тела на основе рентгеновской плотности (радиоденсивности). Например, плотность жировой ткани обычно колеблется в диапазоне от -30 до -190 единиц Хаунсфилда. Благодаря своей точности КТ считается золотым стандартом в оценке количественных и качественных изменений жировой и мышечной ткани, особенно в области туловища, где DEXA ограничена [18].

КТ позволяет не только оценивать количество мышечной ткани, но и проводить качественный анализ, оценивая интенсивность жировой инфильтрации внутри мышцы (миостеатоз) [20], что является большим преимуществом методики. Среди ограничений КТ можно указать то, что при её использовании невозможно дифференцировать истинный миостеатоз от жировой ткани, расположенной между мышечных волокон. Помимо этого, применение КТ ограничено высокой стоимостью этого метода, а также высокой лучевой нагрузкой. Так, эффективная доза облучения при стандартной КТ брюшной полости или органов малого таза обычно составляет около 8 мЗв (для сравнения, радиационный фон окружающей среды равен приблизительно 2,5 мЗв). В последнее время предпринято множество попыток снизить дозу облучения, например, с помощью использования специальных низкодозных техник сканирования или оценки мышечной и жировой ткани на уровне только одного среза. Действительно, исследование D.Y. Yoon и соавт. [21] продемонстрировало, что низкодозная КТ обеспечивает точное и воспроизводимое измерение брюшного жира. Кроме того, для определения состава тела может быть выполнено сканирование только одного среза, что заметно снижает дозу облучения до <1 мЗв [22]. Несмотря на это, уровень лучевой нагрузки при данных исследованиях остаётся высоким, что ограничивает использование КТ исключительно с целью оценки состава тела. В большинстве исследований для оценки состава тела использовались изображения КТ, полученные с целью диагностики иных патологий [12].

Магнитно-резонансная томография (МРТ) использует различия в последовательности радиочастотных импульсов, чтобы различать жировую ткань и массу без жира. Например, M.S. Lustgarten и R.A. Fielding [23] показано, что короткое время релаксации протонов в режиме T1

и длинное время в режиме T2 указывают на наличие жировой ткани.

МРТ, как и КТ, также является методом поперечной визуализации, позволяющим точно измерить жировые отложения, в том числе висцеральные, и мышечную массу.

Кроме того, с помощью МРТ можно детально оценить структуру и состав тканей, что облегчает оценку объёма и качества отдельных групп мышц. Примечательно, что МРТ также может предоставить информацию об отёке, воспалении в мышцах, жировой инфильтрации, фиброзе и атрофии [24, 25].

В отличие от КТ, МРТ не обладает радиационным воздействием, что делает эту методику более подходящей для долгосрочного наблюдения. Однако МРТ ограничена своей доступностью и высокой стоимостью. Длительное время получения изображения и техническая сложность эксплуатации также являются ограничением исследования. Что касается оценки качества мышечной ткани и миостеатоза, МРТ демонстрирует лучшую визуализацию внутримышечной жировой ткани [22].

МР-спектроскопия (специальный метод МРТ, используемый для оценки химического и молекулярного состава ткани) позволяет различать внутримиецеллюлярный и внемиецеллюлярный жир [20]. Однако этот метод на сегодняшний момент окончательно не валидизирован и применяется лишь в рамках клинических исследований.

Диагностические критерии саркопении при использовании КТ и МРТ

На сегодняшний день нет единого мнения о критериях или пороговых значениях, или даже о том, какие индексы следует использовать для оценки скелетных мышц при выполнении КТ и МРТ в оценке саркопении. Существующие исследования предлагают достаточно широкий диапазон пороговых значений. Например, для измерения общей площади брюшных мышц на уровне L₃-позвонка обычно используются две различные точки отсечения. Первая получена из исследования C.M. Prado и соавт. [26], в котором были предложены следующие пороговые значения для конкретных полов: 52,4 см²/м² для мужчин и 38,5 см²/м² для женщин, при этом пациенты, имеющие показатели ниже этих значений, классифицировались как страдающие саркопенией. Вторая точка отсечения использовалась в исследовании M.C. Martin и соавт. [27], в котором саркопения диагностировалась при общей площади брюшных мышц <41 см²/м² у женщин, а у мужчин в зависимости от индекса массы тела (ИМТ): <43 см²/м² при ИМТ <25 кг/м² и <53 см²/м² при ИМТ >25 кг/м². В ряде других исследований с применением оценки поясничных мышц и мышц бедра для диагностики саркопении использовался ещё более разнообразный диапазон пороговых значений [12].

Таким образом, диагностические пороговые значения, по данным различных авторов, обладают существенной вариабельностью, что требует их стандартизации путём

анализа большого объёма данных и проведения новых крупномасштабных исследований.

Ограничения при использовании КТ и МРТ

На сегодняшний день отсутствует стандартизированный протокол для количественного определения жировой ткани и мышечной массы. В частности, не определены идеальный объём измерения (сканирование всего тела по сравнению с выбором одного среза) и область/уровень измерения. Хотя оценка саркопии на основе визуализации всего тела является наиболее точной, её проведение требует больших временных и материальных затрат, что может оказаться непрактичным в большинстве клинических условий. Поэтому определение того, какой анатомический уровень или какая группа мышц лучше всего представляют общую безжировую массу тела, является очень важным вопросом. На сегодняшний день было сделано три основных предложения: оценивать суммарную площадь мышц на уровне поясничного отдела позвоночника, площадь поясничных мышц на уровне поясничного отдела позвоночника и площадь мышц нижней конечности на уровне середины бедра [28].

В настоящее время наиболее востребованным ориентиром при исследованиях состава тела является уровень L₃ поясничного позвонка, используемый для измерения суммарной площади абдоминальных мышц. Срез на этом уровне включает в себя основные крупные функциональные мышцы человеческого тела, которыми являются поясничная мышца, параспинальные мышцы (мышцы, выпрямляющие позвоночник, квадратная мышца поясницы) и мышцы брюшной стенки (поперечная мышца живота, внешние и внутренние косые мышцы живота, а также прямая мышца живота), что делает данный уровень оптимальным для анализа скелетных мышц. В нескольких исследованиях односрезное сканирование на уровне L₃ было лучшим компромиссным методом оценки общих объёмов скелетных мышц, висцеральной жировой и подкожной жировой ткани [29–31]. L. Schweitzer и соавт. [30, 32] исследовали уровни от L₁ до L₅, чтобы определить наилучшие уровни оценки скелетных мышц и висцерального жира, используя изображение одного среза МРТ, и подтвердили, что уровень L₃ показал самую высокую корреляцию со скелетными мышцами всего тела и объёмом висцерального жира. Однако многие исследователи использовали уровни L₄, а также оценку на уровне середины бедра.

Односрезное МРТ-изображение на уровне средней части бедра показало хорошую корреляцию с клиническими критериями саркопии у пожилых людей [33].

Доступность нескольких протоколов для получения изображений ограничивает стандартизацию оценки мышечной массы и качества мышечной ткани. Для выработки оптимального стандартизированного протокола предстоит провести новые крупномасштабные исследования с целью сбора и анализа большого количества данных.

Ультразвуковые методы исследования

В 1980 г. J.Z. Heckmatt и соавт. [34], используя метод ультразвукового исследования (УЗИ), первыми обнаружили, что мышечные волокна при различных мышечных заболеваниях отличаются по внешнему виду от здоровых мышц. В 1982 г. та же группа авторов разработала визуальную оценку для определения мышечной экзогенности, актуальную и в настоящее время (табл. 2) [35].

Впоследствии многочисленными авторами было показано, что при различных мышечных патологиях происходят структурные изменения в мышцах, которые можно легко визуализировать с помощью ультразвука. Например, атрофические изменения в мышцах характеризуются уменьшением их толщины; при жировой дистрофии и замещении фиброзной тканью, а также возрастных изменениях (в частности, при саркопии) экзогенность мышц повышается [36].

УЗИ мышц в режиме «серой шкалы» является наиболее простым методом оценки нормальных и патологически изменённых скелетных мышц и надёжным методом измерения их толщины и площади поперечного сечения.

Мобильность аппаратуры, относительно низкая стоимость исследования и скорость получения диагностического результата отличают УЗИ от прочих лучевых методик и дают заметное преимущество в целом ряде клинических ситуаций (особенно у маломобильных пациентов и пациентов реанимационного профиля). Современные УЗ-сканеры позволяют визуализировать мышечную ткань с разрешением до 0,1 мм (например, при использовании МРТ 3 Тесла можно достигнуть разрешения изображения до 0,2×0,2×1 мм) [36]. Отсутствие лучевой нагрузки делает реальным применение УЗ-методики для всех пациентов, включая детей и беременных женщин.

Ещё одно важное преимущество УЗИ — это возможность визуализировать целиком всё мышечное волокно;

Таблица 2. Градации степени экзогенности мышц по J.Z. Heckmatt и соавт. [35]

Table 2. Gradations of the degree of echogenicity of muscles according to J.Z. Heckmatt et al. [35]

Степень I	Нормальная экзогенность
Степень II	Повышенная интенсивность эхо-сигнала от мышц с отчётливой визуализацией поверхности кости
Степень III	Выраженное усиление эхо-сигнала от мышц со сниженной визуализацией поверхности кости
Степень IV	Сильно выраженное усиление эхо-сигнала от мышц и полная потеря визуализации поверхности кости

в режиме реального времени вычислить объём мышц, оценить изменения их экзогенности и структуры, выявить признаки воспаления, отёка, фиброза, атрофии и инфильтрации жировой тканью даже для глубокорасположенных скелетных мышц [37]. Исключение составляют мышцы, находящиеся в области таза (их бывает сложно визуализировать из-за поглощения ультразвуковых лучей поверхностными слоями тканей, такими как кожа, подкожная клетчатка), или более поверхностно расположенные мышцы.

К основным ограничениям УЗИ следует отнести зависимость получаемых результатов от опыта специалиста, выполняющего исследование, и низкую воспроизводимость результатов, что диктует необходимость разработки стандартизированного протокола УЗИ-исследования мышц. Кроме того, УЗИ-сканеры разных производителей демонстрируют технологическое разнообразие и используют разные методы калибровки, что затрудняет прямое сравнение результатов различных исследований [18]. Имеют значение и такие факторы, как программные настройки УЗИ-сканера, возраст и пол обследуемых пациентов.

В последние годы отмечается растущий интерес к УЗИ-методикам при изучении скелетных мышц [37], однако публикации, посвящённые применению УЗИ-методик в диагностике миопатий, в частности в диагностике саркопении, немногочисленны.

Весьма многообещающим в диагностике различных патологий мышц, в частности саркопении, на наш взгляд, является особый режим УЗИ — эластография (компрессионная и сдвиговая волны), которая помимо качественной позволяет произвести также количественную оценку плотности мышц, обеспечить большую воспроизводимость результатов, что особенно важно при исследованиях в динамике на фоне лечения или проводимой нутритивной поддержки у реанимационных больных [9].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пристальное внимание к вопросам саркопении обусловлено неуклонным увеличением числа больных,

особенно среди лиц пожилого и старческого возраста, имеющих проблемы со скелетной мускулатурой. Развитие саркопении часто пропускается клиницистами и не учитывается в процессе лечения основной нозологии. Однако саркопении относится к факторам, ухудшающим прогноз заболевания. Инструментальные методы наиболее полно позволяют оценивать динамику саркопении в процессе лечения. Самыми востребованными и безопасными являются ультразвуковые методы визуализации. С помощью УЗИ-диагностики оценка эффективности нутритивной поддержки у больных реанимационного профиля представляется наиболее перспективной.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении поисково-аналитической работы.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. А.И. Закревский, А.А. Фёдорова, И.Н. Пасечник, Д.Е. Кутепов — разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста; И.Н. Пасечник — обоснование научной значимости. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Funding source. This article was not supported by any external sources of funding.

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

Authors' contribution. A.I. Zakrevsky, A.A. Fedorova, I.N. Pasechnik, D.E. Kutevov — concept of the article, data obtaining and analyzing, writing and editing the text of the article; I.N. Pasechnik — substantiation of scientific significance. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rosenberg I.H. Epidemiologic and methodologic problems in determining nutritional status of older persons. *Proceedings of a conference. Albuquerque, New Mexico, October 19–21, 1988* // *Am J Clin Nutr.* 1989. Vol. 50, N 5, Suppl. P. 1121–1235.
2. Anker S.D., Morley J.E., von Haehling S. Affiliations expand Welcome to the ICD-10 code for sarcopenia // *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2016. Vol. 7, N 5. P. 512–514. doi: 10.1002/jcsm.12147
3. Cruz-Jentoft A.J., Baeyens J.P., Bauer J.M., et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People // *Age Ageing.* 2010. Vol. 39, N 4. P. 412–423. doi: 10.1093/ageing/afq034
4. Scharf G., Heineke J. Finding good biomarkers for sarcopenia // *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2012. Vol. 3, N 3. P. 145–148. doi: 10.1007/s13539-012-0081-7
5. Malmstrom T.K., Morley J.E. SARC-F: a simple questionnaire to rapidly diagnose sarcopenia // *J Am Med Dir Assoc.* 2013. Vol. 14, N 8. P. 531–532. doi: 10.1016/j.jamda.2013.05.018
6. Paris M.T., Mourtzakis M., Day A., et al. Validation of bedside ultrasound of muscle layer thickness of the quadriceps in the critically ill patient (VALIDUM Study) // *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2017. Vol. 41, N 2. P. 171–180. doi: 10.1177/0148607116637852

7. Moisey L.L., Mourtzakis M., Cotton B.A., et al. Skeletal muscle predicts ventilator-free days, ICU-free days, and mortality in elderly ICU patients // *Crit Care*. 2013. Vol. 17, N 5. P. R206. doi: 10.1186/cc12901
8. Cruz-Jentoft A.J., Bahat G., Bauer J., et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis // *Age Ageing*. 2019. Vol. 48, N 1. P. 16–31. doi: 10.1093/ageing/afy169
9. Пасечник И.Н., Закревский А.И., Талызин П.А., Мазова М.С. Саркопения: взгляд анестезиолога-реаниматолога // *Кремлевская медицина. Клинический вестник*. 2021. Т. 1. С. 82–89. doi: 10.26269/zqkk-j843
10. Newman A.B., Kupelian V., Visser M., et al. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort // *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2006. Vol. 61, N 1. P. 72–77. doi: 10.1093/gerona/61.1.72
11. Zheng E., Shao S., Webster J.G. Impedance of skeletal muscle from 1 Hz to 1 MHz // *IEEE Trans Biomed Eng*. 1984. Vol. 31, N 6. P. 477–481. doi: 10.1109/TBME.1984.325417
12. Boutin R.D., Yao L., Canter R.J., Lenchik L. Sarcopenia: current concepts and imaging implications // *AJR Am J Roentgenol*. 2015. Vol. 205, N 3. P. W255–266. doi: 10.2214/AJR.15.14635
13. Bazzocchi A., Diano D., Ponti F., et al. A 360-degree overview of body composition in healthy people: relationships among anthropometry, ultrasonography, and dual-energy X-ray absorptiometry // *Nutrition*. 2014. Vol. 30, N 6. P. 696–701. doi: 10.1016/j.nut.2013.11.013
14. Anandavadevelan P., Lagergren P. Cachexia in patients with oesophageal cancer // *Nat Rev Clin Oncol*. 2016. Vol. 13, N 3. P. 185–198. doi: 10.1038/nrclinonc.2015.200
15. Kim K.M., Jang H.C., Lim S. Differences among skeletal muscle mass indices derived from height-, weight-, and body mass index-adjusted models in assessing sarcopenia // *Korean J Intern Med*. 2016. Vol. 31, N 4. P. 643–650. doi: 10.3904/kjim.2016.015
16. Baumgartner R.N., Koehler K.M., Gallagher D., et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico // *Am J Epidemiol*. 1998. Vol. 147, N 8. P. 755–763. doi: 10.1093/oxfordjournals.aje.a009520
17. Cawthon P.M., Peters K.W., Shardellet M.D., et al. Cutpoints for low appendicular lean mass that identify older adults with clinically significant weakness // *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2014. Vol. 69, N 5. P. 567–575. doi: 10.1093/gerona/glu023
18. Guerri S., Mercatelli D., Gómez M.P., et al. Quantitative imaging techniques for the assessment of osteoporosis and sarcopenia // *Quant Imaging Med Surg*. 2018. Vol. 8, N 1. P. 60–85. doi: 10.21037/qims.2018.01.05
19. Sergi G., Trevisan C., Veronese N., et al. Imaging of sarcopenia // *Eur J Radiol*. 2016. Vol. 85, N 8. P. 1519–1524. doi: 10.1016/j.ejrad.2016.04.009
20. Miljkovic I., Zmuda J.M. Epidemiology of myosteatosis // *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2010. Vol. 13, N 3. P. 260–264. doi: 10.1097/MCO.0b013e328337d826
21. Yoon D.Y., Moon J.H., Kim H.K., et al. Comparison of low-dose CT and MR for measurement of intra-abdominal adipose tissue: a phantom and human study // *Acad Radiol*. 2008. Vol. 15, N 1. P. 62–70. doi: 10.1016/j.acra.2007.07.013
22. Seabolt L.A., Welch E.B., Silver H.J. Imaging methods for analyzing body composition in human obesity and cardiometabolic disease // *Ann N Y Acad Sci*. 2015. Vol. 1353. P. 41–59. doi: 10.1111/nyas.12842
23. Lustgarten M.S., Fielding R.A. Assessment of analytical methods used to measure changes in body composition in the elderly and recommendations for their use in phase II clinical trials // *J Nutr Health Aging*. 2011. Vol. 15, N 5. P. 368–375. doi: 10.1007/s12603-011-0049-x
24. Dalakas M.C. Inflammatory muscle diseases // *N Engl J Med*. 2015. Vol. 372, N 18. P. 1734–1747. doi: 10.1056/NEJMra1402225
25. Erlandson M.C., Lorbergs A.L., Mathur S., Cheung A.M. Muscle analysis using pQCT, DXA and MRI // *Eur J Radiol*. 2016. Vol. 85, N 8. P. 1505–1511. doi: 10.1016/j.ejrad.2016.03.001
26. Prado C.M., Lieffers J.R., McCargaret L.J., et al. Prevalence and clinical implications of sarcopenic obesity in patients with solid tumours of the respiratory and gastrointestinal tracts: a population-based study // *Lancet Oncol*. 2008. Vol. 9, N 7. P. 629–635. doi: 10.1016/S1470-2045(08)70153-0
27. Martin L., Birdsall L., Macdonald N., et al. Cancer cachexia in the age of obesity: skeletal muscle depletion is a powerful prognostic factor, independent of body mass index // *J Clin Oncol*. 2013. Vol. 31, N 12. P. 1539–1547. doi: 10.1200/JCO.2012.45.2722
28. Morrell G.R., Ikizler T.A., Chenet X., et al. Psoas muscle cross-sectional area as a measure of whole-body lean muscle mass in maintenance hemodialysis patients // *J Ren Nutr*. 2016. Vol. 26, N 4. P. 258–264. doi: 10.1053/j.jrn.2016.02.002
29. Noumura Y., Kamishima T., Sutherland K., Nishimura H. Visceral adipose tissue area measurement at a single level: can it represent visceral adipose tissue volume? // *Br J Radiol*. 2017. Vol. 90, N 1077. P. 20170253. doi: 10.1259/bjr.20170253
30. Schweitzer L., Geisler C., Pourhassanet M. What is the best reference site for a single MRI slice to assess whole-body skeletal muscle and adipose tissue volumes in healthy adults? // *Am J Clin Nutr*. 2015. Vol. 102, N 1. P. 58–65. doi: 10.3945/ajcn.115.111203
31. Yip C., Dinkel C., Mahajanet A., et al. Imaging body composition in cancer patients: visceral obesity, sarcopenia and sarcopenic obesity may impact on clinical outcome // *Insights Imaging*. 2015. Vol. 6, N 4. P. 489–497. doi: 10.1007/s13244-015-0414-0
32. Schweitzer L., Geisler C., Pourhassanet M., et al. Estimation of skeletal muscle mass and visceral adipose tissue volume by a single magnetic resonance imaging slice in healthy elderly adults // *J Nutr*. 2016. Vol. 146, N 10. P. 2143–2148. doi: 10.3945/jn.116.236844
33. Tosato M., Marzetti E., Cesaril M. et al. Measurement of muscle mass in sarcopenia: from imaging to biochemical markers // *Aging Clin Exp Res*. 2017. Vol. 29, N 1. P. 19–27. doi: 10.1007/s40520-016-0717-0
34. Heckmatt J.Z., Dubowitz V., Leeman S. Detection of pathological change in dystrophic muscle with B-scan ultrasound imaging // *Lancet*. 1980. Vol. 1, N 8183. P. 1389–1390. doi: 10.1016/s0140-6736(80)92656-2
35. Heckmatt J.Z., Leeman S., Dubowitz V. Ultrasound imaging in the diagnosis of muscle disease // *J Pediatr*. 1982. Vol. 101, N 5. P. 656–660. doi: 10.1016/s0022-3476(82)80286-2
36. Pillen S. Skeletal muscle ultrasound // *Europ J Translational Myology*. 2010. Vol. 20, N 4. P. 145–155. doi: 10.4081/ejtm.2010.1812
37. Ticinesi A., Meschi T., Narici M.V., et al. Muscle ultrasound and sarcopenia in older individuals: a clinical perspective // *J Am Med Dir Assoc*. 2017. Vol. 18, N 4. P. 290–300. doi: 10.1016/j.jamda.2016.11.013

REFERENCES

1. Rosenberg IH. Epidemiologic and methodologic problems in determining nutritional status of older persons. Proceedings of a conference. Albuquerque, New Mexico, October 19–21, 1988. *Am J Clin Nutr*. 1989;50(5 Suppl):1121–235.
2. Anker SD, Morley JE, von Haehling S. Affiliations expand Welcome to the ICD-10 code for sarcopenia. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2016;7(5):512–514. doi: 10.1002/jcsm.12147
3. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*. 2010;39(4):412–423. doi: 10.1093/ageing/afq034
4. Scharf G, Heineke J. Finding good biomarkers for sarcopenia. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2012;3(3):145–148. doi: 10.1007/s13539-012-0081-7
5. Malmstrom TK, Morley JE. SARC-F: a simple questionnaire to rapidly diagnose sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc*. 2013;14(8):531–532. doi: 10.1016/j.jamda.2013.05.018
6. Paris MT, Mourtzakis M, Day A, et al. Validation of bedside ultrasound of muscle layer thickness of the quadriceps in the critically ill patient (VALIDUM Study). *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2017;41(2):171–180. doi: 10.1177/0148607116637852
7. Moisey LL, Mourtzakis M, Cotton BA, et al. Skeletal muscle predicts ventilator-free days, ICU-free days, and mortality in elderly ICU patients. *Crit Care*. 2013;17(5):R206. doi: 10.1186/cc12901
8. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019;48(1):16–31. doi: 10.1093/ageing/afy169
9. Pasechnik IN, Zakrevsky AI, Talyzin PA, Mazova MS. Sarcopenia: the view of an anesthesiologist-resuscitator. *Kremlin medicine. Clinical Bulletin*. 2021;(1):82–89. (In Russ). doi: 10.26269/zqkk-j843
10. Newman AB, Kupelian V, Visser M, et al. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2006;61(1):72–77. doi: 10.1093/gerona/61.1.72
11. Zheng E, Shao S, Webster JG. Impedance of skeletal muscle from 1 Hz to 1 MHz. *IEEE Trans Biomed Eng*. 1984;31(6):477–481. doi: 10.1109/TBME.1984.325417
12. Boutin RD, Yao L, Canter RJ, Lenchik L. Sarcopenia: current concepts and imaging implications. *AJR Am J Roentgenol*. 2015;205(3):W255–266. doi: 10.2214/AJR.15.14635
13. Bazzocchi A, Diano D, Ponti F, et al. A 360-degree overview of body composition in healthy people: relationships among anthropometry, ultrasonography, and dual-energy X-ray absorptiometry. *Nutrition*. 2014;30(6):696–701. doi: 10.1016/j.nut.2013.11.013
14. Anandavivelan P, Lagergren P. Cachexia in patients with oesophageal cancer. *Nat Rev Clin Oncol*. 2016;13(3):185–198. doi: 10.1038/nrclinonc.2015.200
15. Kim KM, Jang HC, Lim S. Differences among skeletal muscle mass indices derived from height-, weight-, and body mass index-adjusted models in assessing sarcopenia. *Korean J Intern Med*. 2016;31(4):643–650. doi: 10.3904/kjim.2016.015
16. Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol*. 1998;147(8):755–763. doi: 10.1093/oxfordjournals.aje.a009520
17. Cawthon PM, Peters KW, Shardellet MD, et al. Cutpoints for low appendicular lean mass that identify older adults with clinically significant weakness. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2014;69(5):567–575. doi: 10.1093/gerona/glu023
18. Guerri S, Mercatelli D, Gómezet MP, et al. Quantitative imaging techniques for the assessment of osteoporosis and sarcopenia. *Quant Imaging Med Surg*. 2018;8(1):60–85. doi: 10.21037/qims.2018.01.05
19. Sergi G, Trevisan C, Veronese N, et al. Imaging of sarcopenia. *Eur J Radiol*. 2016;85(8):1519–1524. doi: 10.1016/j.ejrad.2016.04.009
20. Miljkovic I, Zmuda JM. Epidemiology of myosteatosis. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2010;13(3):260–264. doi: 10.1097/MCO.0b013e328337d826
21. Yoon DY, Moon JH, Kim HK, et al. Comparison of low-dose CT and MR for measurement of intra-abdominal adipose tissue: a phantom and human study. *Acad Radiol*. 2008;15(1):62–70. doi: 10.1016/j.acra.2007.07.013
22. Seabolt LA, Welch EB, Silver HJ. Imaging methods for analyzing body composition in human obesity and cardiometabolic disease. *Ann N Y Acad Sci*. 2015;1353:41–59. doi: 10.1111/nyas.12842
23. Lustgarten MS, Fielding RA. Assessment of analytical methods used to measure changes in body composition in the elderly and recommendations for their use in phase II clinical trials. *J Nutr Health Aging*. 2011;15(5):368–375. doi: 10.1007/s12603-011-0049-x
24. Dalakas MC. Inflammatory muscle diseases. *N Engl J Med*. 2015;372(18):1734–1747. doi: 10.1056/NEJMr1402225
25. Erlandson MC, Lorbergs AL, Mathur S, Cheung AM. Muscle analysis using pQCT, DXA and MRI. *Eur J Radiol*. 2016;85(8):1505–1511. doi: 10.1016/j.ejrad.2016.03.001
26. Prado CM, Lieffers JR, McCargaret LJ, et al. Prevalence and clinical implications of sarcopenic obesity in patients with solid tumours of the respiratory and gastrointestinal tracts: a population-based study. *Lancet Oncol*. 2008;9(7):629–635. doi: 10.1016/S1470-2045(08)70153-0
27. Martin L, Birdsell L, Macdonaldet N, et al. Cancer cachexia in the age of obesity: skeletal muscle depletion is a powerful prognostic factor, independent of body mass index. *J Clin Oncol*. 2013;31(12):1539–1547. doi: 10.1200/JCO.2012.45.2722
28. Morrell GR, Ikizler TA, Chenet X, et al. Psoas muscle cross-sectional area as a measure of whole-body lean muscle mass in maintenance hemodialysis patients. *J Ren Nutr*. 2016;26(4):258–264. doi: 10.1053/j.jrn.2016.02.002
29. Noumura Y, Kamishima T, Sutherland K, Nishimura H. Visceral adipose tissue area measurement at a single level: can it represent visceral adipose tissue volume? *Br J Radiol*. 2017;90(1077):20170253. doi: 10.1259/bjr.20170253
30. Schweitzer L, Geisler C, Pourhassanet M. What is the best reference site for a single MRI slice to assess whole-body skeletal muscle and adipose tissue volumes in healthy adults? *Am J Clin Nutr*. 2015;102(1):58–65. doi: 10.3945/ajcn.115.111203
31. Yip C, Dinkel C, Mahajanet A, et al. Imaging body composition in cancer patients: visceral obesity, sarcopenia and sarcopenic obesity may impact on clinical outcome. *Insights Imaging*. 2015;6(4):489–497. doi: 10.1007/s13244-015-0414-0
32. Schweitzer L, Geisler C, Pourhassanet M, et al. Estimation of skeletal muscle mass and visceral adipose tissue volume by a single

magnetic resonance imaging slice in healthy elderly adults. *J Nutr.* 2016;146(10):2143–2148. doi: 10.3945/jn.116.236844

33. Tosato M, Marzetti E, Cesaril M, et al. Measurement of muscle mass in sarcopenia: from imaging to biochemical markers. *Aging Clin Exp Res.* 2017;29(1):19–27. doi: 10.1007/s40520-016-0717-0

34. Heckmatt JZ, Dubowitz V, Leeman S. Detection of pathological change in dystrophic muscle with B-scan ultrasound imaging. *Lancet.* 1980;1(8183):1389–1390. doi: 10.1016/s0140-6736(80)92656-2

35. Heckmatt JZ, Leeman S, Dubowitz V. Ultrasound imaging in the diagnosis of muscle disease. *J Pediatr.* 1982;101(5):656–660. doi: 10.1016/s0022-3476(82)80286-2

36. Pillen S. Skeletal muscle ultrasound. *Europ J Translational Myology.* 2010;20(4):145–155. doi: 10.4081/ejtm.2010.1812

37. Ticinesi A, Meschi T, Narici MV, et al. Muscle ultrasound and sarcopenia in older individuals: a clinical perspective. *J Am Med Dir Assoc.* 2017;18(4):290–300. doi: 10.1016/j.jamda.2016.11.013

ОБ АВТОРАХ

* **Пасечник Игорь Николаевич**, д.м.н., профессор;
адрес: Россия, 121359, Москва, ул. Маршала Тимошенко,
д. 19, стр. 1А;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8121-4160>;
eLibrary SPIN: 4433-1418; e-mail: pasigor@yandex.ru

Закревский Антон Игоревич;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6043-1617>;
eLibrary SPIN: 9590-7661; e-mail: antonzakrevskiy@gmail.com

Фёдорова Анна Александровна, к.м.н.;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4556-8375>;
eLibrary SPIN: 9950-4903; e-mail: dr.fedorova.anna@gmail.com

Кутепов Дмитрий Евгеньевич, д.м.н., профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7236-6288>;
eLibrary SPIN: 6310-0172; e-mail: kutepovde@gmail.com

AUTHORS' INFO

* **Igor N. Pasechnik**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
address: 19 Marshala Timoshenko str., Moscow,
121359, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8121-4160>;
eLibrary SPIN: 4433-1418; e-mail: pasigor@yandex.ru

Anton I. Zakrevsky, MD;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6043-1617>;
eLibrary SPIN: 9590-7661; e-mail: antonzakrevskiy@gmail.com

Anna A. Fedorova, MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4556-8375>;
eLibrary SPIN: 9950-4903; e-mail: dr.fedorova.anna@gmail.com

Dmitry E. Kutepov, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7236-6288>;
eLibrary SPIN: 6310-0172; e-mail: kutepovde@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr71646>

Фазовый угол: медицинские интерпретации и применения

Д.В. Николаев¹, С.П. Щелыкалина²¹ Научно-технический центр «Медасс», Москва, Российская Федерация² Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Выбор темы этой работы обусловлен интересом специалистов, использующих биоимпедансную технологию оценки скорости метаболических процессов и состава тела, к возможностям клинического применения фазового угла — параметра, специфичного только для биоимпедансного способа получения информации о составе тела. При оценке питания фазовый угол используют в качестве косвенной характеристики белковой фракции организма и скорости метаболических процессов.

В начале 2000-х годов было показано, что низкие значения фазового угла при заболеваниях катаболической направленности могут быть использованы для оценки выживаемости, высокие значения — для оценки тренированности мышечной системы у спортсменов и других лиц, регулярно испытывающих физические нагрузки. Систематические обзоры и метаанализы последующих лет обобщили доказательную базу этих положений и выявили ряд новых применений — при саркопении, анорексии и почечной недостаточности. В результате, все представленные в работе обзоры подтверждают, что более высокие значения фазового угла соответствуют лучшему состоянию организма, и что фазовый угол может меняться динамически у отдельно взятого пациента. Такая особенность параметра требует детального понимания вариабельности значений в зависимости от условий измерения.

Фазовый угол признан удобным в применении диагностическим инструментом, а также удобным параметром при скрининговых обследованиях. При высоких значениях он отражает степень тренированности мышечной системы, при низких — тяжесть катаболических нарушений вследствие имеющихся заболеваний или обездвиживания.

Ключевые слова: фазовый угол; биоимпедансный анализ; медицинское применение.

Как цитировать

Николаев Д.В., Щелыкалина С.П. Фазовый угол: медицинские интерпретации и применения // Клиническое питание и метаболизм. 2021. Т. 2, № 1. С. 23–36. DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr71646>

DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr71646>

Phase angle: medical interpretations and applications

Dmitry V. Nikolaev¹, Svetlana P. Shchelykalina²

¹ Scientific Research Center "Medas", Moscow, Russian Federation

² The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Specialists are interested in using bioimpedance technology to assess the rate of metabolic processes and body composition; thus, this study aimed to determine the possibilities of the clinical application of the phase angle, which is a parameter that is specific for the bioimpedance method to obtain body composition information. In nutrition assessment, the phase angle is used as an indirect characteristic of the protein fraction of the body and the rate of metabolic processes.

In the early 2000s, low values of the phase angle in diseased catabolic orientation were shown to assess the survival rate whereas high values assess the muscular system fitness in athletes and other individuals who regularly experience physical exertion. Systematic reviews and Meta-analyses of subsequent years have summarized the evidence based on these provisions and identified several new applications for sarcopenia, anorexia, and renal failure. Therefore, all the reviews presented in this study confirm that higher phase angle values correspond to a better state of the body and that phase angle can dynamically change in an individual patient. This feature of the parameter requires a detailed understanding of the variability of values depending on measurement conditions.

The phase angle is recognized as a convenient diagnostic tool and a convenient parameter for screening examinations. At high values, it reflects the degree of muscular system fitness, and at low values, the severity of catabolic disorders due to existing diseases or immobilization.

Keywords: phase angle; electric impedance; body composition.

To cite this article

Nikolaev DV, Shchelykalina SP. Phase angle: medical interpretations and applications. *Clinical nutrition and metabolism*. 2021;2(1):23–36.

DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr71646>

Received: 21.06.2021

Accepted: 02.09.2021

Published: 02.11.2021

ВВЕДЕНИЕ

Фазовый угол (ФУ) из всего разнообразия получаемых в биомпедансном анализе состава тела человека (БИА) значений компонент состава тела и коррелятов скорости метаболических процессов — единственный специфичный только для БИА биомпедансный параметр, относящийся к коррелятам скорости обменных процессов и не требующий предварительного измерения антропометрических данных. Остальные параметры БИА могут быть получены в ряде других диагностических технологий. Русскоязычные публикации по БИА немногочисленны, а публикаций, содержащих информацию о клинических применениях ФУ, ещё меньше. Этими факторами в настоящее время объясняется интерес к ФУ как в клинических исследованиях, так и в спортивной медицине и популяционных исследованиях.

История биофизического осмысления и медицинских интерпретаций значений ФУ ярка и поучительна. Ещё с XIX века, со времен публикаций о механизмах распространения синусоидального тока в проводниках, в электро-технике был принят термин «фазовый сдвиг».

В 30-х годах XX века о фазовом сдвиге в тканях биологических объектов писали биофизики, устанавливая связь между значениями ФУ и структурой биологических тканей [1] — кожи [2], мышц [3], нервной ткани [4, 5], клеточных мембран [6] и др. С 1979 г., с начала серийного выпуска биомпедансных анализаторов состава тела, значениям ФУ стали придавать особое значение, пытаясь сопоставлять их с признаками заболеваний и состояний.

Пользуясь данными первых анализаторов БИА, ФУ рассчитывали по формуле: $\text{ФУ} = -\arctg(X_c/R) \times 180/\pi$ (град.), считывая измеренные значения активного сопротивления (R) и реактивного сопротивления (X_c) с индикаторов на передней панели прибора. Измерения ФУ, если не оговорено иначе, принято производить между кистью и стопой по доминирующей стороне тела на частоте 50 кГц. Из приведённой формулы видно, что значения ФУ пропорциональны X_c и обратно пропорциональны R. Субстратом X_c в биологических объектах являются клеточные мембраны, субклеточные элементы и большие молекулы, поляризующиеся при прохождении тока. Субстратом R являются проводящие жидкости, расположенные вдоль пути прохождения измерительного тока.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ ПОНЯТИЕ ФАЗОВОГО УГЛА

Массовый интерес к ФУ у клиницистов, с одной стороны, и спортивных врачей — с другой, возник в 2002 г. после публикации статьи O. Selberg и D. Selberg [7]. O. Selberg работал в военном госпитале Гамбурга с контингентом пациентов, страдающих циррозом печени. При обработке данных биомпедансного исследования состава тела было отмечено, что при сниженных значениях ФУ

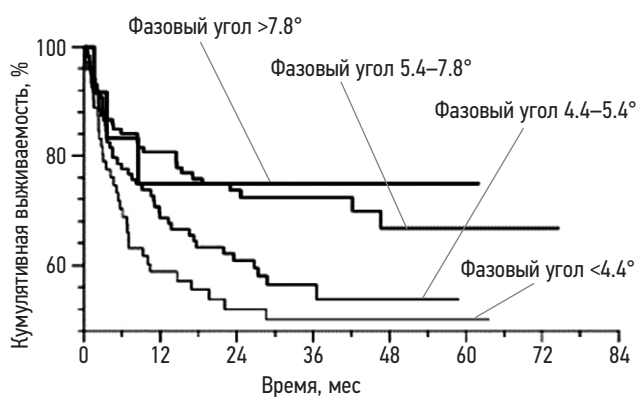


Рис. 1. Графики выживаемости у больных циррозом печени. Данные сгруппированы по значениям фазового угла. При значениях фазового угла $<5,4^\circ$ выживаемость значительно снижена [7, 8].

Fig. 1. Kaplan-Meier plots of patients with liver cirrhosis. The data is grouped by phase angle values. Survival is significantly reduced at phase angle values less than 5.4° [7, 8].

более низкие значения принимает и выживаемость пациентов с достаточно запущенной стадией цирроза печени. Построенная диаграмма выживаемости (рис. 1) показала высокую степень достоверности такого прогноза. Из диаграммы видно, что в группе больных со значениями ФУ $<4,4^\circ$ в первый год умерло около 40% пациентов, за два года — около 50%; в группе с показателями $4,4^\circ < \text{ФУ} < 5,4^\circ$ — 30 и 40%; в группе с показателями $5,4^\circ < \text{ФУ} < 7,8^\circ$ — 20 и 30% соответственно.

Аналогичные результаты были получены и на группах пациентов с гепатитом, туберкулёзом, а также у ВИЧ-инфицированных и пациентов с онкологическими заболеваниями. В довершение этой работы были взяты две контрольные группы: одна из них состояла из военнослужащих-спортсменов, вторая — из условно здоровых военнослужащих. По результатам исследований была разработана шкала значений ФУ (рис. 2), содержащая следующие градации:

- нормальные значения (от $5,4$ до $7,8^\circ$);
- спортивные значения (от $7,8$ до 10°);
- указание на гиподинамию (от $4,4$ до $5,4^\circ$);
- указание на наличие катаболического сдвига ($<4,4^\circ$).

Верхняя граница значений шкалы составляет 10° , превышение этого значения практически не наблюдается, и значения ФУ в отведении кисть–стопа, превышающие 10° , принято интерпретировать как результат измерения, проведённого на фоне артефакта.

Основные направления клинической интерпретации ФУ были сформулированы ещё в статье O. Selberg и D. Selberg [7], которая стала довольно популярной у клиницистов и спортивных врачей. Это при высоких значениях ФУ — уровень тренированности атлетов, а при низких значениях — выживаемость, уход белка, снижение скорости обменных процессов, обусловленные заболеваниями катаболической направленности и снижением двигательной

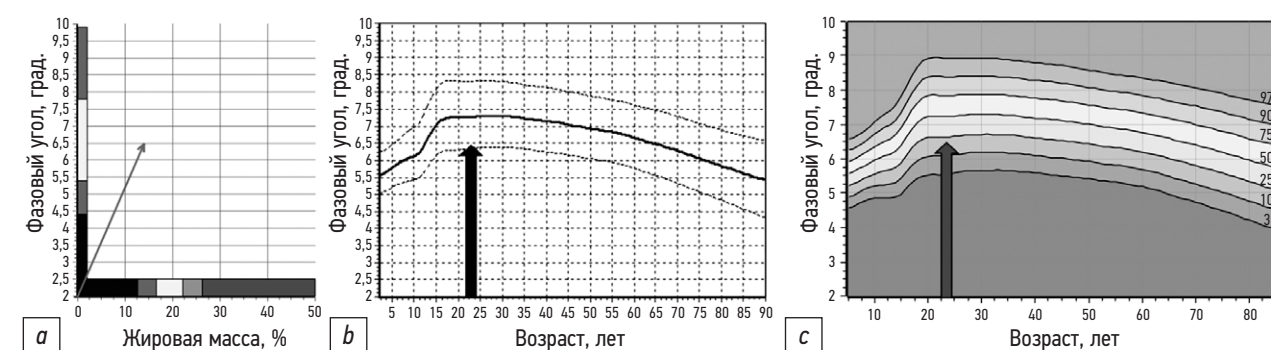


Рис. 2. Шкала фазовых углов по O. Selberg и D. Selberg [7]: популяционная кривая с коридором нормальных значений (а), шириной 2 квадратичных отклонения (b); визуализация значений фазового угла на фоне его центильных значений (с).

Fig. 2. Phase angle scale according to Selberg O., Selberg D. [7]: (a) population curve with a 2SD corridor of normal values (b), visualization of phase angle values against the background of its centile values (c).

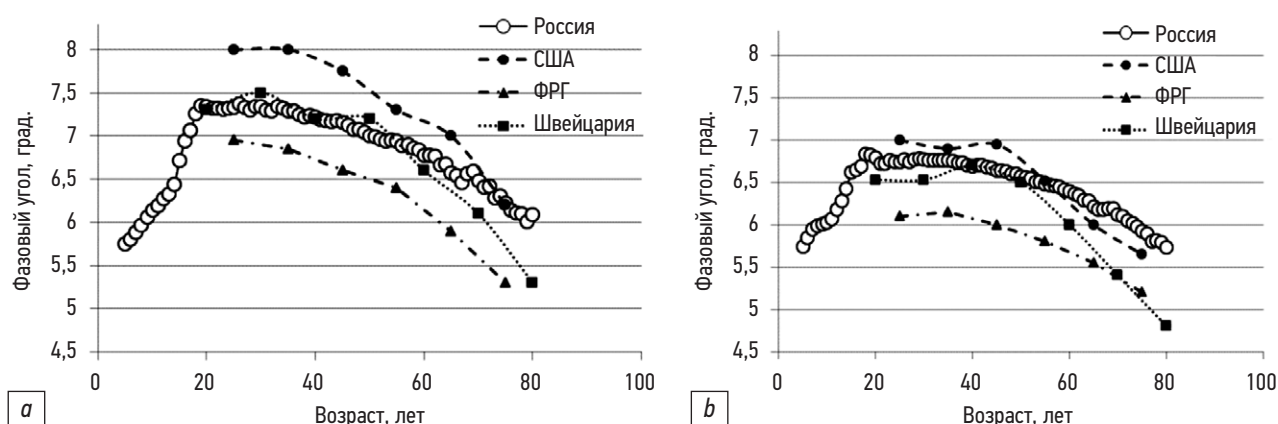


Рис. 3. Мужские (а) и женские (b) популяционные кривые, полученные в обследованиях населения России, США, ФРГ и Швейцарии [11, 12].

Fig. 3. Male (a) and female (b) population curves obtained in surveys of the population of Russia, the USA, the Federal Republic of Germany and Switzerland [11, 12].

активности. Позднее к обсуждаемым причинам снижения значений ФУ у разных групп пациентов были добавлены отёчные явления и нарушения равновесия внеклеточной/клеточной жидкости, проанализированные ещё в 1995 г. у пациентов на гемодиализе [9, 10].

Интересное толкование популяционных значений ФУ высказано в работе A. Bosy-Westphal и соавт. [11]. Было предложено использовать популяционные значения ФУ для характеристики благополучия популяции. На рис. 3 представлены приведённые в статье популяционные значения ФУ имевшихся в распоряжении автора стран (США, ФРГ и Швейцарии), а также графики мужской и женской популяционных линий ФУ, полученные при обследовании посетителей отечественных центров здоровья [12]. Справа — данные женской части популяции, слева — мужской. Из сопоставления отечественных и зарубежных данных следует, что для женской части популяции в интервале 18–60 лет наиболее благополучной выглядит американская, в более старших возрастах — российская.

В мужской части популяции жители США выглядят предпочтительнее во всех рассмотренных возрастах (до 70 лет) с большим отрывом от европейцев, и здесь уместно будет вспомнить, во-первых, о насыщенности программы американских колледжей занятиями физкультурой, а во-вторых, несинхронности получения данных: исследования в Швейцарии датируются 2001 г., в США — 2005 г., в ФРГ — 2006 г., в России — 2010–2012 гг.

Измерение электрического сопротивления на синусоидальном токе в биоимпедансных анализаторах состава тела в большинстве случаев производится следующим образом. Через проводник к исследуемому объекту от источника тока подаётся измерительный ток (иногда его называют зондирующим током). С тех же точек присоединения к исследуемому объекту (такой способ называют биполярным, рис. 4, а) или с других точек (такой способ называют тетраполярным, рис. 4, b) производят измерение падения напряжения. В общем случае графики изменений тока и напряжения выглядят так, как изображено на рис. 4 (с).

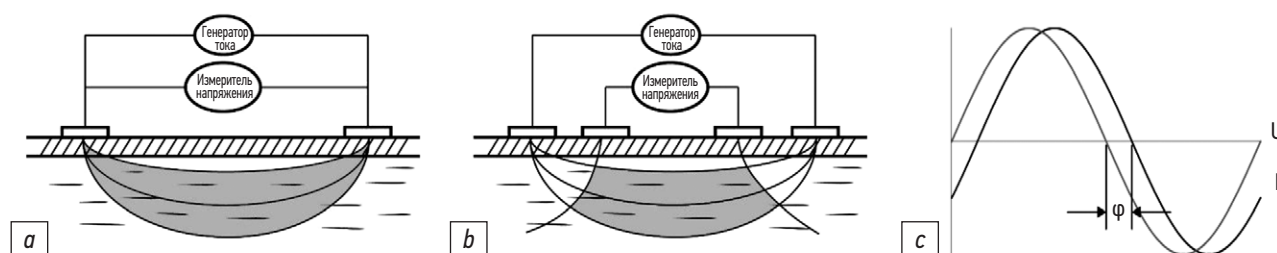


Рис. 4. Биполярное подключение генератора тока и вольтметра (а); тетраполярное подключение (b); графики изменений синусоидального тока и напряжения в исследуемом объекте (с) [13].

Fig. 4. Bipolar connection of the current generator and voltmeter (a); tetrapolar connection (b); graphs of changes in sinusoidal current and voltage in the test object (c) [13].

Изучение геометрии зон чувствительности (см. рис. 4, а, b) показывает, что тетраполярный метод измерений позволяет измерять сопротивление мышечных тканей и внутренних органов отдельно от сопротивления кожи контакта электрод–кожа. С начала 1960-х годов тетраполярный метод измерений электрического сопротивления с медицинскими целями стал доминирующим, что позволило повысить точность измерения сопротивлений тканей организма, избавиться от влияния нестабильности сопротивления контакта электрод–кожа.

Если исследуется гомогенный (однородный по строению) объект, то фазы графиков тока и напряжения совпадают: графики, в данном случае синусоиды на рис. 4 (с), будут синхронно пересекать нулевую линию. Если на пути тока, проходящего через исследуемый объект, встретятся проводники в форме спирали, кривая тока будет опережать по фазе кривую напряжения. При измерении сопротивлений объектов, имеющих ячеистую структуру, в том числе элементов организмов растительного и животного происхождения, имеющих клеточную структуру, взвесей, вспененного вещества, кривая тока будет запаздывать по фазе

относительно кривой падения напряжения. В качестве меры такого запаздывания принято использовать фазовый сдвиг, или фазовый угол, согласно медицинской формулировке.

Графики популяционных значений ФУ для населения России в 2010–2012 гг. [12] (рис. 5) демонстрируют, что значения ФУ у мужской части популяции в среднем возрасте выше, чем у женской. Расхождения начинаются, когда в возрасте 15–19 лет нарастание значений ФУ у мужчин происходит с большей скоростью, чем у женщин. Видно также, что значение 10° и выше встречается крайне редко даже у мужчин 22–24 лет (98-й центиль). Для других возрастов такое событие ещё менее вероятно. Минимальные зафиксированные в клинике значения ФУ составляют $1,5\text{--}1,8^\circ$. Ожидать такие значения ФУ можно, например, у давно обездвиженных пациентов.

В спортивной медицине высокие значения ФУ интерпретируются как степень тренированности атлета и как составляющая предстартовой готовности наряду со значениями процента жировой и скелетно-мышечной массы. Такой подход содержится в процедуре построения индивидуальных спортивных норм [12].

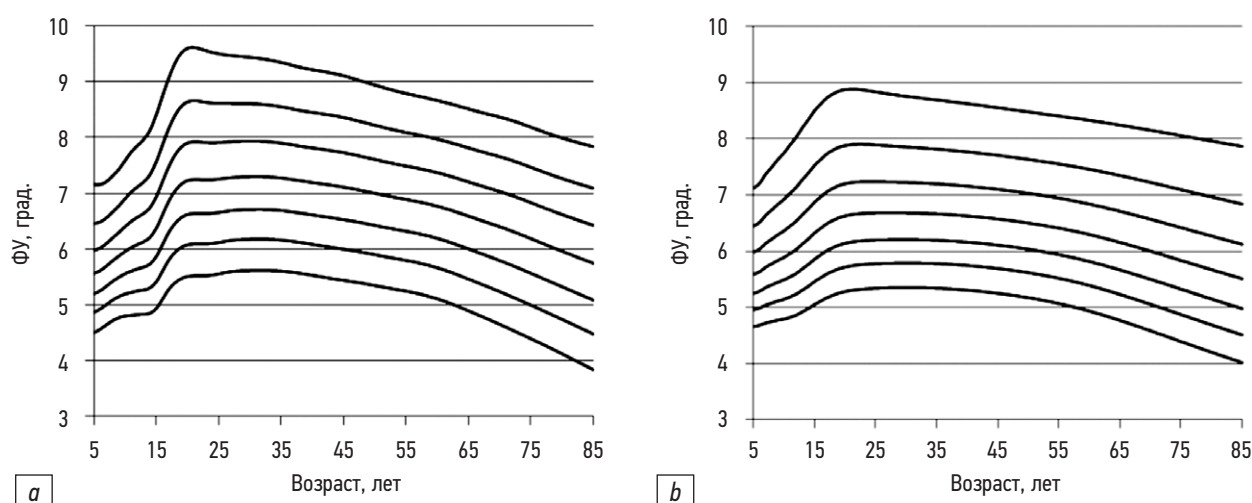


Рис. 5. Графики зависимостей 3; 10; 25; 50; 75; 90 и 97-го центилей значений фазового угла (ФУ) от возраста по данным центров здоровья: а — мужчины, б — женщины [12].

Fig. 5. Graphs of age dependences of the 3rd, 10th, 25, 50, 75, 90 and 97th centiles of the phase angle values according to the data of the Health Centers: men (a), women (b) [12].

На рис. 6 мы видим, как используются несколько замеров ФУ для построения индивидуальной нормы спортсмена. Эта процедура детально описана в книге «Лекции по биоимпедансному анализу состава тела человека» [13] в рамках протокола «Спецнормы» популярной программы ABC01-0362. Графики трёх параметров БИА, используемые для оценки предстартовой готовности [ФУ, доля скелетно-мышечной массы в тощей массе (%СММ) и доля жировой

массы в общей массе тела (%ЖМ)], обрабатываются единообразно. Отбрасываются 20% точек с максимальными значениями и 20% с минимальными значениями параметров. По облакам оставшихся точек формируются коридоры типичных значений параметров (области серого цвета на рис. 6). Верхняя и нижняя границы коридоров типичных значений принимаются, соответственно, за верхнюю и нижнюю границы индивидуальной нормы спортсмена.

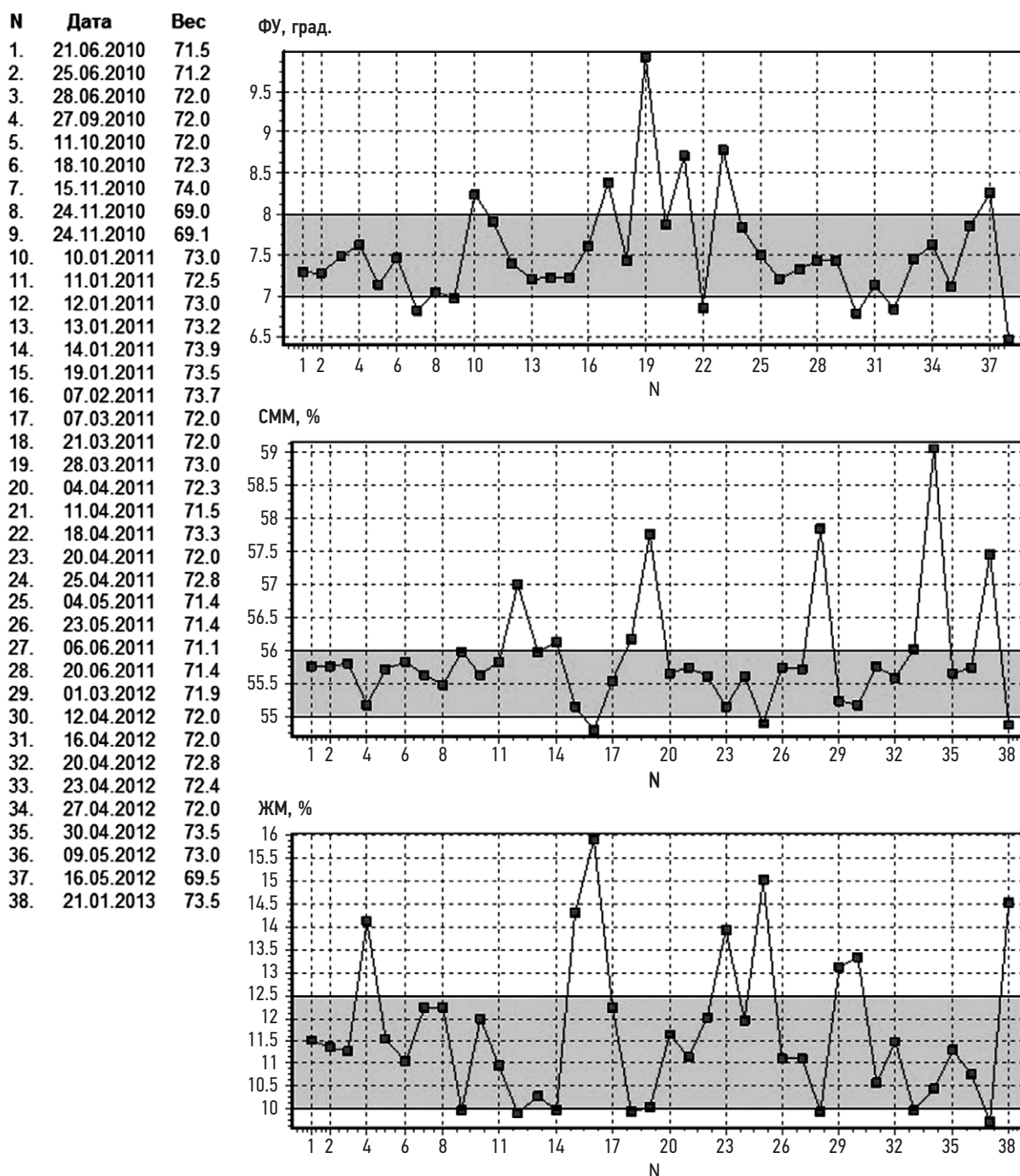


Рис. 6. Динамический протокол биоимпедансного обследования самбиста после фильтрации данных и построения коридора индивидуальных норм.

ФУ — фазовый угол; %СММ — доля скелетно-мышечной массы в тощей массе; %ЖМ — доля жировой массы в общей массе тела.

Fig. 6. Dynamic results sheet of bioimpedance study of a sambo sportsman after data filtering and construction of individual norm corridor.

ФУ — phase angle; %СММ — the proportion of musculoskeletal mass in the lean mass; %ЖМ — the proportion of fat mass in the total body weight.

Периодичность пересмотра полученных границ зависит от демонстрируемых спортсменом результатов.

Отсутствие привязки значений ФУ к антропометрическим параметрам при измерениях кисть–стопа, с одной стороны, создаёт преимущества простоты измерения, с другой — свидетельствует о возможности дальнейшего совершенствования этого диагностического инструмента. Некоторые направления совершенствования уже очевидны — это специализация для более однородных участков измерения. Такие исследования известны: например, описанные в книге «Биоимпедансный анализ состава тела человека» [8]. На рис. 7 представлены результаты одного из фрагментов этой работы: внутри контура человека, разделённого на 12 зон измерения в отведении кисть–стопа,

на левом изображении помещены данные первичных измерений активного сопротивления (R) и реактивного сопротивления (X_c), на правом — рассчитанные значения ФУ и соотношения (в процентах) локального и интегрального (в отведении кисть–стопа) значений ФУ. Измерения проводились на практически здоровом мужчине в возрасте 22 лет. Получены интегральные значения: $R=540$ Ом, $X_c=59$ Ом, $\text{ФУ}=6,23^\circ$. Изучение правой части рис. 7 показало, что некоторые участки вдоль пути прохождения измерительного тока имеют значения ФУ выше, чем интегральное, а некоторые — ниже. Как правило, выше значения ФУ в тех участках, где в сечении, поперечном по отношению к направлению измерительного тока, отношение площади, занятой мышечной тканью, выше площади, занятой костной

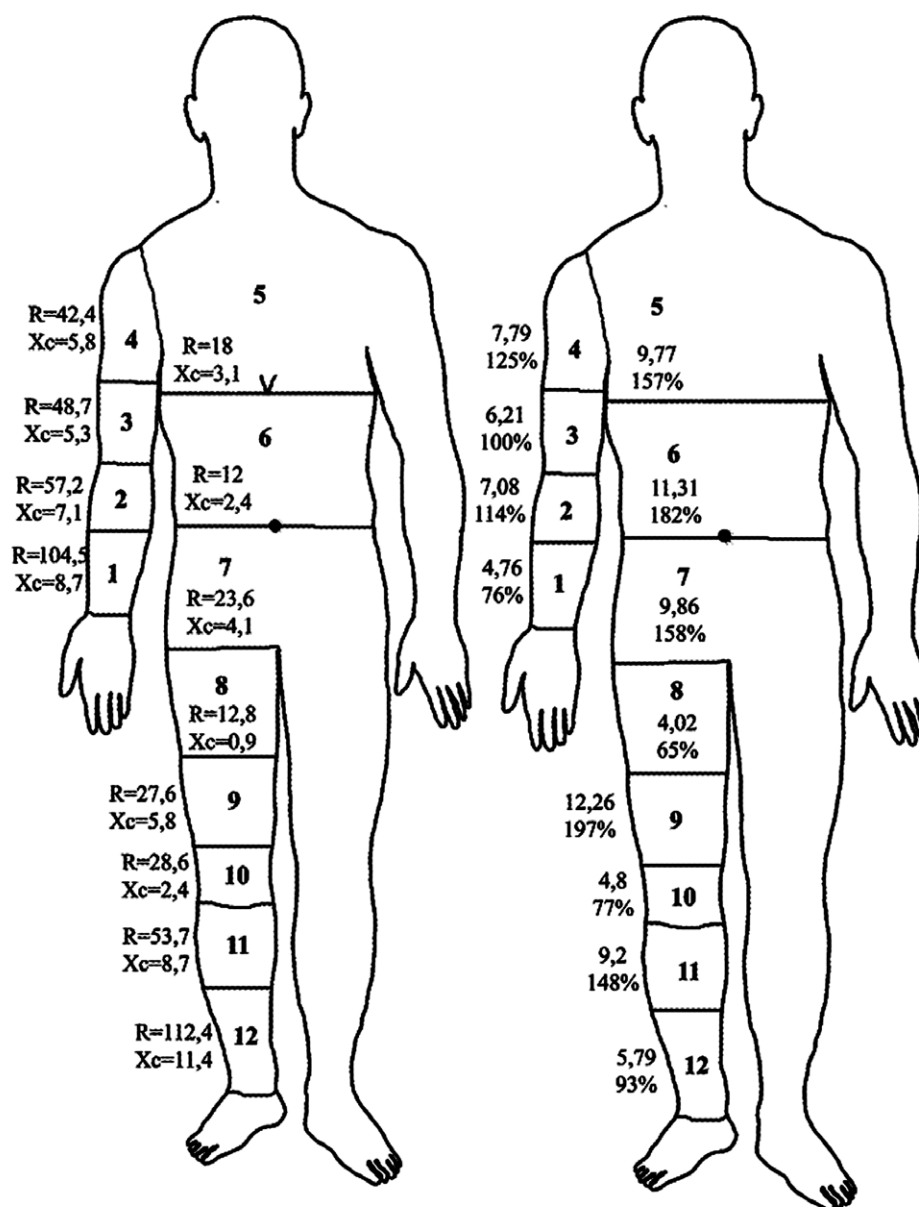


Рис. 7. Пример значений локальных измерений активного сопротивления (R), реактивного сопротивления (X_c), фазового угла и процентного соотношения с интегральным значением фазового угла, измеренным в отведении кисть–стопа.

Fig. 7. Example of values for local measurements of resistance (R), reactance (X_c), phase angle and percentage with integral value phase angle measured in the hand–foot lead.

тканью. Например, значения ФУ верхних сегментов предплечья, плеча и голени выше, чем в нижних сегментах. При исследовании фрагментов скелетных мышц значения ФУ в направлении поперёк мышечных волокон на 20–30% выше, чем вдоль волокон. При поперечном прохождении измерительного тока неоднородность тканей выше. В бедре значение ФУ верхней части ниже, чем в нижней части, поскольку в верхней части выше доля подкожного жира и крупных сосудов. Высокие значения ФУ во всех трёх сегментах туловища отражают наличие сложноструктурированных объектов — внутренних органов.

Таким образом, одним из перспективных направлений развития биоимпедансных исследований человека может стать выработка диапазонов характерных значений ФУ для определённых состояний, которые могут быть использованы в диагностике активной стадии заболеваний, наблюдении за процессами лечения и реабилитации. В спортивной медицине и фитнесе анализ значений ФУ локальных мышечных зон позволит более точно и надёжно обосновывать назначения упражнений, выявлять зоны перетренированности и недостаточного восстановления мышц.

Скорость обменных процессов в организме человека в течение суток может существенно меняться, реагируя на внешние и внутренние воздействия. Как один из коррелятов скорости обменных процессов, ФУ тоже проявляет вариативность, изменяясь в ту же сторону, что и основной обмен. Циркадианные исследования [8] выявили достаточно высокую вариативность в течение суток значений ФУ, которая может составлять около 6–8%. Известны исследования по оценке колебаний ФУ во время и после приёма пищи [8, 14]. Время влияния фактора приёма пищи было оценено в диапазоне 2–4 ч [8].

Ещё большие значения (до 10%) «вызванной» вариативности ФУ можно наблюдать даже после небольших физических нагрузок. Так, в эксперименте с выполнением 20 отжиманий от пола на руках (рис. 8) получены графики изменений внеклеточной жидкости и ФУ в руке, туловище, ноге и отведении кисть–стопа. Согласно протоколу, первые 5 мин велись фоновые измерения в положении лёжа на спине. Далее видна запись высокоамплитудных артефактов движения во время выполнения отжиманий, затем испытуемый снова принял позу лёжа на спине. Заметно, что после выполнения упражнений значения всех параметров существенно изменились: особенно видно, как повысилась гидратация руки, понизилась гидратация ноги, снизились значения ФУ руки, повысились значения ФУ ноги. Далее ожидалось, что начнётся процесс восстановления, но графики мониторингов показали, что ещё в течение по крайней мере 10 мин процессы увеличения гидратации и снижения ФУ руки шли всё в том же направлении. Несмотря на то что медленное восстановление после этого началось, его окончания экспериментатор не стал дожидаться, так как, судя по начальной скорости процесса, ждать пришлось бы не менее 6–10 ч. На графике внеклеточной жидкости туловища относительные изменения

степени гидратации невелики из-за большого объёма жидкости в туловище, незначительного объёма оттока в руки. Тем не менее снижение ФУ в туловище весьма заметно. В ноге на фоне оттока внеклеточной жидкости мы видим подъём значений ФУ. В отведении кисть–стопа мы видим графики, получившиеся суперпозицией графиков всех трёх зон, входящих в это отведение. Так, по внеклеточной жидкости график отведения кисть–стопа имеет форму, подобную графику изменений внеклеточной жидкости в туловище. Динамика изменений ФУ для каждого отведения имеет направленность, противоположную направленности изменений внеклеточной жидкости для каждого рассмотренного отведения. Это указывает на механизм изменений ФУ: приход внеклеточной жидкости в виде изменения заполнения венозных сосудов кровью (ФУ крови примерно 1,5–1,7° [15]) шунтирует объекты с мышечной структурой и внутренними органами, имеющими значительно более высокие значения ФУ (8–12°).

Аналогично происходит изменение ФУ и при других событиях, связанных с централизацией и децентрализацией кровообращения и кровенаполнения, изменениями в конечностях, имеющими окклюзионную и гиперемическую природу. Рассмотренные выше механизмы влияют и на точность определения всех остальных параметров состава тела. Для максимальной компенсации влияния указанных механизмов написаны правила проведения и подготовки процедуры биоимпедансных исследований, описанные, в частности, в национальном руководстве «Парентеральное и энтеральное питание» [16].

ОБЗОР ПОСЛЕДНИХ ПУБЛИКАЦИЙ

В современных зарубежных публикациях можно найти достаточно много оригинальных статей и даже несколько обзоров с методиками использования значений ФУ в клинической и спортивной медицине.

Большую часть обзорных публикаций составляют статьи, рассматривающие одну из четырёх основных категорий:

- 1) прогностическая ценность у пациентов с различными нозологиями;
- 2) оценка статуса питания;
- 3) связь значений ФУ и физической нагрузки;
- 4) нормативные значения для здоровых лиц или пациентов с определёнными заболеваниями.

Наиболее распространены обзоры о прогностическом значении ФУ и связи с выживаемостью у пациентов с различными нозологиями, поскольку объединяют пациентов различных групп, чаще всего онкологических больных.

Первая обзорная публикация «Фазовый угол и векторный анализ импеданса: клиническая значимость и применимость параметров импеданса» датируется 2012 г. и посвящена общим вопросам, особенно прогностическому значению ФУ [17]. Авторы обзора выделили основные обсуждаемые в литературе детерминанты ФУ: возраст, пол, индекс массы тела, опросник для оценки нутритивного статуса пациента (SGA), преальбумин, С-реактивный белок,

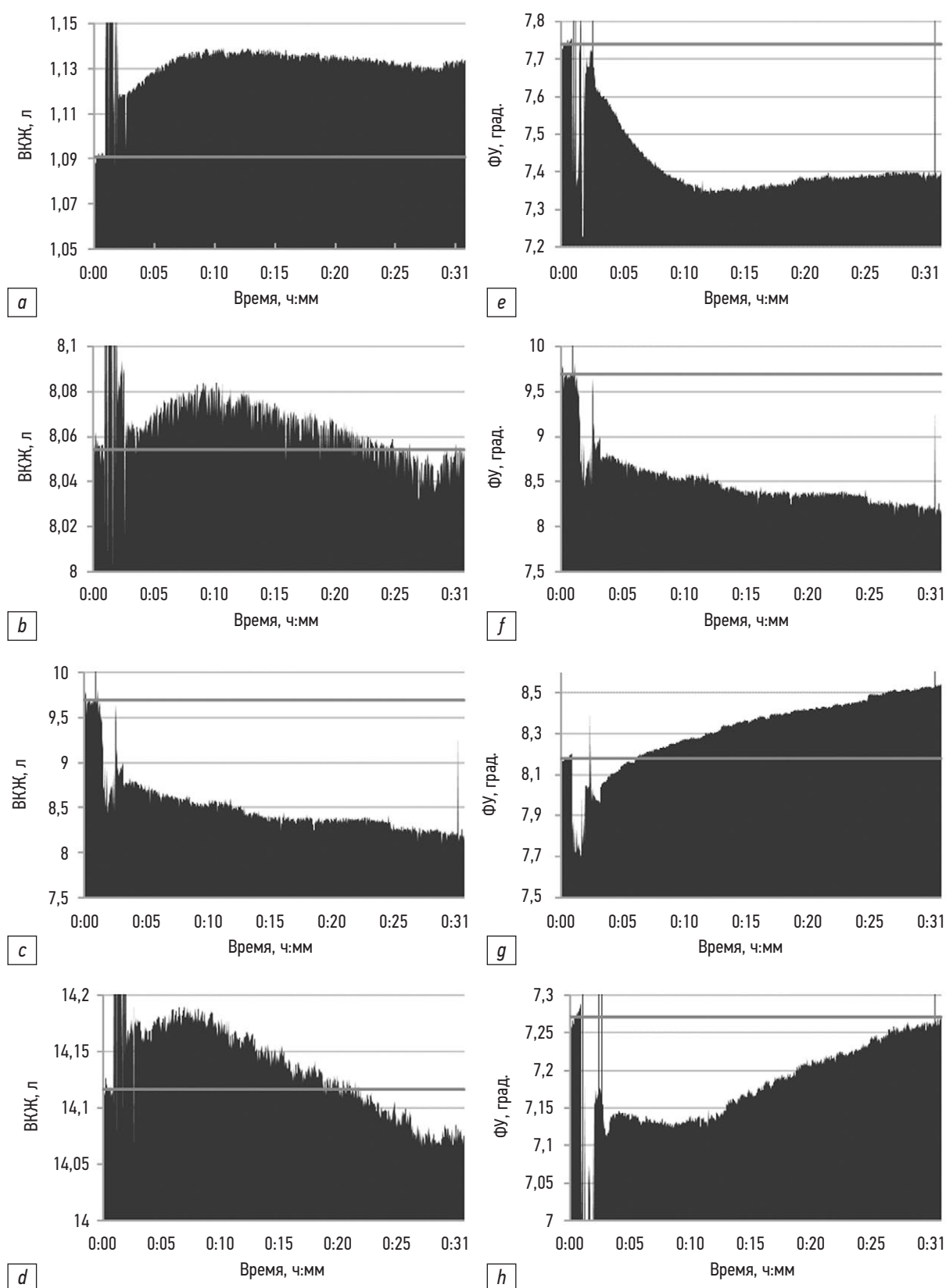


Рис. 8. Графики изменения значений внеклеточной жидкости (а–д) и фазового угла (е–h) для правой руки (а, е), туловища (b, f), правой ноги (с, g), в отведении кисть–стопа (d, h). В каждом фрагменте записи слева направо слитно видны записи фоновое состояние, артефактов измерения при выполнении упражнения и 30-минутного процесса восстановления.

Fig. 8. Graphs of changes in the values of extracellular fluid (a–d) and phase angle (e–h) for the right arm (a, e), for the trunk (b, f), for the right leg (c, g), in the hand–foot abduction (d, h). Records of the background state, of measurement artifacts during the exercise, of 30-minute recovery process are continuously visible from left to right in each part of the registration.

интерлейкин-6, некоторые заболевания. Наибольший интерес в этом обзоре представляет таблица прогностических значений фазового угла у пациентов с различными заболеваниями. В зависимости от источника и нозологической группы прогностически значимая в отношении выживаемости, смертности или прогрессирования заболеваний точка отсечения варьирует от 3,0–4,0° для пациентов на гемодиализе до 5,6–6,0° у пациентов с вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ), перитониальным диализом и раком молочной железы. Обнаруженные авторами многочисленные исследования подтверждают прогностическое значение ФУ в отношении смертности или послеоперационных осложнений в различных клинических условиях.

Ещё один систематический обзор, посвящённый оценке связи между значениями ФУ и смертности, опубликован L.M. Garlini и соавт. в 2018 г. [18]. Исследование проводилось в нескольких электронных базах данных и включало публикации, в которых ФУ использовался в качестве предиктора, а в качестве результата — показатель смертности/выживаемости. Авторы проанализировали 48 из отобранных первичным поиском 455 работ, в 42 из которых была показана корреляция между значениями ФУ и смертностью.

На основе информации, собранной из проанализированных исследований в этом обзоре, можно сделать вывод, что доказательства корреляции между ФУ и смертностью существенны, особенно для пациентов с нефрологическими и онкологическими заболеваниями. О пациентах с ВИЧ и заболеваниями печени статей было найдено меньше, но они не менее убедительно подтверждают эту связь.

В том же году был опубликован ещё один обзор, посвящённый прогностическому значению ФУ. Но он уже касался только онкологических пациентов [19]. Поиск проводился в электронных базах данных статей по состоянию на август 2017 г. В свой обзор авторы включили девять исследований с участием 1496 пациентов. В описываемых авторами работах низкий уровень ФУ был связан с худшим статусом питания, оцениваемым по индексу массы тела, уровню сывороточного альбумина, трансферрина и безжировой массе. Все проанализированные исследования показали значительную связь между ФУ и общей выживаемостью: у пациентов с низкими значениями ФУ выживаемость была хуже.

Ещё один метаанализ о прогностической ценности ФУ у взрослых онкологических пациентов был выпущен в 2021 г. [20]. В это исследование было включено 14 работ с участием 2625 пациентов. Положительная и значимая корреляция между ФУ и выживаемостью при раке была подтверждена, как и значительная прогностическая роль ФУ для выживаемости пациентов: при низких значениях ФУ вероятность выживания на 23% ниже, чем при высоких.

Схожие выводы можно обнаружить в более раннем обзоре «Значение анализа биоэлектрического импеданса и фазового угла в оценке недостаточности питания и качества жизни у онкологических больных: всесторонний обзор», опубликованном O. Grundmann и соавт. в 2015 г. [21]. Авторы отмечают, что больные раком часто жалуются

на недоедание и кахексию, что усложняет курс лечения и влияет на результаты, и что использование БИА и измерений ФУ может принести пользу при клиническом ведении онкологических больных несколькими способами: в плане профилактики, диагностики, прогноза. В проанализированных авторами работах значения ФУ чаще всего оценивались и коррелировали с нутритивным статусом и выживаемостью.

Об оценке питания при циррозе печени с акцентом на ФУ в 2016 г. писали S.A. Fernandes и соавт. [22]. Белково-энергетическая недостаточность является распространённым состоянием у пациентов с циррозом печени, приводящим к худшему прогнозу, осложнениям, низкому качеству жизни и снижению выживаемости. Среди способов оценки состояния питания есть антропометрические методы, такие как оценка кожной складки трицепса, окружности руки, окружности мышц руки и индекса массы тела, а также не-антропометрические методы, такие как опросник «Субъективная глобальная оценка» (SGA), сила сжатия кисти на недоминантной руке и БИА. Белково-энергетическая недостаточность часто недооценивается в клинических условиях у пациентов с циррозом печени из-за ограничений методов оценки питания в этой популяции. БИА — полезный метод, но он не может быть показан пациентам с ненормальным телосложением. В этих ситуациях использовался ФУ, что может стать важным инструментом оценки состояния питания в любой ситуации. ФУ может рассматриваться как индикатор питания при циррозе печени. Ранняя характеристика состояния питания у пациентов с циррозом печени означает раннее вмешательство в питание, что положительно влияет на общий прогноз пациентов.

В другой работе, обзоре 2017 г. известных авторов H.C. Lukaski и соавт. «Оценка недоедания и прогноза у взрослых с помощью биоэлектрического импедансного анализа: фазовый угол и отношение импеданса» [23], рассматривалось применение ФУ в оценке питания. Недоедание влияет на прогноз исхода заболевания у многих групп пациентов. Биоимпедансный анализ предлагает практический подход к выявлению недоедания и прогнозу путём оценки качества клеточных мембран всего тела и отображения распределения жидкости для человека.

Два новых применения БИА предоставляют возможности для безопасной, быстрой и неинвазивной оценки состояния питания и прогноза. Один метод использует одночастотные измерения для определения фазового угла, оценки состояния питания и соотношения его с прогнозом, смертностью и функциональными результатами. Другой подход использует соотношение значений импеданса на нескольких частотах для индикации изменённого распределения жидкости и прогноза динамики изменения состояния.

Использование базовых измерений БИА, независимо от использования регрессионных моделей и предположений о постоянном химическом составе безжировой массы, открывает новые возможности для практической клинической оценки нарушения пищевого статуса и прогноза среди госпитализированных пациентов и пожилых людей, которые

потенциально могут способствовать улучшению ухода за пациентами и показателей клинических результатов.

Исследованиям ФУ как инструмента оценки статуса питания пациентов с нервной анорексией посвящена работа 2017 г. T. Małecka-Massalska и соавт. [24]. На практике используются разные методы оценки статуса питания, в том числе история диеты, весовые показатели и данные анкетирования, физикальное обследование, антропометрические измерения, биохимические измерения, функциональные тесты, а также БИА или адипометрия. ФУ является ещё одним параметром, который всё чаще используется при мониторинге состояния питания. Он пропорционален клеточной массе тела. Его прямая корреляция со статусом клеточного питания была документально подтверждена. Высокие значения ФУ указывают на благополучие, а низкие значения — на плохое состояние клеток.

Значения ФУ у пациентов с нервной анорексией намного ниже, чем у здоровых людей, а в процессе лечения наблюдается увеличение значения ФУ, что указывает на потенциальную возможность использования ФУ для мониторинга результатов лечения, при этом он остаётся более надёжным параметром оценки питания, улучшения состояния у пациентов с нервной анорексией, чем просто индекс массы тела.

Все указанные обзоры демонстрируют, что низкие значения ФУ связаны с неблагоприятными ситуациями и прогнозом. Существует ряд публикаций, в которых авторы пытаются использовать ФУ как диагностический параметр. Так, в 2020 г. был опубликован систематический обзор O. Di Vincenzo и соавт. [25] о значениях ФУ при саркопении. Авторы обработали результаты 225 исследований, найденных в нескольких электронных базах данных, из которых лишь 13 соответствовали критериям включения. Выбранные исследования были сосредоточены на (а) изменениях ФУ, вызванных саркопенией; (б) распространённости саркопении, связанной с ФУ; (в) определении границ ФУ при саркопении; (г) оценке саркопении и ФУ как предикторов клинических исходов. В качестве предпосылки своей работы авторы указывают многочисленность сведений о том, что ФУ связан с клинической оценкой статуса питания, распределением жидкости, клеточной массой, мышечной силой и является эффективным предиктором различных клинических исходов. Именно поэтому можно ожидать взаимосвязь между низкими значениями ФУ и саркопенией (определяемой низкой массой скелетных мышц и нарушением мышечной функции). Саркопения была связана со значительно более низким ФУ в 7 исследованиях из 8, в то время как 5 исследований из 6 сообщили о высокой распространённости саркопении у пациентов с низким ФУ. Для идентификации саркопении были получены различные значения пороговой точки — от 4,05° до 5,05°. ФУ и саркопения были независимыми предикторами выживаемости у онкологических больных и госпитализированных герiatricких пациентов. В работе сделан вывод, что данные из выбранных статей демонстрируют снижение ФУ у субъектов с саркопенией, а распространённость саркопении

выше у субъектов с низким ФУ. Таким образом, к списку неблагоприятных ситуаций, сопровождающихся снижением ФУ, добавляется саркопения.

Несколько ранее та же группа исследователей опубликовала обзор о благоприятных прогнозах, связанных с ФУ [26]. O. Di Vincenzo и соавт. подготовили систематический обзор об использовании ФУ в спорте по материалам PubMed, Scopus и Web of Science до июня 2019 г. Критерии отбора включали исследования субъектов, которые систематически занимаются спортом на любительском и профессиональном уровне. Тридцать пять статей соответствовали критериям включения (21 поперечное исследование, 14 — продольных). Всего несколько, но убедительных исследований показали, что средний показатель ФУ выше у спортсменов по сравнению с контрольной группой. Для одного и того же вида спорта наблюдается большая вариативность ФУ, в то время как до сих пор неясно, в какой степени ФУ различается в разных видах спорта. Чёткой связи между ФУ и спортивными достижениями или тренировкой/нетренировкой не обнаружено.

Можно утверждать, что по конкретному виду спорта следует собирать гораздо больше данных систематическим образом и за период времени, необходимый для определения изменений и тенденций. Это ещё более важно в случае интервенционных исследований.

В 2018 г. E. Mundstock и соавт. [27] опубликовали систематический обзор и метаанализ с целью оценить взаимосвязь между физической активностью и ФУ. В соответствии с протоколом написания систематического обзора и метаанализа PRISMA авторы отобрали 9 статей. Представление о разработанности темы физической активности и ФУ даёт первоначальный поиск авторов при отборе статей для метаанализа (первоначально было отобрано более 4600 уникальных записей). Выводом проделанной авторами работы стало в целом широко известное в спортивной медицине заключение о более высоких значениях ФУ у тренированных, физически активных людей по сравнению с малоактивными, а также о возможности увеличить значение ФУ с помощью тренировок. При этом авторы определили направления исследований для различных типов, интенсивности и частоты упражнений, которые необходимо провести, чтобы найти наилучшее соотношение доза—эффект.

Таким образом, все эти обзоры подтверждают, что более высокие значения ФУ соответствуют лучшему состоянию организма, и что ФУ может претерпевать динамические изменения у отдельно взятого пациента. Такая особенность ФУ требует детального понимания вариативности значений в зависимости от разных условий. В работе бразильских исследователей R. Mattiello и соавт. 2020 г. «Значения фазового угла: систематический обзор и метаанализ с участием более 250 000 испытуемых» [28] осуществлена попытка оценки средних значений ФУ у здоровых людей в рамках метаанализа. В качестве исходных данных исследователи использовали 46 работ из 17 стран, включающие в общей сложности данные почти 250 000 пациентов. Несомненным

достоинством данной статьи является попытка построения половозрастной динамики значений ФУ с захватом редко исследуемых возрастов младенчества и раннего детства. Значение ФУ у итальянских и бразильских детей от 0 до 2 лет составляет 3,1–3,6°. В последующем анализе использованы гетерогенные данные разных этнических групп, но даже на такой выборке просматриваются общие закономерности увеличения значений к 20 годам. Неравноценность возрастных групп по этническому составу не позволила авторам детально оценить динамику ФУ. В действительности, значения фазового угла достаточно плавно снижаются после 20 лет (см. рис. 5).

В 2013 г. по схожей теме уже опубликован обзор на испанском языке [29]. Авторы при анализе половозрастных норм цитируют ряд работ [11, 30, 31] и приходят к выводу, что нормы варьируют в зависимости от популяции. Авторы отмечают также, что большое количество клинических исследований предлагает ФУ в качестве полезного прогностического маркера при таких клинических состояниях, как цирроз печени и рак груди, толстой кишки, поджелудочной железы и лёгких; положительная связь между ФУ и выживаемостью наблюдалась также у хирургических и ВИЧ-инфицированных пациентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Фазовый угол уже признан удобным в применении инструментом индивидуальной диагностики, а также удобным параметром при скрининговых обследованиях. При высоких значениях он отражает степень тренированности мышечной системы, при низких — тяжесть катаболических нарушений вследствие имеющихся заболеваний или обездвиживания.

В оценке питания, где использование технологии БИА привело к построению развёрнутых оценок, включающих общее питание, белковое питание, степень гидратации организма и скорость обменных процессов, надежды на замену этого анализа оценкой одной величины фазового угла не оправдались. Информация о степени рассматриваемых в статье катаболических нарушений в протоколе БИА содержится также в параметре «активная клеточная масса», который отражает содержание белковой компоненты тканей организма и интерпретируется как достаточность или недостаточность белковой компоненты питания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Barnett A., Bagno S. The physiological mechanisms involved in the clinical measure of phase angle: circuits simulating the phase angle properties of the body; correlations with experimental findings in normal and pathological states // *Am J Physiology*. 1935. Vol. 114, N 2. P. 366–382 doi: 10.1152/ajplegacy.1935.114.2.366
2. Barnett A. The phase angle of normal human skin // *J Physiol*. 1938. Vol. 93, N 4. P. 349–366. doi: 10.1113/jphysiol.1938.sp003645
3. Bozler E.L., Cole K.S. Electric impedance and phase angle of muscle in rigor // *J Cell Comparat Physiology*. 1935. Vol. 6, N 2. P. 229–241. doi: 10.1002/jcp.1030060205

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Источник финансирования. Поисково-аналитическая работа проведена на личные средства авторского коллектива.

Конфликт интересов. Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Участие авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли равный вклад в разработку концепции и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: Д.В. Николаев — разработка концепции статьи, анализ литературных источников, написание текста и редактирование статьи; С.П. Щелькалина — сбор и анализ литературных источников, написание текста и редактирование статьи, подготовка иллюстраций.

Благодарности. Авторы выражают глубокую благодарность рецензентам и редколлегии журнала «Клиническое питание и метаболизм» за ценные комментарии и методическую помощь, которые позволили значительно улучшить качество научной статьи, а также Романовой Вере Сергеевне, научному сотруднику НТЦ «МЕДАСС» за помощь в поиске литературных источников по теме обзора.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

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

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. D.V. Nikolaev — development of the article concept, analysis of literary sources, writing and editing the article; S.P. Shchelykalina — collection and analysis of literary sources, writing and editing the article, preparing illustrations. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Acknowledgments. The authors express their deep gratitude to the reviewers and the editorial board of the journal "Clinical Nutrition and Metabolism" for valuable comments and methodological assistance, which significantly improved the quality of the scientific article, and to Vera Sergeevna Romanova, a researcher at the Scientific Research Center "Medas" for help in finding sources for a review of recent publications.

4. Cole K.S., Curtis H.J. Electric impedance of the squid giant axon during activity // *J Gen Physiology*. 1939. Vol. 22, N 5. P. 649–670. doi: 10.1085/jgp.22.5.649
5. Cole K., Curtis H. Electrical impedance of nerve during activity // *Nature*. 1938. Vol. 142. P. 209–210. doi: 10.1038/142209b0
6. Cole K.S. Electric phase angle of cell membranes // *J Gen Physiol*. 1932. Vol. 15, N 6. P. 641–649. doi: 10.1085/jgp.15.6.641
7. Selberg O., Selberg D. Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and

patients with liver cirrhosis // *Eur J Appl Physiol*. 2002. Vol. 86, N 6. P. 509–516. doi: 10.1007/s00421-001-0570-4

8. Николаев Д.В., Смирнов А.В., Бобринская И.Г., Руднев С.Г. Биоимпедансный анализ состава тела человека. Москва: Наука, 2009. 392 с.

9. Chertow G.M., Lowrie E.G., Wilmore D.W., et al. Nutritional assessment with bioelectrical impedance analysis in maintenance hemodialysis patients // *J Am Soc Nephrol*. 1995. Vol. 6, N 1. P. 75–81. doi: 10.1681/ASN.V6175

10. Marini E., Buffa R., Contreras M., et al. Effect of influenza-induced fever on human bioimpedance values // *PLoS One*. 2015. Vol. 10, N 4. P. e0125301. doi: 10.1371/journal.pone.0125301

11. Bosy-Westphal A., Danielzik S., Dörhöfer R.P., et al. Phase angle from bioelectrical impedance analysis: population reference values by age, sex, and body mass index // *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2006. Vol. 30, N 4. P. 309–316. doi: 10.1177/0148607106030004309

12. Руднев С.Г., Соболева Н.П., Стерликов С.А., и др. Биоимпедансное исследование состава тела населения России. Москва: РИО ЦНИИОИЗ, 2014. 493 с.

13. Николаев Д.В., Щелыкалина С.П. Лекции по биоимпедансному анализу состава тела человека. Москва: РИО ЦНИИОИЗ МЗ РФ, 2016. 152 с.

14. Slinde F., Rossander-Hulthén L. Bioelectrical impedance: effect of 3 identical meals on diurnal impedance variation and calculation of body composition // *Am J Clin Nutr*. 2001. Vol. 74, N 4. P. 474–478. doi: 10.1093/ajcn/74.4.474

15. Малахов М.В., Николаев Д.В., Смирнов А.В., и др. Оценка гематологических и биохимических показателей крови методом биоимпедансной спектроскопии // *Клиническая лабораторная диагностика*. 2011. № 1. С. 20–23.

16. Хубутия М.Ш., Попова Т.С., Салтанов А.И. Парентеральное и энтеральное питание: национальное руководство. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. 800 с.

17. Norman K., Stobäus N., Pirlich M., Bosy-Westphal A. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis—clinical relevance and applicability of impedance parameters // *Clin Nutr*. 2012. Vol. 31, N 6. P. 854–861. doi: 10.1016/j.clnu.2012.05.008

18. Garlini L.M., Alves F.D., Ceretta L.B., et al. Phase angle and mortality: a systematic review // *Eur J Clin Nutr*. 2019. Vol. 73, N 4. P. 495–508. doi: 10.1038/s41430-018-0159-1

19. Pereira M.M., Queiroz M.D., de Albuquerque N.M., et al. The prognostic role of phase angle in advanced cancer patients: a systematic review // *Nutr Clin Pract*. 2018. Vol. 33, N 6. P. 813–824. doi: 10.1002/ncp.10100

20. Arab A., Karimi E., Vingrys K., Shirani F. Is phase angle a valuable prognostic tool in cancer patients' survival? A systematic review and

meta-analysis of available literature // *Clin Nutr*. 2021. Vol. 40, N 5. P. 3182–3190. doi: 10.1016/j.clnu.2021.01.027

21. Grundmann O., Yoon S.L., Williams J.J. The value of bioelectrical impedance analysis and phase angle in the evaluation of malnutrition and quality of life in cancer patients—a comprehensive review // *Eur J Clin Nutr*. 2015. Vol. 69, N 12. P. 1290–1297. doi: 10.1038/ejcn.2015.126

22. Fernandes S.A., de Mattos A.A., Tovo C.V., Marroni C.A. Nutritional evaluation in cirrhosis: Emphasis on the phase angle // *World J Hepatol*. 2016. Vol. 8, N 29. P. 1205–1211. doi: 10.4254/wjh.v8.i29.1205

23. Lukaski H.C., Kyle U.G., Kondrup J. Assessment of adult malnutrition and prognosis with bioelectrical impedance analysis: phase angle and impedance ratio // *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2017. Vol. 20, N 5. P. 330–339. doi: 10.1097/MCO.0000000000000387

24. Małecka-Massalska T., Popiołek J., Teter M., et al. Application of phase angle for evaluation of the nutrition status of patients with anorexia nervosa // *Psychiatr Pol*. 2017. Vol. 51, N 6. P. 1121–1131. doi: 10.12740/PP/67500

25. Di Vincenzo O., Marra M., Di Gregorio A., et al. Bioelectrical impedance analysis (BIA) — derived phase angle in sarcopenia: A systematic review // *Clin Nutr*. 2021. Vol. 40, N 5. P. 3052–3061. doi: 10.1016/j.clnu.2020.10.048

26. Di Vincenzo O., Marra M., Scalfi L. Bioelectrical impedance phase angle in sport: a systematic review // *J Int Soc Sports Nutr*. 2019. Vol. 16, N 1. P. 49. doi: 10.1186/s12970-019-0319-2

27. Mundstock E., Amaral M.A., Baptista R.R., et al. Association between phase angle from bioelectrical impedance analysis and level of physical activity: Systematic review and meta-analysis // *Clin Nutr*. 2019. Vol. 38, N 4. P. 1504–1510. doi: 10.1016/j.clnu.2018.08.031

28. Mattiello R., Amaral M.A., Mundstock E., Ziegelmann P.K. Reference values for the phase angle of the electrical bioimpedance: Systematic review and meta-analysis involving more than 250,000 subjects // *Clin Nutr*. 2020. Vol. 39, N 5. P. 1411–1417. doi: 10.1016/j.clnu.2019.07.004

29. Llares L., Baldomero V., Iglesias M.L., Rodota L.P. Values of the phase angle by bioelectrical impedance; nutritional status and prognostic value. (In Spanish) // *Nutr Hosp*. 2013. Vol. 28, N 2. P. 286–295. doi: 10.3305/nh.2013.28.2.6306

30. Barbosa-Silva M.C., Barros A.J., Wang J., et al. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex // *Am J Clin Nutr*. 2005. Vol. 82, N 1. P. 49–52. doi: 10.1093/ajcn.82.1.49

31. Kyle U.G., Genon L., Karsegard V.L. Percentiles (10, 25, 75 and 90th) for phase angle (PhA), determined by bioelectrical impedance analysis (BIA) in 2740 healthy adults aged 20–75 yr // *Clin Nutr*. 2004. Vol. 23. P. 758.

REFERENCES

1. Barnett A, Bagno S. The physiological mechanisms involved in the clinical measure of phase angle: circuits simulating the phase angle properties of the body; correlations with experimental findings in normal and pathological states. *Am J Physiology*. 1935;114(2): 366–382. doi: 10.1152/ajplegacy.1935.114.2.366
2. Barnett A. The phase angle of normal human skin. *J Physiol*. 1938;93(4):349–366. doi: 10.1113/jphysiol.1938.sp003645
3. Bozler EL, Cole KS. Electric impedance and phase angle of muscle in rigor. *J Cell Comparat Physiology*. 1935;6(2):229–241. doi: 10.1002/jcp.1030060205

4. Cole KS, Curtis HJ. Electric impedance of the squid giant axon during activity. *J Gen Physiology*. 1939;22(5):649–670. doi: 10.1085/jgp.22.5.649
5. Cole K, Curtis H. Electrical impedance of nerve during activity. *Nature*. 1938;142:209–210. doi: 10.1038/142209b0
6. Cole KS. Electric phase angle of cell membranes. *J Gen Physiol*. 1932;15(6):641–649. doi: 10.1085/jgp.15.6.641
7. Selberg O, Selberg D. Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and patients with liver cirrhosis. *Eur J Appl Physiol*. 2002;86(6):509–516. doi: 10.1007/s00421-001-0570-4

8. Nikolaev DV, Smirnov AV, Bobrinskaya IG, Rudnev SG. Bioelectric impedance analysis of human body composition. Moscow: Nauka; 2009. 392 p. (In Russ).
9. Chertow GM, Lowrie EG, Wilmore DW, et al. Nutritional assessment with bioelectrical impedance analysis in maintenance hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol*. 1995;6(1):75–81. doi: 10.1681/ASN.V6175
10. Marini E, Buffa R, Contreras M, et al. Effect of influenza-induced fever on human bioimpedance values. *PLoS One*. 2015;10(4):e0125301. doi: 10.1371/journal.pone.0125301
11. Bösy-Westphal A, Danielzik S, Dörhöfer RP, et al. Phase angle from bioelectrical impedance analysis: population reference values by age, sex, and body mass index. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2006;30(4):309–316. doi: 10.1177/0148607106030004309
12. Rudnev SG, Soboleva NP, Sterlikov SA, et al. Bioimpedance study of body composition in the Russian population. Moscow: RIO TSNIIOIZ; 2014. 493 p. (In Russ).
13. Nikolaev DV, Shchelykalina SP. Bioimpedance analysis of the human body composition: Lectures. Moscow: RIO TSNIIOIZ; 2016. 152 p. (In Russ).
14. Slinde F, Rossander-Hulthén L. Bioelectrical impedance: effect of 3 identical meals on diurnal impedance variation and calculation of body composition. *Am J Clin Nutr*. 2001;74(4):474–478. doi: 10.1093/ajcn/74.4.474
15. Malakhov MV, Nikolayev DV, Smirnov AV, et al. Evaluation of blood hematological and biochemical parameters by bioimpedance spectroscopy. *Clinical Laboratory Diagnostics*. 2011;(1):20–23. (In Russ).
16. Khubutiya MS, Popova TS, Saltanov AI. Parenteral and enteral nutrition: A national guide. Moscow: GEOTAR-Media; 2014. 800 p. (In Russ).
17. Norman K, Stobäus N, Pirlich M, Bösy-Westphal A. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis--clinical relevance and applicability of impedance parameters. *Clin Nutr*. 2012;31(6):854–861. doi: 10.1016/j.clnu.2012.05.008
18. Garlini LM, Alves FD, Ceretta LB, et al. Phase angle and mortality: a systematic review. *Eur J Clin Nutr*. 2019;73(4):495–508. doi: 10.1038/s41430-018-0159-1
19. Pereira MM, Queiroz MD, de Albuquerque NM, et al. The prognostic role of phase angle in advanced cancer patients: a systematic review. *Nutr Clin Pract*. 2018;33(6):813–824. doi: 10.1002/ncp.10100
20. Arab A, Karimi E, Vingrys K, Shirani F. Is phase angle a valuable prognostic tool in cancer patients' survival? A systematic review and meta-analysis of available literature. *Clin Nutr*. 2021;40(5):3182–3190. doi: 10.1016/j.clnu.2021.01.027
21. Grundmann O, Yoon SL, Williams JJ. The value of bioelectrical impedance analysis and phase angle in the evaluation of malnutrition and quality of life in cancer patients--a comprehensive review. *Eur J Clin Nutr*. 2015;69(12):1290–1297. doi: 10.1038/ejcn.2015.126
22. Fernandes SA, de Mattos AA, Tovo CV, Marroni CA. Nutritional evaluation in cirrhosis: Emphasis on the phase angle. *World J Hepatol*. 2016;8(29):1205–1211. doi: 10.4254/wjh.v8.i29.1205
23. Lukaski HC, Kyle UG, Kondrup J. Assessment of adult malnutrition and prognosis with bioelectrical impedance analysis: phase angle and impedance ratio. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2017;20(5):330–339. doi: 10.1097/MCO.0000000000000387
24. Małecka-Massalska T, Popiołek J, Teter M, et al. Application of phase angle for evaluation of the nutrition status of patients with anorexia nervosa. *Psychiatr Pol*. 2017;51(6):1121–1131. doi: 10.12740/PP/67500
25. Di Vincenzo O, Marra M, Di Gregorio A, et al. Bioelectrical impedance analysis (BIA) — derived phase angle in sarcopenia: A systematic review. *Clin Nutr*. 2021;40(5):3052–3061. doi: 10.1016/j.clnu.2020.10.048
26. Di Vincenzo O, Marra M, Scalfi L. Bioelectrical impedance phase angle in sport: a systematic review. *J Int Soc Sports Nutr*. 2019;16(1):49. doi: 10.1186/s12970-019-0319-2
27. Mundstock E, Amaral MA, Baptista RR, et al. Association between phase angle from bioelectrical impedance analysis and level of physical activity: Systematic review and meta-analysis. *Clin Nutr*. 2019;38(4):1504–1510. doi: 10.1016/j.clnu.2018.08.031
28. Mattiello R, Amaral MA, Mundstock E, Ziegelmann PK. Reference values for the phase angle of the electrical bioimpedance: Systematic review and meta-analysis involving more than 250,000 subjects. *Clin Nutr*. 2020;39(5):1411–1417. doi: 10.1016/j.clnu.2019.07.004
29. Llares L, Balmoro V, Iglesias ML, Rodota LP. Values of the phase angle by bioelectrical impedance; nutritional status and prognostic value. (In Spanish). *Nutr Hosp*. 2013;28(2):286–295. doi: 10.3305/nh.2013.28.2.6306
30. Barbosa-Silva MC, Barros AJ, Wang J, et al. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *Am J Clin Nutr*. 2005;82(1):49–52. doi: 10.1093/ajcn.82.1.49
31. Kyle UG, Genon L, Karsgaard VL. Percentiles (10, 25, 75 and 90th) for phase angle (PhA), determined by bioelectrical impedance analysis (BIA) in 2740 healthy adults aged 20–75 yr. *Clin Nutr*. 2004;23:758.

ОБ АВТОРАХ

* **Щелькалина Светлана Павловна**, к.м.н.;
адрес: Россия, Москва, 117997, ул. Островитянова, д. 1;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3292-8949>;
eLibrary SPIN: 9804-0820; e-mail: svetlanath@gmail.com

Николаев Дмитрий Викторович;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1461-5896>;
eLibrary SPIN: 5322-6751; e-mail: dvn@medass.ru

AUTHORS' INFO

* **Svetlana P. Shchelykalina**, MD, Cand. Sci. (Med.);
address: 1, Ostrovityanova street, Moscow, 117997, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3292-8949>;
eLibrary SPIN: 9804-0820; e-mail: svetlanath@gmail.com

Dmitry V. Nikolaev;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1461-5896>;
eLibrary SPIN: 5322-6751; e-mail: dvn@medass.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr81078>

Современные скрининговые методы оценки питательного статуса детей раннего возраста с кишечной инфекцией

Ю.В. Ерпулёва¹, Р.Е. Румянцев^{1, 2}

¹ Детская городская клиническая больница № 9 имени Г.Н. Сперанского, Москва, Российская Федерация

² Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Оценка нутритивного статуса у детей раннего возраста с инфекционной патологией — важное и необходимое мероприятие в практике врача-педиатра.

Питание — важный компонент терапевтических мероприятий при различных заболеваниях детского возраста, поскольку в момент болезни ребёнок может испытывать затруднения с приёмом пищи и не получать соответствующее возрасту количество нутриентов. Несвоевременная нутритивная поддержка оказывает негативное влияние на течение заболевания и может привести к развитию питательной недостаточности.

Наиболее высокий риск развития нарушений нутритивного статуса существует у детей при острых кишечных инфекциях. У больных наблюдаются диспепсические явления (тошнота, рвота, диарея), что может затруднять питание естественным путём. Специализированное энтеральное питание при острых кишечных инфекциях играет важную роль, так как позволяет восстановить баланс нутритивного статуса больного ребёнка, способствует поддержанию микробиоты кишечника и сокращает сроки течения кишечных инфекций.

В статье изложены современные принципы скрининговой оценки нутритивного статуса у детей раннего возраста с кишечными инфекциями. Представлены основные лабораторные маркеры (концентрации альбумина, транстиретина, трансферрина, общее число циркулирующих лимфоцитов), изменение которых может свидетельствовать о риске развития питательной недостаточности и более тяжёлом течении болезни. В условиях инфекционного стационара можно использовать скрининговые методы оценки нутритивного статуса, такие как метод оценки риска недостаточности питания (STRONGkids), скрининг недостаточности питания в педиатрии (STAMP), универсальная шкала скрининга недостаточности питания (MUST), с целью своевременного выявления расстройств питания.

Необходимы дальнейшие исследования для выявления наиболее оптимального метода оценки нутритивного статуса у детей раннего возраста с инфекционной патологией.

Ключевые слова: нутритивный статус; питательная недостаточность; кишечные инфекции; дети раннего возраста; нутритивный риск.

Как цитировать

Ерпулёва Ю.В., Румянцев Р.Е. Современные скрининговые методы оценки питательного статуса детей раннего возраста с кишечной инфекцией // Клиническое питание и метаболизм. 2021. Т. 2, № 1. С. 37–43. DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr81078>

DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr81078>

Screening methods for the nutritional status assessment in young children with an intestinal infection

Yulia V. Erpuleva¹, Roman E. Rumiantsev^{1, 2}

¹ Children's City Clinical Hospital № 9 named after G.N. Speransky, Moscow, Russian Federation

² The First Sechenov Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

The nutritional status assessment in young children with infectious diseases is an important and necessary measure in the practice of a pediatrician.

Nutrition is an important component of therapeutic measures for various childhood diseases from the time of illness; a child may have difficulty eating and not receive an age-appropriate amount of nutrients. Untimely nutritional support harms the course of the disease and can lead to the development of nutritional deficiency.

The highest risk of developing nutritional status disorders exists in children with acute intestinal infections. Patients have dyspeptic symptoms (nausea, vomiting, and diarrhea), which makes the natural consumption of food difficult. Specialized enteral nutrition in acute intestinal infections plays an important role — it restores the balanced nutritional status of a sick child, maintains the intestinal microbiota, and reduces the duration of intestinal infections.

This article describes the modern principles of screening assessment of nutritional status in young children with intestinal infections. The main laboratory markers are shown (concentration of albumin, transthyretin, transferrin, and the total number of circulating lymphocytes) in which the changes may indicate the risk of developing nutritional deficiency and a more severe course of the disease. In an infectious hospital, screening methods to assess nutritional status can be used to timely detect eating disorders, such as the method for assessing the risk of malnutrition (STRONGkids), screening for malnutrition in pediatrics (STAMP), and the universal screening scale for malnutrition (MUST).

Different scales and tools are used for screening; thus, further research is needed to determine the most optimal method of nutritional status assessment in young children with infectious pathology.

Keywords: nutritional status; nutritional assessment; nutrition index; intestinal infections; young children.

To cite this article

Erpuleva YuV, Rumiantsev RE. Screening methods for the nutritional status assessment in young children with an intestinal infection. *Clinical nutrition and metabolism*. 2021;2(1):37–43. DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr81078>

Received: 24.09.2021

Accepted: 27.10.2021

Published: 02.11.2021

ВВЕДЕНИЕ

Питание — важный компонент терапевтических мероприятий при различных заболеваниях детского возраста, поскольку в момент болезни ребёнок может испытывать затруднения с приёмом пищи и не получать соответствующее возрасту количество нутриентов [1]. Несвоевременная нутритивная поддержка оказывает негативное влияние на течение заболевания и может привести к развитию питательной недостаточности.

Питательная недостаточность — это возникшее в результате дефицита энергетических субстратов, белков и микронутриентов нарушение баланса между необходимым организму количеством нутриентов и их фактическим поступлением [2].

Белково-энергетическая недостаточность у детей раннего возраста развивается достаточно быстро в силу физиологических и метаболических особенностей организма (быстрый активный рост, высокая потребность в нутриентах, морфофункциональная незрелость разных отделов пищеварительной системы) [3]. Нарушение питания в момент заболевания снижает эффективность проводимой терапии, увеличивает риск развития осложнений, повышает длительность госпитализации и ухудшает прогноз пациента [4].

Изменение обмена веществ при инфекционных заболеваниях у детей обусловлено повышением потребности организма в энергии и белково-энергетических субстратах. При этом от тяжести течения инфекции зависит развитие нутритивной недостаточности, что в первую очередь связано с развитием процессов гиперметаболизма и выраженного катаболизма белков. Попадание в организм инфекционного агента является инициирующим фактором, запускающим в организме ребёнка неспецифические процессы, характерные для стрессорных реакций любой этиологии (травма, инфекция, ишемия, гипоксия). Нутритивный статус пациента при этом характеризуется комплексным нарушением обмена белков за счёт катаболизма и усиленным расходом энергетических углеводно-липидных резервов и распадом тканевых белков [5].

Наиболее высокий риск развития нарушений нутритивного статуса существует у детей при острых кишечных инфекциях. У больных наблюдаются диспепсические явления (тошнота, рвота, диарея), что может затруднять питание естественным путём. Практикуемые ранее «водно-чайные» паузы и голодные диеты у детей раннего возраста являются опасной для здоровья практикой, потому что снижают адаптационный потенциал организма, возможности противоинфекционной защиты и интенсивность репаративных процессов. Специализированное энтеральное питание при острых кишечных инфекциях играет важную роль, так как позволяет восстановить баланс нутритивного статуса больного ребёнка, способствует поддержанию микробиоты кишечника и сокращает сроки течения кишечных инфекций [6].

Характер пищевого рациона больного и изменения нутритивного статуса являются важным фактором, определяющим выраженность воспалительного ответа, а также влияют на тяжесть течения заболевания и его длительность. Многолетние наблюдения показывают, что у многих детей, госпитализированных в стационары с различными патологиями (в том числе инфекционными), изначально имеются нарушения нутритивного статуса, вследствие чего происходит снижение компенсаторных возможностей организма и повышается риск тяжёлого течения болезни и развития осложнений. Именно поэтому важно оценивать состояние питания пациента при поступлении в стационар и в динамике лечебного процесса [7].

Многие методы оценки физического развития и нутритивного статуса используются в поликлинической практике, однако для детей, госпитализированных в стационары, необходимы методы оценки питательного статуса, не требующие специального оборудования. Выявление тяжёлых случаев нутритивной недостаточности не представляет труда для врачей, однако у детей с лёгкими или умеренными нарушениями питания могут возникать сложности в диагностике и клинической оценке их состояния в инфекционных стационарах.

ЛАБОРАТОРНЫЕ МАРКЕРЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ НУТРИТИВНОГО СТАТУСА

Альбумин является наиболее распространённым белком в сыворотке крови человека. Он десятилетиями использовался в качестве показателя недостаточности питания у пациентов в клинически стабильных условиях [8]. Концентрация сывороточного альбумина снижается с возрастом примерно на 0,1 г/л в год, однако сам по себе возраст не является причиной выраженной гипоальбуминемии. Воспалительные состояния и, в частности, высокие концентрации цитокинов IL-6 и TNF-α были двумя основными факторами, вызывающими низкие уровни сывороточного альбумина [8].

Альбумин не может быть единственным биохимическим показателем при оценке питания из-за его недостаточной специфичности и длительного периода полураспада (приблизительно 20 дней) [9]. Концентрации сывороточного альбумина не только уменьшаются при снижении синтеза из-за воспалительных цитокинов, как упоминалось выше, или недостаточности функции печени, они могут снижаться как вследствие белковых потерь при нефротическом синдроме, так и через желудочно-кишечный тракт при энтеропатиях с потерей белка [10].

Преальбумин, называемый также транстиретином, является транспортным белком для гормона щитовидной железы, синтезируется печенью и частично катаболизируется почками. Концентрации преальбумина в сыворотке крови менее 10 мг/дл связаны с недостаточным питанием [11]. Основным преимуществом преальбумина

по сравнению с альбумином является его более короткий период полураспада (два-три дня), что делает его более информативным маркером острых изменений состояния питания. Уровень преальбумина может быть повышен в условиях нарушения функции почек, терапии кортикостероидами или обезвоживания и снижен во время физиологического стресса, инфекции, дисфункции печени и чрезмерной гидратации [12].

Трансферрин является транспортным белком для ионов железа, а также участвует в острой фазе воспаления. Он имеет относительно длительный период полураспада (около 10 дней) и используется в качестве маркера состояния питания [13]. Уровень трансферрина повышается при почечной недостаточности [14]. Некоторые авторы сочли достаточным [15], а другие не отметили [16] эффекта данного белка в оценке питания. Трансферрин сыворотки повышался параллельно с преальбумином во время диетического вмешательства у тяжелобольных детей [17], однако остаётся открытым вопрос о его диагностической значимости при лёгких и умеренных нарушениях питания.

Общее количество лимфоцитов, а также скорость их созревания могут быть снижены у пациентов с недостаточным питанием, так что общая концентрация циркулирующих лимфоцитов падает до менее 1500/мм³ (контрольный диапазон 2000–3500) [18]. Такое снижение может служить доказательством нарушения белково-энергетического статуса, однако данный процесс не является специфичным, а сопутствующие заболевания и тяжёлая реакция на стресс также могут оказывать влияние на число лимфоцитов. Эти причины ограничивают использование общего количества лимфоцитов в качестве единственного маркера недостаточности питания, однако не исключают использование его в совокупности с другими клиническими данными [19].

МЕТОДЫ СКРИНИНГА НУТРИТИВНОГО РИСКА

В последние годы в мировой медицинской практике началось использование скрининговых методов нутритивного риска у детей в виде таких инструментов, как метод оценки риска недостаточности питания (STRONGkids), скрининг недостаточности питания в педиатрии (STAMP), универсальная шкала скрининга недостаточности питания (MUST), которые требуют оценки разных параметров, но при этом позволяют с большой вероятностью выявить больных с имеющимися нарушениями питания или спрогнозировать их развитие в течение госпитализации [20].

STRONGkids (Screening Tool for Risk of Nutritional Status and Growth): скрининговый метод оценки риска недостаточности питания

Простота и доступность методики STRONGkids позволяет использовать её врачам приёмного отделения

инфекционных стационаров, потратив на скрининг недостаточности питания всего несколько минут [21].

Метод представляет собой опросник, по которому можно получить информацию о нутритивном статусе пациента, наличии сопутствующих или хронических заболеваний, особенностях пищевого рациона. Опросник состоит из 4 пунктов, где каждому пункту присвоена оценка 1–2 балла с максимальной общей оценкой 5 баллов:

1. Субъективная клиническая оценка (1 балл): *Имеется ли у пациента нарушение питания, оцениваемое по субъективной клинической оценке (уменьшение подкожного жира, мышечной массы)?*
2. Риск развития нарушений питания (2 балла): *Протекает ли основное заболевание с риском нарушений питания? Предстоит ли пациенту хирургическое вмешательство?*
3. Потребление и потери питательных веществ (1 балл): *Присутствует ли один из следующих пунктов:*
 - частая диарея (>5 раз в день) и/или рвота (>3 раз в день) последние несколько дней;
 - уменьшилось ли потребление пищи пациентом в течение последних нескольких дней перед поступлением (не включая голодание для плановой процедуры или операции);
 - соблюдает ли пациент какую-либо лечебную диету;
 - есть ли у пациента болевые ощущения, вследствие которых затруднено потребление пищи?
4. Потеря или медленный набор веса (1 балл): *Есть ли ощутимая потеря веса у пациента в течение последних нескольких недель/месяцев и от начала заболевания? Достаточно ли ребёнок прибавляет в весе (для детей младше 1 года)?*

Метод не требует антропометрических измерений, что повышает доступность его применения в отделениях инфекционных стационаров [22].

STAMP (Screening Tool For The Assessment Of Malnutrition In Paediatrics): инструмент скрининга недостаточности питания в педиатрии

Данная шкала состоит из 3 этапов, на которых определяют различные показатели и симптомы недостаточности питания:

- 1) наличие клинического диагноза, который может отразиться на питании пациента (кишечные инфекции, хирургические патологии желудочно-кишечного тракта);
- 2) оценка нутритивного статуса на момент осмотра;
- 3) оценка показателей веса и роста в соответствии с центильными таблицами.

Каждый этап оценивается суммарно до 3 баллов, при этом общая оценка отражает риск развития питательной недостаточности. Оценка 2 или 3 балла указывает на средний риск, а ≥4 баллов свидетельствует о высоком риске развития нарушений питания [23].

MUST (Malnutrition Universal Screening Tool): универсальная шкала скрининга недостаточности питания

Данная шкала была разработана многопрофильной консультативной группой по вопросам недоедания Британской ассоциации парентерального и энтерального питания. В ней используются три независимых критерия:

- 1) текущее состояние веса с использованием индекса массы тела;
- 2) непреднамеренная потеря веса (имеются доказательства того, что потеря веса на 5–10% может привести к физиологически значимым изменениям в функциях организма);
- 3) эффект острого заболевания, приводящий или вероятно приводящий к отсутствию приёма пищи в течение >5 дней [24].

Каждый параметр оценивается по шкале 0–2. На основании балла пациента относят к группе низкого (0), среднего (1) или высокого (≥ 2) риска недостаточности питания. Лица, отнесённые к группе среднего или высокого риска, должны иметь диетические рекомендации, разработанные с учётом индивидуальных особенностей пациента и степени риска питательной недостаточности. Это помогает определить, какие пациенты нуждаются в специальной диетической консультации, помощи в питании, стратегиях «еда в первую очередь» или дополнительных пероральных пищевых добавках [24].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Своевременное выявление питательной недостаточности позволяет значительно улучшить прогноз пациентов с кишечными инфекциями и повысить качество оказываемой им медицинской помощи. Методы скрининга рисков развития питательной недостаточности позволяют уже на этапе приённого отделения стационара выявить

потенциально тяжёлых пациентов, что позволит в кратчайшие сроки скорректировать проводимую симптоматическую терапию и нутритивную поддержку. Скрининговый метод оценки нутритивного риска, предназначенный стать частью рутинной педиатрической практики, должен быть доступным и простым в применении, легко воспроизводимым, иметь высокие чувствительность и специфичность.

Необходимы дальнейшие клинические исследования по определению оптимального скринингового метода у детей раннего возраста в условиях инфекционного стационара.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Источник финансирования. Поисково-аналитическая работа проведена на личные средства авторского коллектива.

Конфликт интересов. Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Вклад авторов. Ю.В. Ерпулева — координация научного поиска, научное руководство при написании статьи; Р.Е. Румянцев — поиск научной литературы, работа с международными источниками, перевод и адаптация текстов, написание текста статьи. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

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

Authors' contribution. Yu.V. Erpuleva — coordination of scientific search, scientific guidance when writing an article; R.E. Rumiantsev — search for scientific literature, work with international sources, translation and adaptation of texts, writing the text of the article. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сорвачева Т.Н., Евдокимова Т.А., Пырьева Е.А., Волкова Л.Ю. Недостаточность питания у детей раннего возраста. Принципы нутритивной поддержки // Российский педиатрический журнал. 2015. Т. 18, № 2. С. 47–53.
2. Mehta N., Corkins M., Lyman B., et al. Defining pediatric malnutrition: A paradigm shift toward etiology-related definitions // J Parenteral Enteral Nutrition. 2013. Vol. 37, N 4. P. 460–481. doi: 10.1177/0148607113479972
3. Ерпулева Ю.В. Современные возможности нутритивной поддержки в педиатрии // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2015. Т. 5. № 1. С. 108–110.
4. Greer D., Karunaratne Y.G., Karpelowsky J., Adams S. Early enteral feeding after pediatric abdominal surgery: A systematic review of the literature // J Pediatr Surg. 2020. Vol. 55, N 7. P. 1180–1187. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2019.08.055
5. Плоскирева А.А. Диетотерапия при инфекционных болезнях у детей // Лечащий врач. 2021. Т. 6, № 24. С. 14–17. doi: 10.51793/OS.2021.24.6.003
6. Горелов А.В., Усенко Д.В., Елешева Л.И. Комплексная терапия острых кишечных инфекций у детей // Лечащий врач. 2008. № 4. С. 94–95.
7. Correia M.I. Nutrition screening vs nutrition assessment: what's the difference? // Nutr Clin Pract. 2017. Vol. 33, N 1. P. 62–72. doi: 10.1177/0884533617719669
8. Levitt D.G., Levitt M.D. Human serum albumin homeostasis: a new look at the roles of synthesis, catabolism, renal and gastrointestinal excretion, and the clinical value of serum albumin measurements // Int J Gen Med. 2016. Vol. 9. P. 229–255. doi: 10.2147/IJGM.S102819
9. Evans D.C., Corkins M.R., Malone A., et al. The use of visceral proteins as nutrition markers: an ASPEN position paper // Nutr Clin Pract. 2021. Vol. 36, N 1. P. 22–28. doi: 10.1002/ncp.10588

10. Keller U. Nutritional laboratory markers in malnutrition // *J Clin Med*. 2019. Vol. 8, N 6. P. 775. doi: 10.3390/jcm8060775
11. Dellièvre S., Cynober L. Is transthyretin a good marker of nutritional status? // *Clin Nutr*. 2017. Vol. 36, N 2. P. 364–370. doi: 10.1016/j.clnu.2016.06.004
12. Beck F.K., Rosenthal T.C. Prealbumin: a marker for nutritional evaluation // *Am Fam Physician*. 2002. Vol. 65, N 8. P. 1575–1578.
13. Bharadwaj S., Ginoya S., Tandon P., et al. Malnutrition: Laboratory markers vs nutritional assessment // *Gastroenterol Rep*. 2016. Vol. 4, N 4. P. 272–280. doi: 10.1093/gastro/gow013
14. Gabay C., Kushner I. Acute-phase proteins and other systemic responses to inflammation // *New Engl J Med*. 1999. Vol. 340, N 6. P. 448–454. doi: 10.1056/NEJM199902113400607
15. Fletcher J.P., Little J.M., Guest P.K. A comparison of serum transferrin and serum prealbumin as nutritional parameters // *J Parenter Enter Nutr*. 1987. Vol. 11, N 2. P. 144–147. doi: 10.1177/0148607187011002144
16. Roza A.M., Tuitt D., Shizgal H.M. Transferrin — a poor measure of nutritional status // *J Parenter Enter Nutr*. 1984. Vol. 8, N 5. P. 523–528. doi: 10.1177/0148607184008005523
17. Briassoulis G., Zavras N., Hatzis T. Malnutrition, nutritional indices, and early enteral feeding in critically ill children // *Nutrition*. 2001. Vol. 17, N 7-8. P. 548–557. doi: 10.1016/s0899-9007(01)00578-0
18. De Ulíbarri I.J., González-Madroño A., de Villar N.G., et al. CONUT: a tool for controlling nutritional status. First validation in a hospital population // *Nutr Hosp*. 2005. Vol. 20, N 1. P. 38–45.
19. Singer P., Blaser A.R., Berger M.B., et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit // *Clin Nutr*. 2019. Vol. 38, N 1. P. 48–79. doi: 10.1016/j.clnu.2018.08.037
20. Carter L.E., Shoyele G., Southon S., et al. Screening for pediatric malnutrition at hospital admission: which screening tool is best? // *Nutrition Clinical Practice*. 2020. Vol. 35, N 5. P. 951–958. doi: 10.1002/ncp.10367
21. Hulst J.M., Zwart H., Hop W.C., Joosten K.F. Dutch national survey to test the STRONG(kids) nutritional risk screening tool in hospitalized children // *Clin Nutr*. 2010. Vol. 29, N 1. P. 106–111. doi: 10.1016/j.clnu.2009.07.006
22. Secker D.J., Jeejeebhoy K.N. Subjective global nutritional assessment for children // *Am J Clin Nutr*. 2007. Vol. 85. P. 1083–1089. doi: 10.1093/ajcn/85.4.1083
23. McCarthy H., Dixon M., Crabtree I., et al. The development and evaluation of the Screening Tool for the Assessment of Malnutrition in Paediatrics (STAMP) for use by healthcare staff // *J Hum Nutr Diet*. 2012. Vol. 25, N 4. P. 311–318. doi: 10.1111/j.1365-277X.2012.01234.x
24. BAPEN: the British Association for Parenteral and Enteral Nutrition. Practical guidance for using 'MUST' to identify malnutrition during the COVID-19 pandemic Malnutrition Action Group (MAG) update. Режим доступа: <https://www.bapen.org.uk/pdfs/covid-19/covid-mag-update-may-2020.pdf>. Дата обращения: 21.01.2021.

REFERENCES

1. Sorvacheva TN, Evdokimova TA, Pyrieva EA, Volkova LY. Malnutrition in young children. Principles of nutritional support. *Russian Pediatric Journal*. 2015;18(2):47–53. (In Russ).
2. Mehta N, Corkins M, Lyman B, et al. Defining pediatric malnutrition: A paradigm shift toward etiology-related definitions. *J Parenteral Enteral Nutrition*. 2013;37(4):460–481. doi: 10.1177/0148607113479972
3. Erpuleva YV. Modern possibilities of nutritional support in pediatrics. *Russian Bulletin of Pediatric Surgery, Anesthesiology and Resuscitation*. 2015;5(1):108–110. (In Russ).
4. Greer D, Karunaratne YG, Karpelowsky J, Adams S. Early enteral feeding after pediatric abdominal surgery: a systematic review of the literature. *J Pediatr Surg*. 2020;55(7):1180–1187. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2019.08.055
5. Ploskireva AA. Diet therapy for infectious diseases in children. *The Attending Physician*. 2021;6(24):14–17. (In Russ). doi: 10.51793/OS.2021.24.6.003 108–110
6. Gorelov AV, Usenko DV, Yelezova LI. Complex therapy of acute intestinal infections in children. *The Attending Physician*. 2008;4: 94–95. (In Russ).
7. Correia MI. Nutrition screening vs nutrition assessment: what's the difference? *Nutr Clin Pract*. 2017;33(1):62–72. doi: 10.1177/0884533617719669
8. Levitt DG, Levitt MD. Human serum albumin homeostasis: a new look at the roles of synthesis, catabolism, renal and gastrointestinal excretion, and the clinical value of serum albumin measurements. *Int J Gen Med*. 2016;9:229–255. doi: 10.2147/IJGM.S102819
9. Evans DC, Corkins MR, Malone A, et al. The use of visceral proteins as nutrition markers: an ASPEN position paper. *Nutr Clin Pract*. 2021;36(1):22–28. doi: 10.1002/ncp.10588
10. Keller U. Nutritional laboratory markers in malnutrition. *J Clin Med*. 2019;8(6):775. doi: 10.3390/jcm8060775
11. Dellièvre S, Cynober L. Is transthyretin a good marker of nutritional status? *Clin Nutr*. 2017;36(2):364–370. doi: 10.1016/j.clnu.2016.06.004
12. Beck FK, Rosenthal TC. Prealbumin: a marker for nutritional evaluation. *Am Fam Physician*. 2002;65:1575–1578.
13. Bharadwaj S, Ginoya S, Tandon P, et al. Malnutrition: Laboratory markers vs nutritional assessment. *Gastroenterol Rep*. 2016; 4(4):272–280. doi: 10.1093/gastro/gow013
14. Gabay C, Kushner I. Acute-phase proteins and other systemic responses to inflammation. *New Engl J Med*. 1999;340(6):448–454. doi: 10.1056/NEJM199902113400607
15. Fletcher JP, Little JM, Guest PK. A comparison of serum transferrin and serum prealbumin as nutritional parameters. *J Parenter Enter Nutr*. 1987;11(2):144–147. doi: 10.1177/014860718701100214
16. Roza AM, Tuitt D, Shizgal HM. Transferrin — a poor measure of nutritional status. *J Parenter Enter Nutr*. 1984;8(5):523–528. doi: 10.1177/0148607184008005523
17. Briassoulis G, Zavras N, Hatzis T. Malnutrition, nutritional indices, and early enteral feeding in critically ill children. *Nutrition*. 2001; 17(7-8):548–557. doi: 10.1016/s0899-9007(01)00578-0
18. De Ulíbarri IJ, González-Madroño A, de Villar NG, et al. CONUT: a tool for controlling nutritional status. First validation in a hospital population. *Nutr Hosp*. 2005;20(1):38–45.
19. Singer P, Blaser AR, Berger MB, et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit. *Clin Nutr*. 2019;38(1):48–79. doi: 10.1016/j.clnu.2018.08.037
20. Carter LE, Shoyele G, Southon S, et al. Screening for pediatric malnutrition at hospital admission: which screening

tool is best? *Nutrition Clinical Practice*. 2020;35(5):951–958. doi: 10.1002/ncp.10367

21. Hulst JM, Zwart H, Hop WC, Joosten KF. Dutch national survey to test the STRONG(kids) nutritional risk screening tool in hospitalized children. *Clin Nutr*. 2010;29(1):106–111. doi: 10.1016/j.clnu.2009.07.006

22. Secker DJ, Jeejeebhoy KN. Subjective global nutritional assessment for children. *Am J Clin Nutr*. 2007;85:1083–1089. doi: 10.1093/ajcn/85.4.1083

23. McCarthy H, Dixon M, Crabtree I, et al. The development and evaluation of the Screening Tool for the Assessment of Malnutrition in Paediatrics (STAMP) for use by healthcare staff. *J Hum Nutr Diet*. 2012;25(4):311–318. doi: 10.1111/j.1365-277X.2012.01234.x

24. BAPEN: the British Association for Parenteral and Enteral Nutrition. Practical guidance for using 'MUST' to identify malnutrition during the COVID-19 pandemic Malnutrition Action Group (MAG) update. Available from: <https://www.bapen.org.uk/pdfs/covid-19/covid-mag-update-may-2020.pdf>. Accessed: 21.01.2021.

ОБ АВТОРАХ

*** Румянцев Роман Евгеньевич;**

адрес: Россия, 123317, Москва, Шмитовский проезд, д. 29;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3683-8369>;
eLibrary SPIN: 4149-1260; e-mail: roman_rumyanzev@mail.ru

Ерпулёва Юлия Владимировна, д.м.н., профессор;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8018-3366>;
eLibrary SPIN: 7319-9906; e-mail: j_stier@mail.ru

AUTHORS' INFO

*** Roman E. Rumiantsev;**

address: 29 Shmitovsky proezd, Moscow, 123317, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3683-8369>;
eLibrary SPIN: 4149-1260; e-mail: roman_rumyanzev@mail.ru

Yulia V. Erpuleva, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8018-3366>;
eLibrary SPIN: 7319-9906; e-mail: j_stier@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr83159>

Профессор Пряников Игорь Валентинович (08.04.1959–12.03.2021)

М.В. Петрова^{1, 2}, Е.В. Лугинина¹

¹ Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии, Москва, Российская Федерация

² Российский университет дружбы народов, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

12 марта 2021 года на шестьдесят втором году жизни скоропостижно ушёл из жизни член редакционной коллегии журнала «Клиническое питание и метаболизм» профессор, доктор медицинских наук Игорь Валентинович Пряников.

Игорь Валентинович внёс неоценимый вклад в развитие интенсивной терапии и медицинской реабилитации пациентов с последствиями тяжёлых заболеваний, травм и поражений центральной нервной системы, организацию государственной системы мероприятий, направленных на снижение показателей инвалидизации и уровня смертности населения в Российской Федерации.

Ключевые слова: Пряников И.В.; некролог; интенсивная терапия; реабилитация.

Как цитировать

Петрова М.В., Лугинина Е.В. Профессор Пряников Игорь Валентинович (08.04.1959–12.03.2021) // Клиническое питание и метаболизм. 2021. Т. 2, № 1. С. 44–46. DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr83159>

DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr83159>

Professor Igor V. Pryanikov

(08.04.1959–12.03.2021)

Marina V. Petrova^{1, 2}, Elena V. Luginina¹

¹ Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology, Moscow, Russian Federation

² Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

On March 12, 2021, at 62 years of age, a member of the editorial colleague of the journal "Clinical Nutrition and Metabolism", a professor and a doctor of medical sciences — Igor Valentinovich Pryanikov — suddenly passed away.

Igor Valentinovich made an invaluable contribution to the development of intensive care and medical rehabilitation of patients with the consequences of serious diseases, injuries and lesions of the central nervous system, the organization of a state system of measures aimed at reducing disability and mortality rates in the Russian Federation.

Keywords: I.V. Pryanikov; obituary; intensive therapy; rehabilitation.

To cite this article

Petrova MV, Luginina EV. Professor Igor V. Pryanikov (08.04.1959–12.03.2021). *Clinical nutrition and metabolism*. 2021;2(1):44–46.

DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr83159>

Received: 15.10.2021

Accepted: 15.10.2021

Published: 03.11.2021

Игорь Валентинович родился 8 апреля 1959 г. в Москве. После окончания лечебного факультета Московского медицинского стоматологического института имени Н.А. Семашко поступил в клиническую интернатуру по специальности «неврология» в Московский медико-стоматологический институт (1982).

У Игоря Валентиновича богатая трудовая биография: он последовательно занимал должности врача эксперта-невропатолога, главного специалиста врачебно-трудовой экспертизы, начальника территориального отдела № 3 (Восток) Главного управления врачебно-трудовой экспертизы и социально-трудовой реабилитации инвалидов Министерства социального обеспечения РСФСР (1983–1989), старшего научного сотрудника лаборатории функциональной диагностики Центрального научно-исследовательского института экспертизы трудоспособности и организации труда инвалидов (1989–1992), главного врача, заместителя директора санатория-профилактория «Юность» завода Компонент, директора медицинского центра «Валуево» ОАО «Санаторно-оздоровительного центра Валуево» (1992–2002). Аспирантуру по специальности «неврология» Игорь Валентинович прошёл в Центральном научно-исследовательском институте экспертизы нетрудоспособности и организации труда инвалидов (1985–1987).

Учёной степени кандидата медицинских наук Игорь Валентинович удостоился в 1990 г. за работу «Врачебно-трудовая экспертиза больных с патологией нервной системы, обусловленной остеохондрозом шейного отдела

позвоночника»; степени доктора медицинских наук — в связи с успешной защитой диссертации «Инвалидность, медико-социальная реабилитация при цереброваскулярных заболеваниях» в апреле 2002 г. В декабре 2004 г. ему было присвоено звание профессора.

В 2003–2011 гг. Игорь Валентинович трудился в должности профессора кафедры восстановительного лечения, реабилитации и клинической курортологии Института повышения квалификации ФУ «Медбиоэкстрем» при Министерстве здравоохранения Российской Федерации, профессора кафедры нервных болезней и нейростоматологии ФГОУ ДПО «Институт повышения квалификации Федерального медико-биологического агентства России»; с 2012 по 2016 г. занимал должность заместителя главного врача по восстановительной медицине в неврологии Федерального медико-биологического агентства России.

Профессор Игорь Валентинович Пряников внёс неоценимый вклад в развитие интенсивной терапии и медицинской реабилитации пациентов с последствиями тяжёлых заболеваний, травм и поражений центральной нервной системы (инсульт, черепно-мозговая и позвоночно-спинальная травмы, опухоли головного мозга), организацию государственной системы мероприятий, направленных на снижение показателей инвалидизации и уровня смертности населения в Российской Федерации.

Как организатор здравоохранения и учёный И.В. Пряников смог уточнить основные факторы, обуславливающие течение метаболических процессов при цереброваскуляр-

ных болезнях и выявил наиболее важные закономерности формирования показателей инвалидности вследствие цереброваскулярных заболеваний в Российской Федерации, что позволило определить потребности в медико-социальной помощи и разработать новые организационно-методические принципы медицинской реабилитации пациентов. Впервые для нашей страны именно Игорем Валентиновичем была разработана организационная модель первого этапа реабилитации с последующей маршрутизацией до полной или частичной социализации пациентов, перенёвших церебральный инсульт.

Профессор И.В. Пряников осуществлял подготовку квалифицированных кадров для российских медицинских организаций, выполняя все виды учебной работы со всеми категориями курсантов, ординаторов и аспирантов. Под его научным руководством подготовлены 13 кандидатских и 1 докторская диссертация по различным аспектам неврологии и медицинской реабилитологии. Выполненные Игорем Валентиновичем и его учениками исследования нашли широкое применение в практике работы учреждений здравоохранения, медико-социальной экспертизы и реабилитации инвалидов, реабилитационных центров.

И.В. Пряников является автором более 100 научных работ, в том числе монографий, методических рекомендаций и пособий, патентов/авторских свидетельств на новые способы медицинской реабилитации.

С 2016 г. профессор И.В. Пряников работал в ФГБНУ «Федеральный научно-клинический центр реаниматоло-

гии и реабилитологии», где при его непосредственном участии впервые в России было создано новое научно-клиническое направление — ранняя нейрореабилитация пациентов с тяжёлым повреждением головного мозга, нуждающихся в протезировании жизненно важных функций; выстроена уникальная, устраняющая разрыв в этапности проведения реабилитационных мероприятий логистика госпитализации пациентов, позволяющая принимать самых тяжёлых пациентов из лечебных учреждений любого уровня, любой ведомственной принадлежности, расположенных во всех субъектах Российской Федерации.

Подтверждением высокого профессионализма и вклада в развитие отечественного здравоохранения является признание Игоря Валентиновича Пряникова лауреатом премии мэрии Москвы в области медицины; награждение почётными грамотами ФМБА России, Минздрава России, Правительства Москвы, а также благодарностями Комитета Совета Федерации по социальной политике и Комитета Государственной Думы по труду, социальной политике и делам ветеранов; присвоение почётного звания «Ветеран труда».

Талантливый, интеллигентный, с потрясающим чувством юмора, Игорь Валентинович всегда вдохновлял коллег своим позитивным настроем, кипящей энергией и трудоспособностью.

Редакция журнала «Клиническое питание и метаболизм» скорбит по ушедшему в расцвете творческих сил коллеге.

ОБ АВТОРАХ

* **Петрова Марина Владимировна**, д.м.н., профессор; адрес: Россия, 107031, Москва, ул. Петровка, д. 25, стр. 2; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4272-0957>; eLibrary SPIN: 9132-4190; e-mail: mpetrova@fnkcr.ru

Лугинина Елена Владимировна, к.м.н., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5580-1935>; eLibrary SPIN: 9881-8100; e-mail: eluginina@fnkcr.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

AUTHORS' INFO

* **Marina V. Petrova**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor; address: 25-2, Petrovka street, Moscow, 107031, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4272-0957>; eLibrary SPIN: 9132-4190; e-mail: mpetrova@fnkcr.ru

Elena V. Luginina, MD, Cand. Sci. (Med.); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5580-1935>; eLibrary SPIN: 9881-8100; e-mail: eluginina@fnkcr.ru