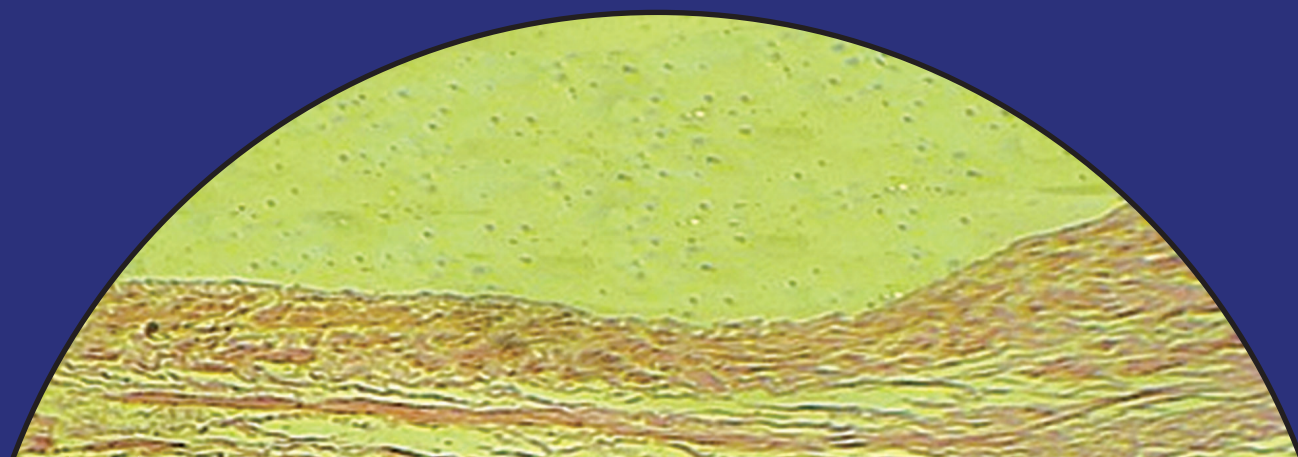


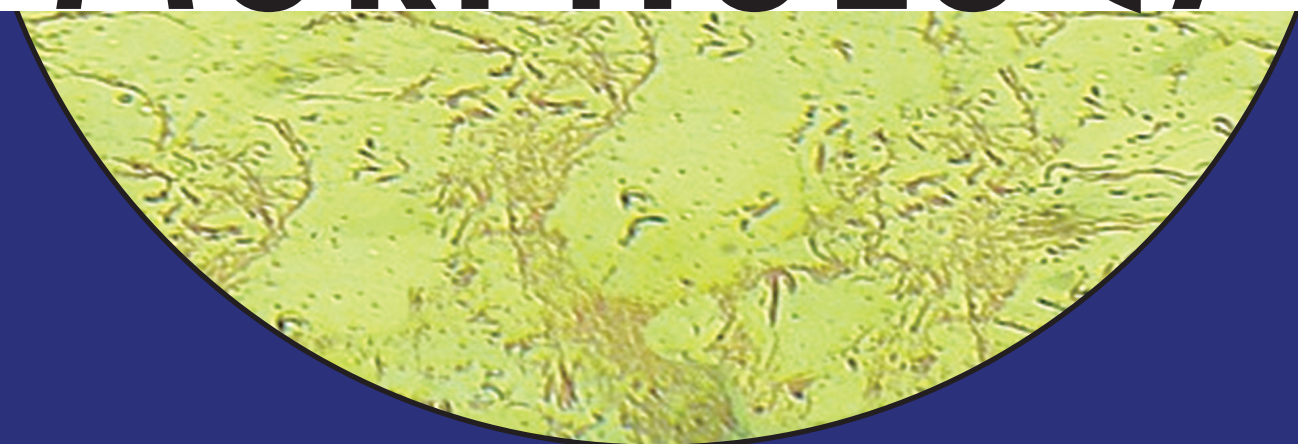
Научно-теоретический
медицинский
журнал

ISSN 1026-3543



МОРФОЛОГИЯ

MORPHOLOGY



УЧРЕДИТЕЛЬ

Российская академия медицинских наук

ИЗДАТЕЛЬ

ООО «Эко-Вектор»

Адрес: 191186, Санкт-Петербург,

Аптекарский переулок, д. 3,

литера А, помещение 1Н

E-mail: info@eco-vector.com

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

РЕКЛАМА

Тел.: +7 (495) 308-83-89

E-mail: adv@eco-vector.com

РЕДАКЦИЯ

Заведующий редакцией

Виктор Александрович Гинзбург

E-mail: morphology-spb-msk@eco-vector.com

Тел.: +7 (926) 204-83-26

Адрес: 127349, Москва,

Шенкурский пр-д, д. 3Б, оф. 311

ПОДПИСКА

Подписка на печатную версию
через интернет:

- <https://j-morphology.com/>

- <https://www.akc.ru/>

- <https://www.pressa-rf.ru/>

ОТКРЫТЫЙ ДОСТУП

В электронном виде журнал

распространяется бесплатно — в режиме
немедленного открытого доступа

ИНДЕКСАЦИЯ

- RSCI (Web of Science)
- РИНЦ
- Google Scholar
- Ulrich's International Periodicals
Directory
- WorldCat

Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор), свидетельство о регистрации СМИ
№ 0110212 от 08 февраля 1993 г.

Возрастная категория 16+

ОРИГИНАЛ-МАКЕТ

подготовлен в издательстве «Эко-Вектор».

Выпускающий редактор: *Е.Л. Сухачёва*

Литературный редактор: *Н.А. Лебедева*

Корректор: *Н.А. Лебедева*

Верстка: *А.Г. Мальцина*

Сдано в набор 05.12.2022.

Подписано в печать 16.12.2022.

Формат 60 × 84%. Печать офсетная. Печ. л. 9.

Усл. печ. л. 8,4. Уч.-изд. л. 4,9.

Заказ № 3-663-IV. Тираж 500 экз.

Дата выхода в свет 27.12.2022

Отпечатано в ООО «Типография Фурсова».

196105, Санкт-Петербург, ул. Благодатная, д. 69.

Тел.: +7 (812) 646-33-77

© ООО «Эко-Вектор», 2022

ISSN 1026-3543 (Print)

МОРФОЛОГИЯ

Том 160 | Выпуск 1 | 2022

ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ
НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ ЖУРНАЛ

Главный редактор

Банин Виктор Васильевич, чл.-кор. РАН, д.м.н., проф. (Москва, Россия) ORCID: 0000-0003-0374-0576

Заместители главного редактора

Клочкова Светлана Валерьевна, д.м.н., проф. (Москва, Россия) ORCID: 0000-0003-2041-7607

Обухов Дмитрий Константинович, д.биол.н., проф. (Санкт-Петербург, Россия) ORCID: 0000-0001-7233-0752

Чехонин Владимир Павлович, акад. РАН, д.м.н., проф. (Москва, Россия) ORCID: 0000-0003-4386-7897

Научные редакторы

Вихрук Тамара Ивановна, д.м.н., проф. (Санкт-Петербург, Россия)

Цехмистренко Татьяна Александровна, д.биол.н., проф. (Москва, Россия) ORCID: 0000-0003-2130-9405

Редакционная коллегия

Алексеева Наталья Тимофеевна, д.м.н., проф. (Воронеж, Россия) ORCID: 0000-0003-1510-8543

Баженов Дмитрий Васильевич, д.м.н., проф. (Тверь, Россия) ORCID: 0000-0001-5160-7652

Боголепов Николай Николаевич, д.м.н., проф. (Москва, Россия)

Быков Владимир Лазаревич, д.м.н., проф. (Санкт-Петербург, Россия) ORCID: 0000-0002-4152-9774

Верин Владимир Константинович, д.м.н., проф. (Санкт-Петербург, Россия)

Гайворонский Иван Васильевич, д.м.н., проф. (Санкт-Петербург, Россия) ORCID: 0000-0003-2531-3807

Карелина Наталья Рафаиловна, д.м.н., проф. (Санкт-Петербург, Россия) ORCID: 0000-0001-9409-8819

Киясов Андрей Павлович, д.м.н., проф. (Казань, Россия) ORCID: 0000-0001-9409-8819

Козлов Валентин Иванович, д.м.н., проф. (Москва, Россия) ORCID: 0000-0001-6332-748X

Коржевский Дмитрий Эдуардович, д.м.н., проф. (Санкт-Петербург, Россия) ORCID: 0000-0002-2456-8165

Кузнецов Сергей Львович, д.м.н., проф. (Москва, Россия) ORCID: 0000-0002-0704-1660

Никитюк Дмитрий Борисович, д.м.н., проф. (Москва, Россия) ORCID: 0000-0002-4968-4517

Николенко Владимир Николаевич, д.м.н., проф. (Москва, Россия) ORCID: 0000-0001-9532-9957

Ноздрин Владимир Иванович, д.м.н., проф. (Орёл, Россия) ORCID: 0000-0001-8488-0778

Одинцова Ирина Алексеевна, д.м.н., проф. (Санкт-Петербург, Россия) ORCID: 0000-0002-0143-7402

Отеллин Владимир Александрович, д.м.н., проф. (Санкт-Петербург, Россия) ORCID: 0000-0002-5800-646X

Павлов Алексей Владимирович, д.м.н., проф. (Ярославль, Россия)

Сесорова Ирина Сергеевна, д.биол.н., проф. (Иваново, Россия) ORCID: 0000-0001-8993-9927

Слесаренко Наталья Анатольевна, д.биол.н., проф. (Москва, Россия) ORCID: 0000-0002-8350-5965

Сотников Олег Семёнович, д.биол.н., проф. (Санкт-Петербург, Россия) ORCID: 0000-0001-6065-3757

Чумасов Евгений Иванович, д.биол.н., проф. (Санкт-Петербург, Россия) ORCID: 0000-0003-4859-6766

Удочкина Лариса Альбертовна, д.м.н., проф. (Астрахань, Россия) ORCID: 0000-0001-5016-0633

Шангина Ольга Ратмировна, д.биол.н., проф. (Уфа, Россия) ORCID: 0000-0003-1686-1254

Редакционный совет

Азнаурян Вардан Артасесович, д.м.н., проф. (Ереван, Армения) ORCID: 0000-0001-7787-4046

Безусенко Галина Владимировна, д.м.н. (Милан, Италия) ORCID: 0000-0002-1876-4098

Николаев Валериан Георгиевич, д.м.н., проф. (Красноярск, Россия) ORCID: 0000-0002-0357-4689

Самусев Рудольф Павлович, д.м.н., проф. (Волгоград, Россия) ORCID: 0000-0002-8934-7793

Дгебуадзе Мая Амбросовна, д.м.н., проф. (Тбилиси, Грузия) ORCID: 0000-0001-7927-7800

Семченко Валерий Васильевич, д.м.н., проф. (Омск, Россия) SCOPUS Author ID: 7005656558

Дубовая Татьяна Клеоповна, д.м.н., проф. (Москва, Россия) ORCID: 0000-0002-9296-5963

Стадников Александр Абрамович, д.биол.н., проф. (Оренбург, Россия) ORCID: 0000-0001-6786-5074

Усович Александр Константинович, д.м.н., проф. (Витебск, Белоруссия) ORCID: 0000-0002-7817-1083

Зашихин Андрей Леонидович, д.м.н., проф. (Архангельск, Россия)

Фомин Николай Федорович, д.м.н., проф. (Санкт-Петербург, Россия) ORCID: 0000-0003-3961-1987

Каган Илья Иосифович, д.м.н., проф. (Оренбург, Россия) ORCID: 0000-0002-7723-7300

Миронов Александр Александрович, д.м.н., проф. (Милан, Италия) ORCID: 0000-0003-2308-1651

Чельшев Юрий Александрович, д.м.н., проф. (Казань, Россия) SCOPUS Author ID: 6603614074

Чучков Виктор Михайлович, д.м.н., проф. (Ижевск, Россия) ORCID: 0000-0002-9959-689X

Шадлинский Вагиф Билас, д.м.н., проф. (Баку, Азербайджан) ORCID: 0000-0002-9296-5963

Логвинов Сергей Валентинович, д.м.н., проф. (Томск, Россия) ORCID: 0000-0002-9876-6957

Мяделец Олег Данилович, д.м.н., проф. (Витебск, Белоруссия) ORCID: 0000-0001-8796-052X

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://j-morphology.com/>. Полное или частичное воспроизведение материалов, опубликованных в журнале, допускается только с письменного разрешения издателя — издательства «Эко-Вектор».



FOUNDER

Russian Academy of Medical
Sciences

PUBLISHER

Eco-Vector

Address: 3 liter A, 1H, Aptekarsky pereulok,
191186 Saint Petersburg, Russia

E-mail: info@eco-vector.com

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

ADVERTISE

Phone: +7 (495) 308-83-89

E-mail: adv@eco-vector.com

EDITORIAL

Executive editor

Viktor A. Ginzburg

E-mail: morphology-spb-msk@eco-vector.com

Phone: +7 (926) 204-83-26

Address: office 311, 3B Shenskursky proezd,
Moscow, 127349, Russia

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
(Web of Science)
- Google Scholar
- Ulrich's International Periodicals
Directory
- WorldCat

TYPESET

complete in Eco-Vector

Managing Editor: *E.L. Sukhacheva*

Copyeditor: *N.A. Lebedeva*

Proofreader: *N.A. Lebedeva*

Layout editor: *A.G. Maltcina*

ISSN 1026-3543 (Print)

MORPHOLOGY

Volume 160 | Issue 1 | 2022

QUARTERLY PEER-REVIEW MEDICAL JOURNAL

Editor-in-Chief

Viktor V. Banin, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Moscow, Russia) ORCID: 0000-0003-0374-0576

Deputy Editors-in-Chief

Svetlana V. Klochkova, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Moscow, Russia) ORCID: 0000-0003-2041-7607

Dmitry K. Obukhov, MD, Dr. Sci. (Biol.), Prof. (St. Petersburg, Russia) ORCID: 0000-0001-7233-0752

Vladimir P. Chekhonin, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Moscow, Russia) ORCID: 0000-0003-4386-7897

Science Editors

Tamara I. Vikhruk, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (St. Petersburg, Russia)

Tatiana A. Tsekhmistrenko, MD, Dr. Sci. (Biol.), Prof. (Moscow, Russia) ORCID: 0000-0003-2130-9405

Editorial Board

Natalia T. Alexeyeva, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Voronezh, Russia) ORCID: 0000-0003-1510-8543

Dmitry V. Bazhenov, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Tver, Russia) ORCID: 0000-0001-5160-7652

Nikolay N. Bogolepov, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Moscow, Russia)

Vladimir L. Bykov, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (St. Petersburg, Russia) ORCID: 0000-0002-4152-9774

Vladimir K. Verin, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (St. Petersburg, Russia)

Ivan V. Gaivoronskiy, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (St. Petersburg, Russia) ORCID: 0000-0003-2531-3807

Natalia R. Karelina, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (St. Petersburg, Russia) ORCID: 0000-0001-9409-8819

Andrey P. Kiyasov, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Kazan, Russia) ORCID: 0000-0003-4460-4140

Valentin I. Kozlov, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Moscow, Russia) ORCID: 0000-0001-6332-748X

Dmitry E. Korzhevskiy, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (St. Petersburg, Russia) ORCID: 0000-0002-2456-8165

Sergey L. Kuznetsov, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Moscow, Russia) ORCID: 0000-0002-0704-1660

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

Vladimir N. Nikolenko, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Moscow, Russia) ORCID: 0000-0001-9532-9957

Vladimir I. Nozdrin, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Orel, Russia) ORCID: 0000-0001-8488-0778

Irina A. Odintsova, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (St. Petersburg, Russia) ORCID: 0000-0002-0143-7402

Vladimir A. Otellin, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (St. Petersburg, Russia) ORCID: 0000-0002-5800-646X

Alexey V. Pavlov, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Yaroslavl, Russia)

Irina S. Sesorova, MD, Dr. Sci. (Biol.), Prof. (Ivanovo, Russia) ORCID: 0000-0001-8993-9927

Natalia A. Slesarenko, MD, Dr. Sci. (Biol.), Prof. (Moscow, Russia) ORCID: 0000-0002-8350-5965

Oleg S. Sotnikov, MD, Dr. Sci. (Biol.), Prof. (St. Petersburg, Russia) ORCID: 0000-0001-6065-3757

Yevgeny I. Chumasov, MD, Dr. Sci. (Biol.), Prof. (St. Petersburg, Russia) ORCID: 0000-0003-4859-6766

Larisa A. Udchikina, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Astrakhan, Russia) ORCID: 0000-0001-5016-0633

Olga R. Shangina, MD, Dr. Sci. (Biol.), Prof. (Ufa, Russia) ORCID: 0000-0003-1686-1254

Editorial Council

Vardan A. Aznauryan, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Yerevan, Armenia) ORCID: 0000-0001-7787-4046

Galina V. Beznoussenko, MD, PhD (Milan, Italy) ORCID: 0000-0002-1876-4098

Valerian G. Nikolaev, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Krasnoyarsk, Russia) ORCID: 0000-0002-0357-4689

Rudolf P. Samusev, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Volgograd, Russia) ORCID: 0000-0002-8934-7793

Maia A. Dgebuadze, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Tbilisi, Georgia) ORCID: 0000-0001-7927-7800

Valery V. Semchenko, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Omsk, Russia) SCOPUS Author ID: 7005656558

Tatiana K. Dubovaya, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Moscow, Russia) ORCID: 0000-0001-7936-180X

Alexander A. Stadnikov, MD, Dr. Sci. (Biol.), Prof. (Orenburg, Russia) ORCID: 0000-0001-6786-5074

Alexandre Mironov, MD, PhD, Prof. (Milan, Italy) ORCID: 0000-0003-2308-1651

Aleksander K. Usovich, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Vitebsk, Belarus) ORCID: 0000-0002-7817-1083

Andrey L. Zashikhin, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Arkhangelsk, Russia)

Nikolay F. Fomin, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (St. Petersburg, Russia) ORCID: 0000-0003-3961-1987

Ilia I. Kagan, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Orenburg, Russia) ORCID: 0000-0002-7723-7300

Yuriy A. Chelyshev, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Kazan, Russia) SCOPUS Author ID: 6603614074

Vicnor M. Chuchkov, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Izhevsk, Russia) ORCID: 0000-0002-9959-689X

Vaqif B. Shadlinsky, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Baku, Azerbaijan) ORCID: 0000-0002-9296-5963

Sergey V. Logvinov, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Tomsk, Russia) ORCID: 0000-0002-9876-6957

Oleg D. Miadelets, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Vitebsk, Belarus) ORCID: 0000-0001-8796-052X

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://j-morphology.com/>. 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

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

<i>Е.И. Данилова, А.П. Фисенко, А.А. Стадников, Н.Б. Перунова, Е.В. Иванова, И.Н. Чайникова, О.Е. Челпаченко</i> Модель клебсиеллёзно-кандидозного артрита на крысах линии Wistar	5
<i>Н.Р. Тирас, И.Б. Михеева, Г.З. Михайлова, Н.А. Пенькова, С.С. Хуцян</i> Применение L-дофа индуцирует устойчивость маутнеровских нейронов к нейротоксическому действию бета-амилоида	11
<i>И.В. Аверьянова</i> Сравнительный анализ основных характеристик физического развития молодых жителей из числа аборигенного населения, проживающих в различных субъектах Северо-Востока России	21
<i>К.Ш. Сакибаев, Д.Б. Никитюк, С.В. Клочкова, Н.Т. Алексеева, Н.М. Ташматова, А.А. Алимбекова, У. Манас кызы, К. Асанбек кызы</i> Особенности количественного содержания костного компонента у женщин различных возрастных групп и конституциональных типов	29
<i>С.В. Минаев, Н.В. Гетман, А.Н. Григорова, С.С. Дыдыкин, О.Б. Сумкина, С.И. Тимофеев</i> Гистологические особенности строения воротной вены печени и селезёночной вены при портальной гипертензии	37
<i>Т.К. Федотова, А.К. Горбачева</i> Междисциплинарный подход к оценке конституции человека в юношеском возрасте	45
<i>И.И. Малышев, О.В. Воробьева, Л.П. Романова</i> Влияние пассивного курения на структуру гепатоцитов и состояние микроциркуляторного русла в печени крыс	57

БИОГРАФИИ

<i>А.В. Иванов, Н.А. Никишина, М.А. Затолокина, Е.Ю. Авдеева</i> Памяти Антона Витальевича Немилова (1879–1942)	65
--	----

CONTENTS

ORIGINAL STUDY ARTICLES

- Elena I. Danilova, Andrey P. Fisenko, Aleksandr A. Stadnikov, Natalya B. Perunova, Elena V. Ivanova, Irina N. Chaynikova, Olga E. Chelpachenko*
Klebsiella–Candida arthritis model in Wistar rats 5
- Nadezhda R. Tiras, Irina B. Mikheeva, Gulnara Z. Mikhailova, Nadezhda A. Penkova, Sergey S. Khutsyan*
The use of L-dopa induces the resistance of Mauthner neurons to the neurotoxic action of beta-amyloid 11
- Inessa V. Averyanova*
Physical development comparative study among aborigines
inhabiting different regions of Russia's Northeast 21
- Kyyalbek Sh. Sakibaev, Dmitriy B. Nikityuk, Svetlana V. Klochkova, Nataliya T. Alekseeva, Nazgul M. Tashmatova, Ayperi A. Alimbekova, Uulkan Manas kyzy, Kanymgul Asanbek kyzy*
Features of quantitative content of bone component in women of different age and constitution. 29
- Sergey V. Minaev, Natalia V. Getman, Alina N. Grigorova, Sergey S. Dydikin, Olga B. Sumkina, Sergey I. Timofeev*
Histological features of the structure of the portal vein of the liver and splenic vein in portal hypertension 37
- Tatyana K. Fedotova, Anna K. Gorbacheva*
An interdisciplinary approach to assessing the human constitution in adolescence 45
- Igor I. Malyshev, Olga V. Vorobeva, Lyubov P. Romanova*
The effect of passive smoking on the structure of hepatocytes and the state
of the microcirculatory bed in the liver in rats 57

BIOGRAPHY

- Aleksandr V. Ivanov, Nina A. Nikishina, Mariya A. Zatolokina, Ekaterina Yu. Avdeeva*
In memory of Anton Vitalievich Nemilov (1879–1942) 65

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.110871>

Модель клебсиеллёзно-кандидозного артрита на крысах линии Wistar

Е.И. Данилова¹, А.П. Фисенко², А.А. Стадников¹, Н.Б. Перунова³, Е.В. Иванова³,
И.Н. Чайникова³, О.Е. Челпаченко³

¹ Оренбургский государственный медицинский университет, Оренбург, Российская Федерация;

² Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей, Москва, Российская Федерация;

³ Оренбургский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Оренбург, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Цель — разработка модели клебсиеллёзно-кандидозного артрита на крысах линии Wistar.

Материал и методы. Исследование выполнено на 20 крысах-самцах линии Wistar, из которых 15 животным вводили в полость скакательного (заплюсневое) сустава клебсиеллёзно-кандидозную взвесь (1:1) с концентрацией микроорганизмов 10^6 КОЕ/мл, с использованием музейных штаммов *Klebsiella pneumoniae* ICIS-278, *Candida albicans* ATCC 24433 под контролем рентгеновского аппарата и дигитайзера FireCR+. Группа контроля — 5 интактных животных. На 15-е сутки эксперимента после эвтаназии проведены бактериологическое и гистологическое исследования поражённых суставов с сохранением их топографии.

Результаты. У крыс, заражённых клебсиеллёзно-кандидозной взвесью, на 2–3-и сутки отмечали болевой синдром и типичные для артрита функциональные изменения. При бактериологическом исследовании поражённых суставов у 75% животных выделена культура *K. pneumoniae*, идентичная, по данным полимеразной цепной реакции, исходному штамму, входящему в состав бактериально-грибковой взвеси. В то же время грибы рода *Candida*, также используемые в эксперименте при заражении крыс, не высевались из тканей поражённых суставов. Воспроизведённая модель клебсиеллёзно-кандидозного артрита характеризуется патоморфологическими признаками панартрита, сопровождающегося гнойным воспалением всех тканей сустава (хрящевой и костной, синовиальной оболочки) с вовлечением мягких околосуставных тканей.

Заключение. Представленная модель клебсиеллёзно-грибкового артрита может использоваться для тестирования новых средств антимикробной (антибактериальной и антигрибковой) терапии — неотъемлемого компонента лечения инфекционных артритов.

Ключевые слова: эксперимент; крысы; клебсиеллёзно-кандидозный артрит.

Как цитировать:

Данилова Е.И., Фисенко А.П., Стадников А.А., Перунова Н.Б., Иванова Е.В., Чайникова И.Н., Челпаченко О.Е. Модель клебсиеллёзно-кандидозного артрита на крысах линии Wistar // Морфология. 2022. Т. 160, № 1. С. 5–10. DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.110871>

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.110871>

***Klebsiella–Candida* arthritis model in Wistar rats**

Elena I. Danilova¹, Andrey P. Fisenko², Aleksandr A. Stadnikov¹, Natalya B. Perunova³,
Elena V. Ivanova³, Irina N. Chaynikova³, Olga E. Chelpachenko³

¹ Orenburg State Medical University, Orenburg, Russian Federation;

² National Medical Research Center for Children's Health, Moscow, Russian Federation;

³ Orenburg Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russian Federation

ABSTRACT

AIMS: To develop a *Klebsiella–Candida* arthritis model of Wistar rats.

MATERIAL AND METHODS: This study was carried out on 20 male Wistar rats, of which 15 were injected with a bacterial–fungal suspension into the cavity of the hock (tarsus) joint. Specifically, the rats were injected with *Klebsiella–Candida* suspension (1:1) with a microbial concentration of 10⁶ CFU/ml prepared by using the museum strains *Klebsiella pneumoniae* ICIS-278 and *Candida albicans* ATCC 24433 under the control of an X-ray apparatus and digitizer FireCR+. Five intact animals served as the control. On day 15 of the experiment, a bacteriological and histological examination of the affected joints was carried out while maintaining topography after euthanasia.

RESULTS: In rats infected with the *Klebsiella–Candidiasis* suspension, pain syndrome and functional changes typical of arthritis were noted on days 2–3. The bacteriological examination of the affected joints in 75% of rats isolated *K. pneumoniae* cultures that were identical, according to polymerase chain reaction, to the original strain that was part of the bacterial–fungal suspension. At the same time, fungi of the genus *Candida*, which was also used in the experiment to infect animals, were not detected in the affected joints of rats. The established model of *Klebsiella–Candida* arthritis was characterized by the pathomorphological signs of panarthritis accompanied by the purulent inflammation of all joint structures (synovial membrane, cartilage, and bone tissue) with the involvement of soft periarticular tissues.

CONCLUSION: The model of *Klebsiella* and fungal arthritis presented by this work can be used to test new means of antimicrobial (antibacterial and antifungal) therapies, which are an integral component of the treatment of infection-associated arthritis.

Keywords: experiment; rats; *Klebsiella–Candida* arthritis.

To cite this article:

Danilova EI, Fisenko AP, Stadnikov AA, Perunova NB, Ivanova EV, Chaynikova IN, Chelpachenko OE. *Klebsiella–Candida* arthritis model in Wistar rats. *Morphology*. 2022;160(1):5–10. DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.110871>

Received: 11.09.2022

Accepted: 08.10.2022

Published: 16.12.2022

ВВЕДЕНИЕ

Наряду с бактериальным фактором, нередкая причина инфекционного артрита — дрожжеподобные грибы. Самым частым грибковым патогеном считается *C. albicans* [1]. Известно, что к артритогенным микроорганизмам относятся энтеробактерии рода *Klebsiella spp.*, обладающие антигеном HLA-B27 и поэтому способные к феномену антигенной мимикрии. В 2018 г. появились данные о высокой аффинности пептидов клеточной стенки грибов рода *Candida* к HLA-B27-антигену, что ранее было доказано в отношении клебсиелл [2]. В связи с этим представляется целесообразным создание экспериментальной модели инфекционного артрита.

Цель исследования — разработка модели клебсиеллёзно-кандидозного артрита на крысах линии Wistar для определения эффективности антибактериальных и антимикотических препаратов — неотъемлемых компонентов лечения инфекционных артритов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работа выполнена на 20 крысах — взрослых самцах линии Wistar массой 350 ± 20 г, из которых 15 животным вводили бактериально-грибковую взвесь. Группа контроля — 5 интактных крыс.

Длительность эксперимента — 15 сут (с ежедневным наблюдением за животными). В первые сутки эксперимента крысам под наркозом (ксилазин внутримышечно в дозе 0,05 мл/кг массы тела и препарат Zoletil-50 в дозе 0,5 мг/кг массы тела) вводили бактериально-грибковую взвесь в дозе 0,125 мл в суставную полость скакательного сустава (заплюсневый сустав из блока костей голени, плюсны и проксимального конца плюсневых костей) правой задней конечности под контролем рентгеновского аппарата и дигитайзера FireCR+ (3DISC, Франция). Для получения бактериально-грибковой взвеси использовали музейные штаммы *K. pneumoniae* ICIS-278 и *C. albicans* из коллекции ATCC 24433. Культуры *K. pneumoniae* и *C. albicans* выращивали на плотной питательной среде: агар Шедлера (Schaedler Agar; BBL, США) и Бигги-агар (Bi.G.G.Y. Agar, Nickerson Agar; HiMedia, Индия) при 37 °C в течение 24 ч, с последующим приготовлением взвеси с концентрацией микроорганизмов 10^6 КОЕ/мл.

Критерии оценки артрита:

- изменения в поведении крыс;
- симптомокомплекс (воспаление и болезненные проявления) в поражённых суставах, определяемый при осмотре;
- нарушение движения в инфицированных суставах;
- патоморфологические изменения в суставах.

После эвтаназии животных под эфирным наркозом исследуемые суставы обработали спиртом, вскрыли

суставную полость стерильными скальпелем и ножницами, провели бактериологический посев бактериологической петлёй с суставной поверхности на чашки Петри со следующими средами: агар Эндо (Endo Agar), кровяной и агар Никерсона (Bi.G.G.Y. Agar).

Для гистологического исследования взяты отсепа-рированные скакательные суставы с максимальным сохранением топографии. Декальцинацию кусочков проводили в 25% растворе Трилона Б с добавлением 40% раствора NaOH в течение 1 мес. В дальнейшем объекты подвергали дегидратизации в спиртах возрастающей концентрации и заливали в целлоидин-парафин. Срезы толщиной 5–6 мкм, изготовленные на ротационном микротоме МПС-2 («Точмедприбор», Украина), после депарафинирования окрашивали гематоксилином Майера и эозином, а также по Граму — для дифференциации бактерий.

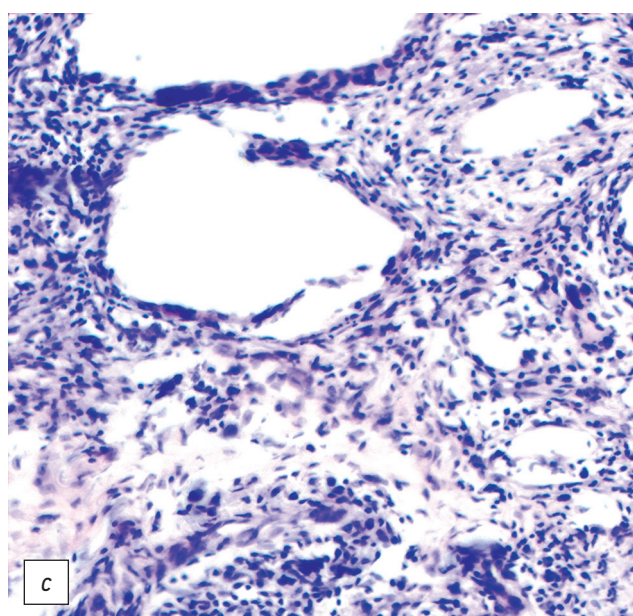
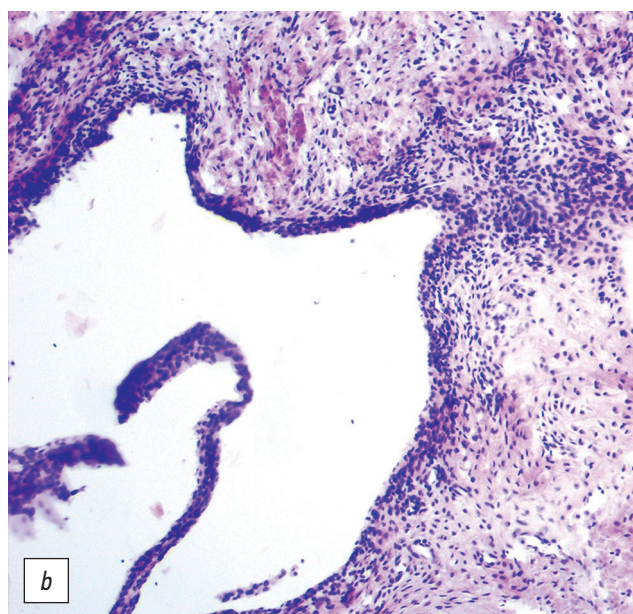
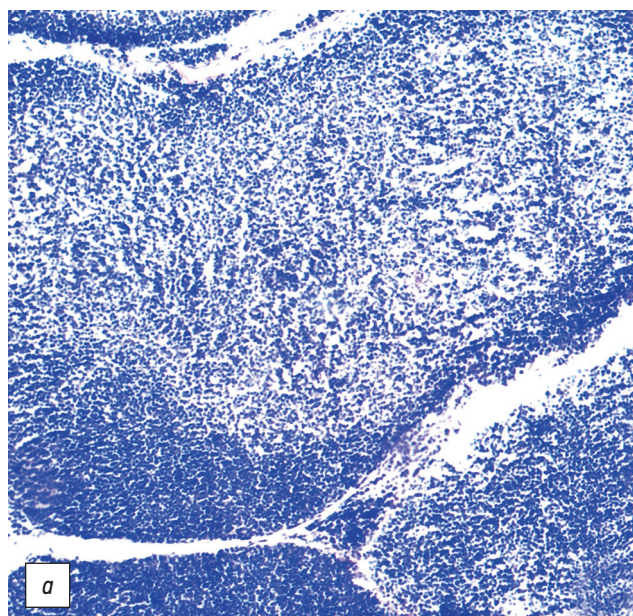
Этическая экспертиза

Информация о результатах проверки протокола исследования: локальный этический комитет Оренбургского государственного медицинского университета (протокол № 151 от 19.10.2016) подтверждает, что данный эксперимент проводился согласно Правилам проведения работ с использованием экспериментальных животных (приложение к Приказу Минздрава СССР от 12 августа 1977 г. № 755) и был одобрен, а статья соответствует требованиям, предъявляемым к подобным публикациям, и оба не противоречат законодательству Российской Федерации.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На 2-е сутки после заражения крысы становились малоподвижными, на поражённую конечность наступали с осторожностью, при пальпации отдергивали её; выявлена местная гипертермия. Средняя окружность скакательного сустава на 3-и сутки после заражения увеличилась с $8,2 \pm 0,3$ до $23,1 \pm 0,4$ мм. В контрольной группе поведение животных было обычным, суставного синдрома не отмечалось.

На 15-е сутки, после эвтаназии животных и вскрытия полости поражённых суставов, выполнено бактериологическое исследование суставов: у 75% крыс обнаружены грамотрицательные бактерии *K. pneumoniae*, идентичность которых исходному штамму, входящему в состав бактериально-грибковой взвеси, подтверждена данными полимеразной цепной реакции. Однако дрожжевые грибы рода *Candida*, также используемые при заражении крыс, не высевались из поражённых суставов. Этот феномен можно объяснить разнонаправленностью межмикробных взаимоотношений *K. pneumoniae* и *C. albicans*, что может проявляться, например, в стимулирующем эффекте грибов в отношении



антилизоцимной активности клебсиелл, являющейся одним из факторов выживания (персистенции) бактерий в организме хозяина [3].

Данные гистологического исследования представлены на рис. 1. В полости заплюсневой сустава выявлены отёчная жидкость, выраженный отёк тканевых структур суставной сумки и полнокровие синовиальной оболочки с полиморфно-клеточной инфильтрацией, с преобладанием лимфоцитов и множественными васкулами (рис. 1, *a*).

Необходимо отметить, что при клебсиеллёзно-кандидозном артрите наблюдается выраженная дезорганизация соединительнотканых структур суставной сумки. Синовиальная оболочка резко утолщена, отёчна, гиперемизована. Ворсины её подвергнуты гиперплазии, покрыты фибринозным экссудатом, пропитаны нейтрофильными гранулоцитами, лимфоцитами и макрофагами. Дистрофические изменения в стенках сосудов проявляются развитием васкулита, панартериита и периаартериита в синовиальной оболочке.

Модель клебсиеллёзно-кандидозного артрита отличается выраженным разрушением суставных хрящей с формированием очагов некроза на суставной поверхности и резорбцией субхондральной костной ткани. При этом отмечаются узур (эрозии), фиброзные спайки, аномальные очаги хондро- и остеогенеза. Воспроизведённая модель характеризуется также развитием мелкоочаговых гнойно-некротических процессов в гиподерме и дерме околоуставной области, с наличием микроабсцессов и остеомиелита в костных структурах диафиза (рис. 1, *b*). Описанные выше изменения свидетельствуют о формировании на суставной поверхности грануляционной ткани в виде паннуса, приводящего к фиброному анкилозу сустава (рис. 1, *c*).

Рис. 1. Гистологические изменения в тканях поражённых суставов крыс с модельным артритом (срез заплюсневой сустава; окраска — гематоксилин Майера и эозин; окуляр — $\times 10$, объектив — $\times 20$): *a* — полиморфно-клеточная инфильтрация суставной сумки; *b* — признаки остеомиелита в костных структурах диафиза; *c* — формирование паннуса за счет инфильтрации синовиальной оболочки клетками грануляционной ткани. Масштабный отрезок — 20 мкм.

Fig. 1. Histological changes in the tissues of the affected joints of the rat model of arthritis (section of the ankle joint; stained with Mayer's hematoxylin and eosin; eyeglass $\times 10$, lens $\times 20$): *a* — polymorphocellular infiltration of the joint capsule; *b* — signs of osteomyelitis in the bone structures of the diaphysis; *c* — formation of the pannus due to synovial membrane infiltration by granulation tissue cells. Scale bar of 20 μm .

ОБСУЖДЕНИЕ

Морфологическая оценка патологических изменений суставов крыс при клебсиеллёзно-кандидозном артрите, используемая в данной работе, соответствует известным гистологическим критериям [4, 5]. Особенность данной модели — патоморфологические признаки, характерные для панартрита, с гнойным воспалением всех тканей сустава (синовиальной, хрящевой и костной) и вовлечением мягких околоуставных тканей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная модель клебсиеллёзно-грибкового артрита может использоваться для тестирования новых средств антимикробной терапии — неотъемлемого компонента лечения инфекционных артритов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bariteau J.T., Waryasz G.R., McDonnell M., et al. Fungal osteomyelitis and septic arthritis // *J Am Acad Orthop Surg*. 2014. Vol. 22, N 6. P. 390–401. doi: 10.5435/JAAOS-22-06-390
2. Laurence M., Asquith M., Rosenbaum J.T. Spondyloarthritis, acute anterior uveitis, and fungi: updating the Catterall-King hypothesis // *Front Med (Lausanne)*. 2018. Vol. 5. N 80. P. 1–17. doi: 10.3389/fmed.2018.00080
3. Бухарин О.В., Перунова Н.Б. Микросимбиоз. Екатеринбург : УрО РАН, 2014. 260 с.

REFERENCES

1. Bariteau JT, Waryasz GR, McDonnell M, et al. Fungal osteomyelitis and septic arthritis. *J Am Acad Orthop Surg*. 2014;22(6):390–401. doi: 10.5435/JAAOS-22-06-390
2. Laurence M, Asquith M, Rosenbaum JT. Spondyloarthritis, acute anterior uveitis, and fungi: updating the Catterall-King hypothesis. *Front Med (Lausanne)*. 2018;5(80):1–17. doi: 10.3389/fmed.2018.00080
3. Bukharin OV, Perunova NB. *Microsymbiogenesis*. Ekaterinburg: UrO RAN; 2014. 260 p. (In Russ).

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Подготовка и публикация настоящей статьи проведена без спонсорской поддержки.

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

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

ADDITIONAL INFO

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

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

Author contribution. All authors confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

4. Крылов П.А., Несмеянова Е.Н., Терпиловский А.А., Новочадов В.В. Морфология тибioфemorального сустава крысы при экспериментальном остеоартрозе: 3D-реконструкция на основе техники высокоточного сошлифовывания // *Журнал анатомии и гистопатологии* 2017. Т. 6, № 3. С. 44–49. doi: 10.18499/2225-7357-2017-6-3-44-49
5. Мужикян А.А., Шекунова Е.В., Кашкин В.В., и др. Гистологическая оценка патологических изменений суставов при различных способах индукции хронического артрита у крыс // *Лабораторные животные для научных исследований*. 2018. № 1. С. 32–45. doi: 10.29296/2618723X-2018-01-04

4. Krylov PA, Nesmeyanova EN, Terpilovskiy AA, Novochadov VV. Morphology of tibiofemoral joint in rats with experimental osteoarthritis: 3D-reconstruction, based on the technology of high-precision grinding. *Journal of Anatomy and Histopathology*. 2017;6(3):44–49. (In Russ). doi: 10.18499/2225-7357-2017-6-3-44-49
5. Muzhikyan AA, Shekunova EV, Kashkin VV, et al. Histological assessment of pathological changes in the joints in different ways of induction of chronic arthritis in rats. *Laboratory animals for scientific research*. 2018;(1):32–45. (In Russ). doi: 10.29296/2618723X-2018-01-04

ОБ АВТОРАХ

*** Данилова Елена Ивановна**, к.м.н., доцент;
адрес: Россия, 460000, Оренбург, ул. Советская, д. 6;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0910-6525>;
eLibrary SPIN: 5708-1580; e-mail: danilowa@list.ru

Фисенко Андрей Петрович, д.м.н., профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8586-7946>;
eLibrary SPIN: 4397-6291; e-mail: info@nczd.ru

Стадников Александр Абрамович, д.б.н., профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6107-0534>;
eLibrary SPIN: 7678-7721; e-mail: k_histology@orgma.ru

Перунова Наталья Борисовна, д.м.н., профессор РАН, доцент;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6352-8879>;
eLibrary SPIN: 9625-1578;
e-mail: icis-ofrc@list.ru

Иванова Елена Валерьевна, д.м.н., доцент;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4974-8947>;
eLibrary SPIN: 9731-7094; e-mail: walerewna13@gmail.com

Чайникова Ирина Николаевна, д.м.н., профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8923-8829>;
eLibrary SPIN: 8998-5241; e-mail: inchainicova@yandex.ru

Челпаченко Ольга Ефимовна;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6719-5805>;
eLibrary SPIN: 2599-5377; e-mail: oech57@gmail.com

AUTHORS' INFO

*** Elena I. Danilova**, MD, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor;
address: 6 Sovetskaya street, 460000 Orenburg, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0910-6525>;
eLibrary SPIN: 5708-1580; e-mail: danilowa@list.ru

Andrey P. Fisenko, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8586-7946>;
eLibrary SPIN: 4397-6291; e-mail: info@nczd.ru

Aleksandr A. Stadnikov, Dr. Sci. (Biol.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6107-0534>;
eLibrary SPIN: 7678-7721; e-mail: k_histology@orgma.ru

Natalya B. Perunova, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor
of the Russian Academy of Sciences, Associate Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6352-8879>;
eLibrary SPIN: 9625-1578; e-mail: icis-ofrc@list.ru

Elena V. Ivanova, MD, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4974-8947>;
eLibrary SPIN: 9731-7094; e-mail: walerewna13@gmail.com

Irina N. Chaynikova, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8923-8829>;
eLibrary SPIN: 8998-5241; e-mail: chainicova@yandex.ru

Olga E. Chelpachenko;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6719-5805>;
eLibrary SPIN: 2599-5377; e-mail: oech57@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.89904>

Применение L-дофа индуцирует устойчивость маутнеровских нейронов к нейротоксическому действию бета-амилоида

Н.Р. Тирас, И.Б. Михеева, Г.З. Михайлова, Н.А. Пенькова, С.С. Хуцян

Институт теоретической и экспериментальной биофизики Российской академии наук, Пущино, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Маутнеровские клетки золотой рыбки служат модельными объектами для исследования патологий головного мозга на уровне идентифицированных нейронов и их индивидуальных дендритов. L-дофа может быть средством, замедляющим деструкцию нейронов, которая вызвана токсическим действием бета-амилоида.

Цель — исследовать трёхмерное строение маутнеровских нейронов (золотой рыбки) и ультраструктуру их афферентных синапсов при воздействии L-дофа и токсического фрагмента 25–35 бета-амилоида.

Материал и методы. Исследование проводилось на 12 мальках золотой рыбки методами световой и электронной микроскопии. Идентификация маутнеровских нейронов и интегральная реконструкция их строения, определение объёма сомы, латерального и вентрального дендритов, исследование структуры афферентных синапсов выполнялись с использованием серийных срезов толщиной 3 мкм.

Результаты. Показано, что L-дофа стабилизирует размер сомы и вентральных дендритов. Уменьшение объёма латерального дендрита сопровождается либо увеличением объёма его ветвей при действии бета-амилоида и затем L-дофа, либо увеличением объёма медиальных дендритов под влиянием L-дофа, затем бета-амилоида. Патологические изменения ультраструктуры нейронов и афферентных синапсов не выявлены, но были обнаружены признаки раннего амилоидоза.

Заключение. L-дофа замедляет дегенерацию маутнеровских нейронов. Предполагается, что устойчивость целостных нейронов к нейротоксическому действию бета-амилоида обусловлена механизмом структурного гомеостаза, направленного на компенсаторное восстановление структурной организации нейронов.

Ключевые слова: маутнеровские нейроны; синапсы; L-дофа; бета-амилоид.

Как цитировать:

Тирас Н.Р., Михеева И.Б., Михайлова Г.З., Пенькова Н.А., Хуцян С.С. Применение L-дофа индуцирует устойчивость маутнеровских нейронов к нейротоксическому действию бета-амилоида // Морфология. 2022. Т. 160, № 1. С. 11–19. DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.89904>

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.89904>

The use of L-dopa induces the resistance of Mauthner neurons to the neurotoxic action of beta-amyloid

Nadezhda R. Tiras, Irina B. Mikheeva, Gulnara Z. Mikhailova, Nadezhda A. Penkova, Sergey S. Khutsyan

Institute of Theoretical and Experimental Biophysics of the Russian Academy of Sciences, Pushchino, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Mauthner goldfish (*Carassius auratus* (L)) cells serve as model objects for studying brain pathologies at the level of identified neurons and their individual dendrites. L-dopa may be an agent that decelerates the destruction of neurons caused by the toxic effects of beta-amyloid.

AIMS: To study the three-dimensional structure of Mauthner neurons in goldfish and the ultrastructure of their afferent synapses under the influence of L-dopa and the toxic 25–35 fragment of beta-amyloid.

MATERIAL AND METHODS: This study was performed on the Mauthner neurons of goldfish fry ($n=12$) by using light and electron microscopy. Serial sections 3 μm thick were used to identify and integrally reconstruct the structure of Mauthner neurons; determine the volume of the soma and ventral and lateral dendrites; and study the structure of afferent synapses.

RESULTS: The use of L-dopa stabilized the size of the soma and ventral dendrites. The reduction in the volume of lateral dendrites was accompanied either by an increase in the volume of their branches under the action of beta-amyloid followed by that of L-dopa or by an increase in the volume of medial dendrites under the action of L-dopa followed by that of beta-amyloid. Although pathological changes in the ultrastructure of neurons and afferent synapses were not found, signs of early amyloidosis were detected.

CONCLUSION: The use of L-dopa decelerates the degeneration of Mauthner neurons. The resistance of whole neurons to the neurotoxic action of beta-amyloid has been suggested to be due to the mechanism of structural homeostasis aiming at the compensatory restoration of the morphological organization of neurons.

Keywords: Mauthner neurons; synapses; L-dopa; beta-amyloid.

To cite this article:

Tiras NR, Mikheeva IB, Mikhailova GZ, Penkova NA, Khutsyan SS. The use of L-dopa induces the resistance of Mauthner neurons to the neurotoxic action of beta-amyloid. *Morphology*. 2022;160(1):11–19. DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.89904>

ОБОСНОВАНИЕ

Дендриты выполняют ключевые функции в интеграции сигналов, поступающих к нейрону, в формировании и поддержании сетевых взаимодействий, в обеспечении синаптической пластичности. Их структурная организация существенно изменяется при специфической стимуляции и деафферентации, патологических мозговых нарушениях, а также в ходе эволюционных преобразований мозга [1, 2]. Дендриты первыми подвергаются локальной деструкции и дегенерации в условиях токсического воздействия бета-амилоида. При болезни Альцгеймера и моделировании этого заболевания дендриты деформируются в ткани мозга плотными отложениями, состоящими преимущественно из бета-амилоида (гистопатологический индикатор болезни), меняют траекторию роста, истончаются, утрачивают ветвления и синапсы [1].

Проведение экспериментов на инъекционных моделях амилоидоза показывает, что дендриты могут быть хорошими объектами для изучения влияния бета-амилоида на характер деструктивного процесса, его обострение, замедление или предотвращение. Так, применение бета-амилоида приводит к уменьшению диаметра и длины дендритов маутнеровских нейронов (МН) золотой рыбки. Сочетание бета-амилоида и длительной вестибулярной или оптокинетики стимуляции вызывает сильную дистрофию латерального (ЛД) и вентрального (ВД) дендритов, сопровождаемую патологическими изменениями образованных ими синапсов [3].

В коре млекопитающих дегенерация дендритов и синапсов развивается вследствие вызванного бета-амилоидом снижения уровня дофамина, напрямую влияющего на механизмы синаптической передачи [4]. Известно, что дофамин модулирует электрическую и химическую передачу в смешанных синапсах МН, образованных окончаниями волокон VIII нерва, а также реакцию избегания у золотой рыбки через клеточные механизмы цепи МН [5]. Аппликации дофамина в область МН не только стабилизируют размеры нейронов и вызывают их устойчивость к эффектам длительной стимуляции [6], но и при их воздействии совместно с бета-амилоидом снижают степень дегенерации дендритов и существенно сохраняют ультраструктуру аксо-дендритных синапсов [7]. Однако в реальности увеличение содержания дофамина в мозгу достигается стимуляцией дофаминергической передачи с помощью предшественника дофамина, L-3,4-дигидроксифенилаланина (L-дофа), который, в отличие от дофамина, может преодолевать гематоэнцефалический барьер в норме [8]. Механизм действия дофамина и L-дофа одинаков и связан с разрушением фибрилл бета-амилоида [9]. Принимая во внимание тот факт, что увеличение уровня дофамина в мозгу оказывает антиамилоидогенное действие [4], а в геометрии дендритов заложен патоморфологический механизм нейродегенерации [10], целесообразно применять L-дофа в качестве

средства, способствующего сохранению структуры дендритов и аксо-дендритных синапсов.

Цель работы — исследовать трехмерное строение маутнеровских нейронов золотой рыбки и ультраструктуру их афферентных синапсов при воздействии L-дофа и токсического фрагмента 25–35 бета-амилоида (далее — бета-амилоид).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено на 12 мальках золотой рыбки (*Carassius auratus* (L)) породы оранда: возраст — 3 мес, длина — 3,5 см, масса — 2 г. Агрегирование бета-амилоида (Sigma, США), его инъекции в объеме 4 мкл в область расположения МН выполняли, как описано ранее [3, 7]. Для медикаментозного повышения уровня дофамина оранду помещали в 200 мл раствора L-дофа (Леводопа, Torrent Pharmaceuticals Ltd., Индия) в концентрации 20 мг/мл, полагая, что препарат через жабры проникнет в кровь и попадет в мозг. Ранее нами изучены качественные и количественные характеристики морфофункциональных состояний МН рыбок, подвергнутых отдельно действию указанного фрагмента бета-амилоида и соответствующих контролей [3].

В настоящей работе выбрали два варианта сочетания бета-амилоида и L-дофа. Рыбок разделили на три группы: интактную и две подопытные. В подопытной группе 1 орандам апплицировали бета-амилоид, спустя 1 ч их помещали на 5 ч в раствор L-дофа, фрагментирующего лентовидные фибриллы бета-амилоида согласно установленному *in vitro* механизму действия [9]. Затем рыбок переносили в аквариумную воду, через 1 ч проводили фиксацию. В подопытной группе 2 оранд выдерживали 5 ч в растворе L-дофа, считая, что накопление дофамина в мозгу с помощью L-дофа стабилизирует актиновый цитоскелет, с которым связана устойчивость структуры МН к повреждающим воздействиям [6]. Аппликацию бета-амилоида выполняли через 20 ч, фиксацию — через 5 ч. В качестве анестезии до аппликации бета-амилоида рыбок помещали в ледяную воду до состояния неподвижности.

Для морфологического исследования у мальков извлекали продолговатый мозг, отсекали участок, содержащий МН. Фиксацию и обработку материала проводили по стандартной электронно-микроскопической методике [3], принятой в лаборатории (руководитель — В.И. Архипов, д.б.н.). У *C. auratus* (L) МН представляют собой две уникальные гигантские клетки ретикулярной формации, сома и дендриты которых занимают значительный объем продолговатого мозга, а миелинизированные аксоны следуют до кончика хвоста рыбки. От тела клетки ЛД направляется преимущественно в латеральном направлении, а ВД — в вентро-ростральном. Такая траектория дендритов не позволяет охарактеризовать их достаточно полно с помощью традиционного метода световой микроскопии.

Именно поэтому изготавливали серийные поперечные срезы толщиной 3 мкм на пирамитоме (LKB, Швеция) и по тем из них, которые содержали МН (примерно 90–100 срезов), воссоздавали целостные нейроны в виде их виртуальных интегральных изображений, дополненных размерами отделов нейрона [11]. Ультратонкие срезы получали на ультрамикротоме Leica EM UC6 (Leica Microsystems, Германия) из отобранных гистологических срезов отделов МН, переклеенных на новые эпоновые блоки. Контрастировали срезы уранилацетатом и цитратом свинца, изучали в электронном микроскопе JEOL JEM-100B (JEOL, Япония) при увеличении 17 000. Эту работу выполняли в ЦКП «Объединённый Пушкинский центр электронной микроскопии» (после 1.04.2019 г. — ФИЦ «Пушкинский научный центр биологических исследований Российской академии наук»). На оцифрованных негативах с изображениями аксонных окончаний, контактирующих с проксимальными отделами дендритов МН, в программе Image Tools проводили морфометрическое исследование длины следующих контактов: специализированных синаптических химических (активных зон), электрических (щелевых), а также соседствующих с ними десмосомоподобных, в состав которых входит филаментозный актин [3, 7].

Статистический анализ

Статистическую обработку размеров отделов МН проводили в программе SigmaPlot 11.0, 2008 (Systat Software Inc., США). Статистическую значимость различий оценивали с помощью непараметрического однофакторного дисперсионного анализа Краскела–Уоллиса (Kruskal–Wallis test) с попарным сравнением по критерию Тьюки (Tukey's range test). Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$. Результаты представлены в таблице в виде среднего арифметического значения и ошибки среднего. Статистическую обработку показателей длины контактов выполняли в программе Microsoft Excel 2003 в стандартном пакете Microsoft Office. Статистическую значимость различий между группами оценивали по величине t -критерия Стьюдента (Student's t -test).

Этическая экспертиза

Эксперименты проводились в соответствии с Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных (приложение к Приказу Минздрава СССР от 12 августа 1977 г. № 755). На проведение исследования получено разрешение комиссии по биологической безопасности и биоэтике Института теоретической и экспериментальной биофизики Российской академии наук (протокол № 7 от 05.03.2019 г.).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Интегральные изображения структуры МН как интактных, так и подопытных золотых рыбок представлены на рис. 1. Нейроны интактных рыбок характеризуются

хорошо развитыми основными дендритами (рис. 1, а) и ничем существенным не отличаются от интактных нейронов, исследованных нами ранее [3]. При визуальном изучении не зафиксировано патологических изменений формы, строения, размеров ЛД, ВД и соматических отделов МН в опытных группах по сравнению с интактной. Так,

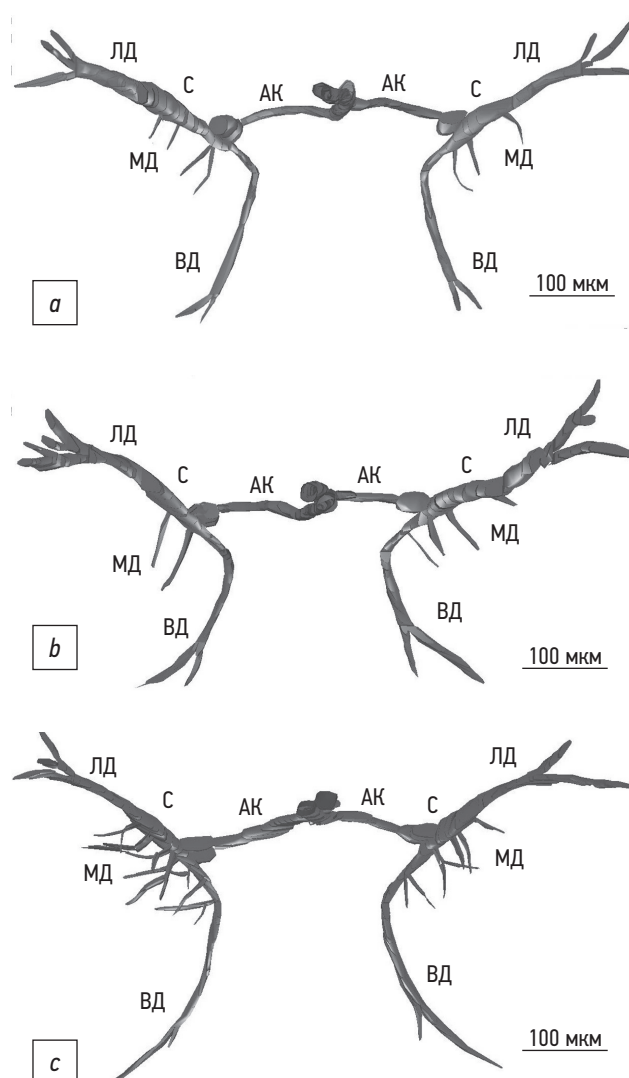


Рис. 1. Виртуальные изображения интегрального строения мавтнеровских нейронов золотой рыбки (*Carassius auratus* (L.)): а — в интактной группе; б — в группе 1 (аппликация бета-амилоида и раствор Л-дофа); с — в группе 2 (раствор Л-дофа и аппликация бета-амилоида). Глутар-осмиевая фиксация, заключение в эпон. Обозначения: С — сома клетки; ЛД — латеральный дендрит; ВД — вентральный дендрит; МД — медиальный дендрит; АК — аксон.

Fig. 1. Virtual images of the integral structure of the Mauthner neurons of a goldfish (*Carassius auratus* (L.)): а — intact group; б — group 1 (beta-amyloid application and L-dopa solution); с — group 2 (L-dopa solution and beta-amyloid application). Glutar-osmium fixation, epon embedding. Designations: С — cell soma; ЛД — lateral dendrite; ВД — ventral dendrite; МД — medial dendrite; АК — axon.

ВД и ЛД нейронов у опытных оранд сохраняют концевые ветвления (рис. 1, *b*, *c*). Однако в группе 2 у МН с вентральной стороны клеточного тела заметно увеличение числа коротких медиальных дендритов (МД). Результаты морфометрии приведены в табл. 1. Сравнение нейронов по величине отделов показывает однотипные и специфические изменения, характерные для нейронов экспериментальных групп. Так, не обнаружено различий между объёмом сомы и ВД опытных и интактных МН, за исключением уменьшения длины ствола ВД в группе 2. Объём и длина ствола ЛД в обеих опытных группах значимо меньше значений интактной группы, что может указывать на то, что деструктивный процесс начинается с уменьшения длины (не толщины) дендритов. Измерения выявили особенности строения МН, обусловленные очерёдностью в применении бета-амилоида и L-дофа. Воздействие L-дофа после бета-амилоида (группа 2) оказалось более эффективным: объём ЛД и его ветвей был существенно больше в группе 1, чем в группе 2. Однако в группе 2 почти в 2 раза возрастал суммарный объём МД по сравнению с группой 1 и в 3 раза — по сравнению с интактной группой. Суммарные объёмы отделов МН, ветвей и МД имели достаточно близкие значения во всех группах: 253,4 (интактная), 248,8 (группа 1), 245,1·10³ мкм³ (группа 2).

Электронно-микроскопическое изучение соматической части МН в опытных группах не выявило в строении ядра и ядрышка изменений, которые отличали бы группы 1 и 2 друг от друга, а также от интактной группы. Ядра светлые, гетерохроматин в виде небольших глыбок равномерно распределён в гомогенной кариоплазме. Ядрышки — сферической формы, крупные,

электронно-плотные, локально видна их фибриллярная структура (рис. 2, *a*, *b*). Комплекс Гольджи слабо гипертрофирован. Как и у интактных МН, крупные и среднего размера митохондрии округлые и выглядят слегка набухшими. У части из них кристы отсутствуют или их остатки смещены к наружной мембране органеллы, а центр содержит вакуоль. У небольших митохондрий отмечена локальная инвагинация мембран в полость органеллы (см. рис. 2, *a*, *b*). Гладкая эндоплазматическая сеть (эндоплазматический ретикулум) представлена многочисленными вакуолями. В цитоплазме присутствуют фагосомы (рис. 2, *c*) и остаточные тельца. Изменений в структуре, составе и взаиморасположении элементов цитоскелета МН в опытных группах по сравнению с интактной группой не обнаружено. Миелиноподобные образования встречаются редко и только в постсинаптической цитоплазме. Строение аксодендритных синапсов характеризуется некоторыми особенностями в подопытных группах. Бутоновидные окончания, образующие контакты химического типа с МН группы 1 отличаются от аналогичных структур в интактной группе только тем, что в ряде «бутонов» синаптические везикулы агрегируются в группки или цепочки (см. рис. 2, *c*). Такого типа окончания в группе 2 выглядят иначе. Некоторые «бутоны» отделяются узкими цитоплазматическими выростами МН, при этом везикулы сосредоточены у активной зоны с неопределяемыми контурами пре- и постсинаптических мембран (рис. 2, *d*). Встречаются также «бутоны», в которых везикулы изолированы двойным мембранным контуром. Подобные вдавливания одного

Таблица 1. Морфометрические показатели различных отделов маутнеровских нейронов в интактных и опытных группах золотых рыбок (M±m)

Table 1. Morphometric parameters of different sections of Mauthner neurons in intact and experimental groups of goldfish (M±m)

Группы / Groups	Сомы / Soma	Латеральный дендрит / Lateral dendrite			Вентральный дендрит / Ventral dendrite			Медиальные дендриты / medial dendrites
	объём / volume, 10 ³ мкм ³	объём ствола / stem volume, 10 ³ мкм ³	суммарный объём ветвей / total branches volume, 10 ³ мкм ³	длина ствола / stem length, мкм	объём ствола / stem volume, 10 ³ мкм ³	суммарный объём ветвей / total branches volume, 10 ³ мкм ³	длина ствола / stem length, мкм	суммарный объём / total volume, 10 ³ мкм ³
Интактная / intact (n=8)	127,0±6,7	49,5±4,2	16,0±1,7	139,0±4,3	43,0±4,1	10,2±1,4	202,0±9,4	7,1±1,2
Подопытная / experimental № 1 (n=8)	121,0±3,3	36,0±1,4*	30,0±3,6**	96,0±4,8**	31,0±4,1	16,0±5,6	190,0±10,0	14,5±2,1
Подопытная / experimental № 2 (n=8)	129,0±7,3	28,8±1,6**.#	14,5±11,5##	80,9±4,8**	34,4±3,8	14,5±3,1	173,0±3,0*	23,7±3,0**.#

Примечание. Подопытные группы: № 1 — бета-амилоид и L-дофа, № 2 — L-дофа и бета-амилоид; n — число исследованных нейронов. *p < 0,05, **p < 0,01 — по сравнению с интактными маутнеровскими нейронами, #p < 0,05, ##p < 0,01 — по сравнению с маутнеровскими нейронами в группе 1. *Note.* Experimental groups: No. 1 — beta-amyloid and L-dopa, No. 2 — L-dopa and beta-amyloid; n — number of studied neurons. *p < 0,05, **p < 0,01 — compared with intact ones, #p < 0,05, ##p < 0,01 — compared with Mauthner neurons in group 1.

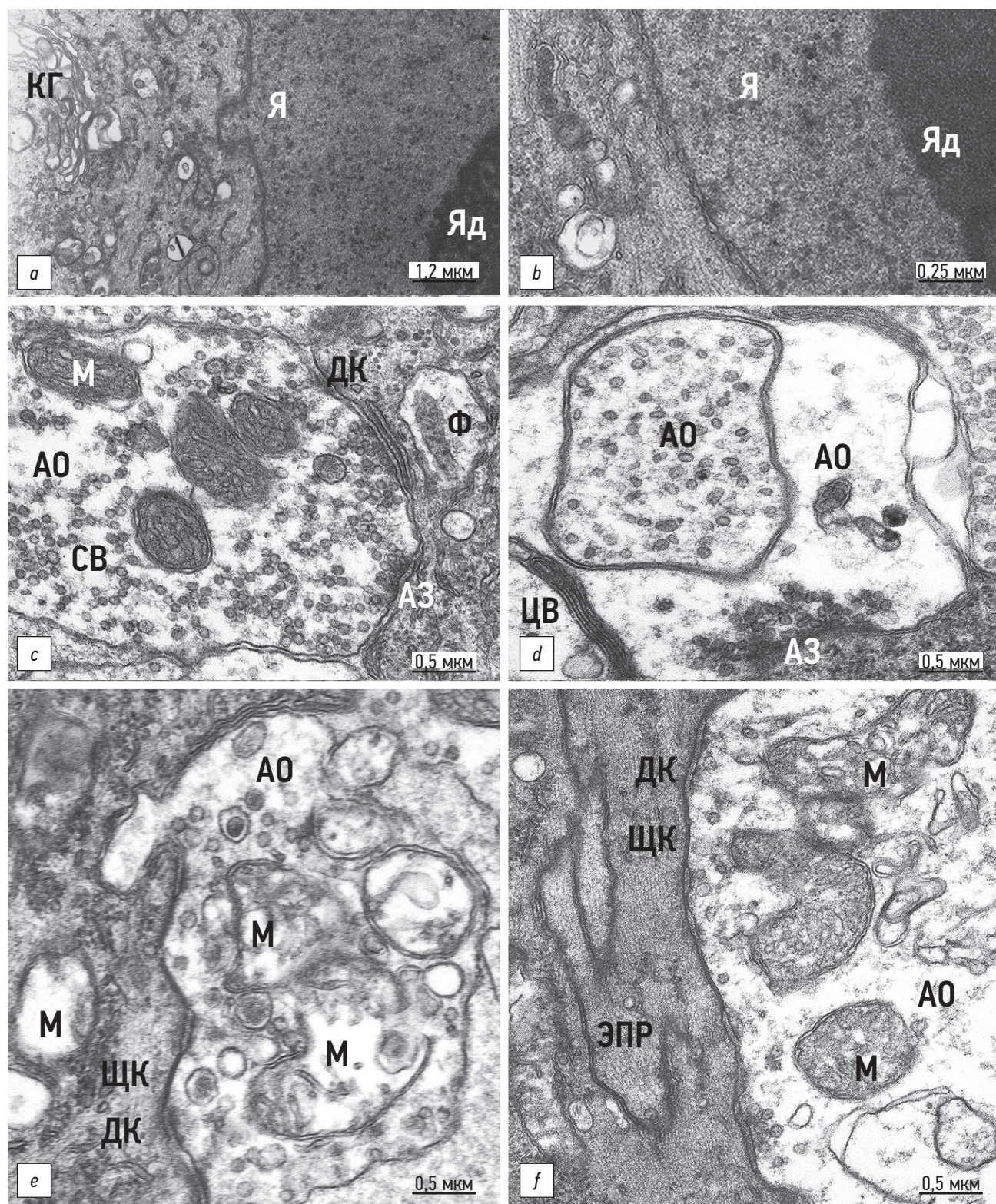


Рис. 2. Ультраструктура маутнеровских нейронов золотой рыбки (*Carassius auratus* (L)) и их афферентных синапсов: *a, c, e* — в группе 1 (аппликация бета-амилоида и раствор L-дофа); *b, d, f* — в группе 2 (раствор L-дофа и аппликация бета-амилоида). Глутар-осмиевая фиксация, заключение в эпон. Обозначения: КГ — комплекс Гольджи; Я — ядро; Яд — ядрышко; СВ — синаптические везикулы; АО — аксонное окончание; М — митохондрия; ДК — десмосомоподобный контакт; Ф — фагосома; АЗ — активная зона; ЦВ — цитоплазматический вырост; ЩК — щелевой контакт; ЭПР — эндоплазматический ретикулум.

Fig. 2. Ultrastructure of the Mauthner neurons of a goldfish and their afferent synapses: *a, c, e* — group 1 (beta-amyloid application and L-dopa solution); *b, d, f* — group 2 (L-dopa solution and beta-amyloid application). Glutar-osmium fixation, epon embedding. Designations: КГ — Golgi apparatus; Я — nucleus; Яд — nucleolus; СВ — synaptic vesicles; АО — axon ending; М — mitochondrion; ДК — desmosome-like junction; Ф — phagosome; АЗ — active zone; ЦВ — cytoplasmic outgrowth; ЩК — gap junction; ЭПР — endoplasmic reticulum.

аксонного окончания в другое могут быть вызваны травмирующим действием жёстких амилоидных фибрилл, обволакивающих нейроны и нарушающих характерное для МН кластерное расположение «бутонов». Однако дегенерирующие по тёмному типу окончания с повышенной осмиофильностью структур не обнаружены. Появляются, но крайне редко, опустошённые синапсы обычного размера, в центре которых либо локализуется крупная вакуоль, либо они заполняются гетерогенными по форме и размерам синаптическими везикулами (не представлено).

Значительная часть булабовидных окончаний, образующих электрический контакт с поверхностью МН из группы 1, содержит набухшие митохондрии с повреждёнными кристами (рис. 2, е). Таких изменений митохондрий в подобных синапсах в группе 2 нет. Однако в постсинаптической зоне обнаружено нехарактерное отгораживание элементов цитоскелета цистернами продольного ретикула (рис. 2, ф). Анализ морфометрических измерений не выявил различий в длинах специализированных синаптических контактов.

ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что сома и ВД проявляют устойчивость к нейротоксическому действию бета-амилоида, поскольку объёмы этих отделов МН не изменились. Разная степень уязвимости зафиксирована у ЛД. В группе 1 (L-дофа после бета-амилоида) благодаря разрушающему миелоидные фибриллы эффекту L-дофа [9] ЛД оказались более устойчивыми, чем в группе 2.

Важно отметить, что изменения структуры ЛД в опытных группах сопровождаются разными компенсаторными реакциями. В группе 1, по-видимому, за счёт смещения точки бифуркации к соматической части МН возрастает объём ветвей дендритов, что увеличивает воспринимающую поверхность ЛД. В группе 2 (L-дофа до бета-амилоида) объём ЛД уменьшается существенно, однако этот эффект нивелируется ростом МД, что тоже увеличивает поверхность МН. О феномене гипертрофии одиночных МД при глубокой дегенерации клеточных тел и основных дендритов МН сообщалось ранее [3]. Считается, что строение дендритов предопределено генетически и поддерживается внутренним гомеостазом, одной из характеристик которого могут быть показатели дендритных измерений: длины дендритов, количества ветвей, площади поверхности [12]. В регуляцию размеров дендритов вовлечены внешние и внутренние факторы для нейрона, такие как химические и электрические сигналы от входящих волокон, баланс медиаторных систем, адаптивные и другие влияния. Анализируя количественные данные, полученные в этой работе в результате морфометрии и статистического анализа в совокупности, и учитывая достаточно близкие значения интегральных объёмов МН в интактной и подопытных группах, можно признать, что с помощью L-дофа целостные

МН проявляют морфологическую устойчивость к действию бета-амилоида. Такая стабильность, по нашему мнению, обусловлена влиянием механизма клеточного гомеостаза, направленного на восстановление морфологической организации МН для выполнения их функции.

Исследование ультраструктуры МН в подопытных группах не выявило изменений деструктивного характера в строении ядерного аппарата, элементов цитоскелета большинства органелл и специализированных синаптических контактов. Гипертрофия комплекса Гольджи и гладкого эндоплазматического ретикула, набухание митохондрий вполне могли быть реакцией нейронов на повреждение. Однако появление миелоидных структур, фагосом, деструкция части пула митохондрий свидетельствуют о начале патологического процесса. Такие изменения не отражаются на объёме соматических отделов, находящихся под контролем актинового цитоскелета, элементы которого ещё не затронуты. На признаки амилоидоза также может указывать ультраструктура афферентных синапсов. Образование инвагинированных аксонных окончаний, агрегация синаптических везикул, трансформация митохондрий свидетельствуют о дефиците синаптических и митохондриальных процессов. Представленный в работе анализ ультраструктурных последствий показывает, что у МН при воздействии L-дофа после бета-амилоида ультраструктура существенно отличается от таковой у МН после аппликации только бета-амилоида: в последнем случае наблюдаются нарушения контура плазматической мембраны, деструкция цитоскелета, вакуолизация цитоплазмы, изменения формы и содержания митохондрий, опустошение везикулярного аппарата афферентных синапсов [3].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение L-дофа замедляет дегенерацию дендритов маутнеровских нейронов золотой рыбки. Предполагается, что устойчивость этих нейронов к действию бета-амилоида может регулироваться клеточным гомеостатическим механизмом с участием L-дофа. При этом электронно-микроскопически всё же выявляются ранние признаки амилоидоза, прогрессирование которого, очевидно, может приводить к разрушению этого механизма, что свидетельствует о необходимости продолжения нейроморфологических исследований с использованием L-дофа при моделировании амилоидоза.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Подготовка и публикация настоящей статьи проведена без спонсорской поддержки.

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

Вклад авторов: Н.Р. Тирас, Н.А. Пенькова — концепция и дизайн исследования; Н.Р. Тирас, И.Б. Михеева, Г.З. Михайлова,

Н.А. Пенькова, С.С. Хуцян — сбор и обработка материала; Г.З. Михайлова, Н.А. Пенькова — статистическая обработка данных; Н.Р. Тирас, Г.З. Михайлова — анализ и интерпретация данных; Н.Р. Тирас — написание текста, редактирование. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

ADDITIONAL INFO

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Vickers J.C., Mitew S., Woodhouse A., et al. Defining the earliest pathological changes of Alzheimer's disease // *Curr Alzheimer Res.* 2016. Vol. 13, N 3. P. 281–7. doi: 10.2174/1567205013666151218150322
2. Tanvir Z., Rivera D., Severi K.E., et al. Evolutionary and homeostatic changes in morphology of visual dendrites of Mauthner cells in *Astyanax* blind cavefish // *J Comp Neurol.* 2021. Vol. 529, N 8. P. 1779–86. doi: 10.1002/cne.25056
3. Tiras N.R., Mikheeva I.B., Mikhailova G.Z., et al. Compensatory changes in Mauthner neurons in goldfish induced by sensory stimulation and application of β -amyloid // *Neurosci Behav Physiol.* 2019. Vol. 49, N 6. P. 784–90. doi: 10.1007/s11055-019-00802-3
4. Moreno-Castilla P., Rodrigues-Duran L.F., Guzman-Ramos K., et al. Dopaminergic neurotransmission dysfunction induced by amyloid- β transforms cortical long-term potentiation into long-term depression and produces memory impairment // *Neurobiol Aging.* 2016. Vol. 41. P. 187–99. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2016.02.021
5. Medan V., Preuss T. The Mauthner-cell circuit of fish as a model system for startle plasticity // *J Physiol Paris.* 2014. Vol. 108, N 2–3. P. 129–40. doi: 10.1016/j.jphysparis.2014.07.006
6. Moshkov D.A., Pavlik L.L., Shubina V.S., et al. Cytoskeletal regulation of the cellular function by dopamine // *Biophysics.* 2010. Vol. 55. P. 750–5. doi: 10.1134/s0006350910050118

REFERENCES

1. Vickers JC, Mitew S, Woodhouse A, et al. Defining the earliest pathological changes of Alzheimer's disease. *Curr Alzheimer Res.* 2016;13(3):281–287. doi: 10.2174/1567205013666151218150322
2. Tanvir Z, Rivera D, Severi KE, et al. Evolutionary and homeostatic changes in morphology of visual dendrites of Mauthner cells in *Astyanax* blind cavefish. *J Comp Neurol.* 2021;529(8):1779–1786. doi: 10.1002/cne.25056
3. Tiras NR, Mikheeva IB, Mikhailova GZ, et al. Compensatory changes in Mauthner neurons in goldfish induced by sensory stimulation and application of β -amyloid. *Neurosci Behav Physiol.* 2019;49(6):784–790. doi: 10.1007/s11055-019-00802-3
4. Moreno-Castilla P, Rodrigues-Duran LF, Guzman-Ramos K, et al. Dopaminergic neurotransmission dysfunction induced by amyloid- β transforms cortical long-term potentiation into long-term depression and produces memory impairment. *Neurobiol Aging.* 2016;41:187–199. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2016.02.021

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

Authors contribution: N.R. Tiras and N.A. Penkova created the study concept and design; N.R. Tiras, I.B. Mikheeva, G.Z. Mikhailova, N.A. Penkova, and S.S. Khutsyan collected and processed the material; G.Z. Mikhailova, and N.A. Penkova performed statistical data processing; N.R. Tiras and G.Z. Mikhailova performed data analysis and interpretation; N.R. Tiras wrote and edited the text. All authors confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

7. Tiras N.R., Mikheeva I.B., Mikhailova N.A., et al. Dopamine improves resistance of dendrites of Mauthner neurons to destruction induced by sensory stimulation and application of β -amyloid // *Bull Exp Biol Med.* 2020. Vol. 169, N 2. P. 266–9. doi: 10.1007/s10517-020-04865-y
8. Ambree O., Richter H., Sachser N., et al. Levodopa ameliorates learning and memory deficits in a murine model of Alzheimer's disease // *Neurobiol Aging.* 2009. Vol. 30, N 8. P. 1192–204. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2007.11.010
9. Li J., Zhu M., Manning-Bog A.B., et al. Dopamine and L-dopa disaggregate amyloid fibrils: implications for Parkinson's and Alzheimer's disease // *FASEB J.* 2004. Vol. 18, N 9. P. 962–4. doi: 10.1096/fj.03-0770fje
10. Cochran J.N., Hall A.M, Roberson E.D. The dendritic hypothesis for Alzheimer's disease pathophysiology // *Brain Res Bull.* 2014. Vol. 103. P. 18–28. doi: 10.1016/j.brainresbull.2013.12.004
11. Михайлова Г.З., Коканова Н.А., Тирас Н.Р., Мошков Д.А. Трехмерная реконструкция и определение объема нейрона. Москва : URSS, 2012. 80 с.
12. Samsonovich A.V., Ascoli G.A. Morphological homeostasis in cortical dendrites // *Proc Natl Acad Sci USA.* 2006. Vol. 103, N 5. P. 1569–74. doi: 10.1073/pnas.0510057103

5. Medan V, Preuss T. The Mauthner-cell circuit of fish as a model system for startle plasticity. *J Physiol Paris.* 2014;108(2–3):129–140. doi: 10.1016/j.jphysparis.2014.07.006
6. Moshkov DA, Pavlik LL, Shubina VS, et al. Cytoskeletal regulation of the cellular function by dopamine. *Biophysics.* 2010;55:750–755. doi: 10.1134/s0006350910050118
7. Tiras NR, Mikheeva IB, Mikhailova NA, et al. Dopamine improves resistance of dendrites of Mauthner neurons to destruction induced by sensory stimulation and application of β -amyloid. *Bull Exp Biol Med.* 2020;169(2):266–269. doi: 10.1007/s10517-020-04865-y
8. Ambree O, Richter H, Sachser N, et al. Levodopa ameliorates learning and memory deficits in a murine model of Alzheimer's disease. *Neurobiol Aging.* 2009;30(8):1192–1204. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2007.11.010

9. Li J, Zhu M, Manning-Bog AB, et al. Dopamine and L-dopa disaggregate amyloid fibrils: implications for Parkinson's and Alzheimer's disease. *FASEB J*. 2004;18(9):962–964. doi: 10.1096/fj.03-0770fje
10. Cochran JN, Hall AM, Roberson ED. The dendritic hypothesis for Alzheimer's disease pathophysiology. *Brain Res Bull*. 2014;103:18–28. doi: 10.1016/j.brainresbull.2013.12.004

11. Mikhailova GZ, Kokanova NA, Tiras NR, Moshkov DA. *Trekhmernaya rekonstruktsiya i opredelenie obema neyrona*. Moscow: URSS; 2012. 80 p. (In Russ).
12. Samsonovich AV, Ascoli GA. Morphological homeostasis in cortical dendrites. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2006;103(5):1569–1574. doi: 10.1073/pnas.0510057103

ОБ АВТОРАХ

*** Тирас Надежда Романовна**, д.б.н., ведущий научный сотрудник; адрес: Россия, 142290, Пушкино, ул. Институтская, д. 3; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2624-8816>; eLibrary SPIN: 5775-3123; e-mail: ntiras@rambler.ru

Михеева Ирина Борисовна, к.б.н., старший научный сотрудник; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8054-0477>; eLibrary SPIN: 1397-9082; e-mail: mikheirina@yandex.ru

Михайлова Гульнара Зульфатовна, к.б.н., старший научный сотрудник; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9785-4584>; eLibrary SPIN: 3160-5475; e-mail: mihailova_g@rambler.ru

Пенькова Надежда Александровна, к.б.н., научный сотрудник; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5903-5908>; eLibrary SPIN: 9075-9786; e-mail: kokanchik@rambler.ru

Хуцян Сергей Суменович; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9572-3361>; eLibrary SPIN: 9580-3291; e-mail: khutzian@yandex.ru

AUTHORS' INFO

*** Nadezhda R. Tiras**, Dr. Sci. (Biol.), Leading Research Associate; address: 3 Institutskaia street, 142290 Pushchino, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2624-8816>; eLibrary SPIN: 5775-3123; e-mail: ntiras@rambler.ru

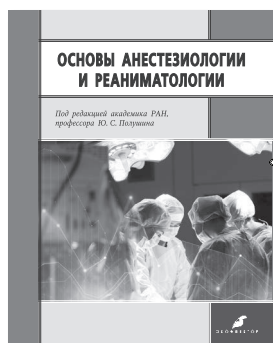
Irina B. Mikheeva, Cand. Sci. (Biol.), Senior Research Associate; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8054-0477>; eLibrary SPIN: 1397-9082; e-mail: mikheirina@yandex.ru

Gulnara Z. Mikhailova, Cand. Sci. (Biol.), Senior Research Associate; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9785-4584>; eLibrary SPIN: 3160-5475; e-mail: mihailova_g@rambler.ru

Nadezhda A. Penkova, Cand. Sci. (Biol.), Research Associate; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5903-5908>; eLibrary SPIN: 9075-9786; e-mail: kokanchik@rambler.ru

Sergey S. Khutsyan; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9572-3361>; eLibrary SPIN: 9580-3291; e-mail: khutzian@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author



Александрович Ю.С., Барсукова И.М.
и др.; под ред. Ю.С. Полушина
**ОСНОВЫ АНЕСТЕЗИОЛОГИИ
И РЕАНИМАТОЛОГИИ**

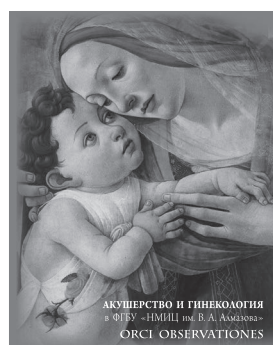
НОВИНКА



**ЭВОЛЮЦИЯ ПРЕДИКТИВНОЙ
МЕДИЦИНЫ**
Под ред. В.С. Баранова



Ферри Фред Ф., Багненко С.Ф.
СПРАВОЧНИК ПАЦИЕНТА ПО ФЕРРИ



**АКУШЕРСТВО И ГИНЕКОЛОГИЯ
в ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова»
ORCI OBSERVATIONS**
Под ред. И.Е. Зазерской

ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН

научной специализированной литературы

Разделы:

- ◆ Акушерство и гинекология
- ◆ Анестезиология и реаниматология
- ◆ Биология и биохимия
- ◆ Генетика
- ◆ Детские книги
- ◆ Для широкого круга читателей
- ◆ Инфекции
- ◆ Колопроктология
- ◆ Онкология
- ◆ Ортопедия, травматология, физическая культура
- ◆ Офтальмология
- ◆ Патологоанатомия
- ◆ Педиатрия, неонатология
- ◆ Психология
- ◆ Стоматология
- ◆ Техносферная безопасность
- ◆ Урология
- ◆ Физика
- ◆ Фитотерапия
- ◆ Хирургия
- ◆ Эпилептология



DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.106184>

Сравнительный анализ основных характеристик физического развития молодых жителей из числа аборигенного населения, проживающих в различных субъектах Северо-Востока России

И.В. Аверьянова

Научно-исследовательский центр «Арктика» Дальневосточного отделения Российской академии наук, Магадан, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Основные характеристики физического развития различаются у населения различных климато-географических областей; их относят к адаптивным признакам. Природно-климатические условия регионов Северо-Востока России существенно различаются, что, несомненно, должно оказывать влияние на морфофункциональные особенности организма аборигенного населения.

Цель — сравнительное изучение основных соматометрических показателей и индексов у представителей аборигенного населения, относящихся к различным этническим группам и проживающих в различных субъектах Дальневосточного региона (Магаданская область, Чукотский автономный округ).

Материал и методы. 198 юношей в возрасте от 17 лет до 21 года из числа коряков и эвенов, проживающих на территории Магаданской области (г. Магадан), составили I группу испытуемых, а 87 молодых людей (чукчи) в возрасте от 17 лет до 21 года, проживающих на территории Чукотского автономного округа (г. Анадырь), — II группу. У обследуемых измеряли длину и массу тела, окружность грудной клетки, вычисляли индекс массы тела, площадь тела, а также оценивали крепость телосложения по индексу Пинье и определяли общее содержание жира в организме.

Результаты. Анализ полученных соматометрических показателей и индексов в обеих группах современных юношей-аборигенов Северо-Востока, проживающих в различных субъектах Дальневосточного региона, свидетельствует об отсутствии значимых межгрупповых различий, также наблюдается увеличение длины тела (на 7,7 см в Чукотском автономном округе и на 6,5 см в Магаданской области) и массы тела (на 3,7 кг в Чукотском автономном округе и на 4,4 кг в Магаданской области) в обеих анализируемых выборках по сравнению с аналогичными показателями сверстников предыдущих лет.

Заключение. Полученные данные указывают на то, что сформировавшийся уровень физического развития у аборигенов (уроженцев Магаданской области и Чукотского автономного округа), современные проявления которого обусловлены акселерационными изменениями соматотипа, не зависит от субъекта проживания, а также от этнической принадлежности.

Ключевые слова: показатели физического развития; соматометрические индексы; морфотип; акселерация; аборигенное население.

Как цитировать:

Аверьянова И.В. Сравнительный анализ основных характеристик физического развития молодых жителей из числа аборигенного населения, проживающих в различных субъектах Северо-Востока России // Морфология. 2022. Т. 160, №1. С. 21–27. DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.106184>

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.106184>

Physical development comparative study among aborigines inhabiting different regions of Russia's Northeast

Inessa V. Averyanova

Arktika Scientific Research Center, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Magadan, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Adaptation to climatic conditions influences the main characteristics of subjective physical development and morphofunctional state. These characteristics tend to differ in different geographical regions of northeast Russia.

AIMS: A comparative analysis of basic somatometric indicators was conducted to identify differences between representatives of Magadan Region and Chukotka Autonomous District.

MATERIAL AND METHODS: One hundred and ninety-eight young men aged 17–21 years old (Koryaks and Evens) from Magadan Region (the City of Magadan) and 87 young men (Chukchi) aged 17–21 years old from Chukotka Autonomous District (the City of Anadyr) participated in this study. Chest circumference was measured, and body mass index and body area were calculated by using the length and weight of the body. The strength of the physique was estimated by applying the Pinier index, and the total body fat content in the two groups was determined.

RESULTS: Somatometric indicators exhibited by modern young male aborigines inhabiting different regions of the Far East demonstrated no significant differences between groups. However, relative to that to that of their peers in previous years, the subjective overall body size of the analyzed samples from the two regions had increased (body length: by 7.7 cm in the Chukotka Autonomous Okrug and 6.5 cm in the Magadan Region; body weight: by 3.7 kg in the Chukotka Autonomous Okrug and by 4.4 kg in the Magadan Region).

CONCLUSION: Aborigines from Magadan Region and Chukotka Autonomous District developed morphotypes with accelerated variables. The changes observed were not dependent on the region of residence or ethnicity.

Keywords: physical development indicators; somatometric variables; morphotype; acceleration; aboriginal population.

To cite this article:

Averyanova IV. Physical development comparative study among aborigines inhabiting different regions of Russia's Northeast. *Morphology*. 2022;160(1):21–27.

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.106184>

Received: 12.04.2022

Accepted: 23.10.2022

Published: 17.12.2022

ОБОСНОВАНИЕ

Основные антропологические характеристики (длина, масса тела и тип телосложения) — это адаптивные признаки, существенно различающиеся у населения различных климатогеографических областей [1]. В настоящее время в работах иностранных авторов параметры физического развития (в частности, длина тела) используются как показатели качества питания и даже уровня жизни [2, 3]. Приспособление организма к факторам внешней среды — длительный исторический процесс, направленный на формирование экологического типа, который обеспечивает целостность и оптимальные условия жизнедеятельности [4]. Приобретение устойчивости к действию экстремальных климатогеографических условий у коренных малочисленных народов Севера сопровождалось формированием необратимых конституционально-морфологических изменений, которым дали следующие названия: эколого-физиологический портрет [4], арктический адаптивный тип [1]. В последние десятилетия произошли существенные социально-экономические изменения на территории Северо-Востока России, которые могли сказаться на морфологических показателях аборигенного населения. Это может быть следствием процессов акселерации (секулярного тренда), охватывающих различные популяции в современном мире. Секулярный тренд — важное биологическое явление, находящееся под влиянием социально-экономического развития, наблюдается как в развитых, так и развивающихся странах начиная с XIX века [5–8]. Секулярный тренд длины тела демонстрирует схожую картину во всем мире, хотя возникновение и скорость развития тренда варьируются [9]. Такие долговременные изменения морфофункциональных характеристик отмечаются также у населения приарктических и северных регионов [10, 11].

Природно-климатические условия регионов Северо-Востока России существенно различаются, что, несомненно, должно оказывать влияние на морфофункциональное состояние населения. Для изучения этого влияния мы провели исследования соматометрического статуса юношей из числа аборигенного населения, проживающих в различных природно-климатических регионах, расположенных на крайнем Северо-Востоке России и в Арктике (г. Магадан, г. Анадырь).

Магадан (координаты: 59° 34' с. ш., 150° 48' в. д.) находится в умеренном поясе приморской природно-климатической зоны, для которого характерно наличие морского (с чертами муссонного) климата. Средняя температура января находится в пределах –26 °С, а средняя температура июля составляет +13,4 °С.

Город Анадырь Чукотского автономного округа (координаты: 64° 44' с. ш., 177° 31' в. д.) также относится к приморской природно-климатической зоне, но расположен уже в арктическом климатическом поясе с преобладанием морского климата. Средняя температура января

при этом, как и в Магадане, составляет –26 °С, а средняя температура июля +9,1 °С.

Цель — сравнительное изучение основных характеристик физического развития у представителей аборигенного населения, относящихся к разным этническим группам и проживающих в разных субъектах Дальневосточного региона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для реализации поставленной цели проведены исследования юношей в возрасте от 17 лет до 21 года из числа аборигенного населения, проживающих в различных субъектах Дальневосточного региона и относящихся к различным этническим группам. Так, на территории Магаданской области (г. Магадан) обследовано 198 юношей из числа коряков и эвенов (средний возраст — 19,2±0,8 года) — I группа, в Чукотском автономном округе (г. Анадырь) — 87 молодых людей (чукчи) (средний возраст — 19,4±1,1 года) — II группа.

У обследуемых измеряли с использованием медицинского ростомера, весов и сантиметровой линейки основные антропометрические параметры: длину и массу тела, а также окружность грудной клетки (ОГК). Крепость телосложения оценивали по индексу Пинье (ИП) (усл. ед.), который рассчитывали по следующей формуле:

$$\text{ИП} = L - (P + \text{ОГК}),$$

где L — длина тела, P — масса тела, ОГК — окружность грудной клетки в фазе выдоха [12].

Из полученных соматометрических показателей вычисляли индекс массы тела (ИМТ, кг/м²) и площадь тела (S , см²) для расчёта отношения массы тела (МТ) к площади тела (МТ/ S , кг/м²) [12]. С использованием пакета программ «АИСТ» анализатора импедансного состава тела «Диамант-АИСТ» (ООО «Диамант», Россия) определяли общее содержание жира (в процентном отношении от МТ) в организме.

Этическая экспертиза

Исследование выполнено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации (2013) [13]. Протокол исследования был одобрен комиссией по биоэтике НИЦ «Арктика» Дальневосточного отделения Российской академии наук (№ 001/019 от 29.03.2019 г.). От всех обследуемых получено письменное информированное согласие до включения в исследование.

Статистический анализ

Полученные результаты обработали с применением пакета прикладных программ Statistica 7.0. Проверку на нормальность распределения измеренных переменных провели с помощью теста Шапиро–Уилка (Shapiro–Wilk's W test). Результаты параметрических методов обработки представили в виде среднего значения (M) и ошибки средней арифметической (m). Статистическую значимость

различий значений определили с применением t-критерия Стьюдента (Student's t-distribution). Критический уровень значимости (p) приняли равным 0,05 [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ

В табл. 1 представлен анализ основных соматометрических показателей в группах юношей-аборигенов, проживающих в различных субъектах Дальневосточного региона (Магадан и Анадырь) и относящихся к различным этническим группам. Из представленных данных видно, что обследуемые молодые люди не различаются ни по одному анализируемому показателю.

ОБСУЖДЕНИЕ

Кроме того, что средние значения основных характеристик физического развития оказались практически одинаковыми в обеих группах, также исследование не выявило различий в зависимости от региона проживания или этнической принадлежности.

Необходимо отметить, что полученные нами данные современных юношей из Чукотского автономного округа (чукчей) значительно превышают показатели, полученные в 80-х гг. прошлого столетия: длина тела составляла $166,36 \pm 5,08$ см, масса тела — $63,20 \pm 2,05$ кг (рис. 1) [15]. Аналогичная тенденция просматривается

Таблица 1. Соматометрические показатели юношей-аборигенов, проживающих в разных регионах Северо-Востока Российской Федерации

Table 1. Somatometric indicators of aboriginal boys living in different regions of the northeast Russian Federation

Показатель / Parameter, $M \pm m$	Регион / Region		Уровень значимости различий / Significance level of differences, p
	Чукотский автономный округ / Chukotka Autonomous District	Магаданская область / Magadan Region	
МТ / BW, кг / kg	$66,9 \pm 1,0$	$67,9 \pm 1,1$	0,75
Общее содержание жира относительно массы тела / total fat content relative to body weight, %	$14,8 \pm 0,5$	$13,9 \pm 0,9$	0,42
Длина тела / body height, см / cm	$174,0 \pm 0,8$	$175,2 \pm 0,9$	0,31
ОГК / CC, см / cm	$90,0 \pm 0,8$	$90,4 \pm 1,2$	0,80
ИП / PI, усл. ед.	$19,1 \pm 1,1$	$20,7 \pm 2,5$	0,22
МТ/С / BW/S, $\text{кг}/\text{м}^2$ / kg/m^2	$37,0 \pm 0,3$	$37,0 \pm 0,6$	1,00
ИМТ / BMI, $\text{кг}/\text{м}^2$ / kg/m^2	$22,1 \pm 0,2$	$22,0 \pm 0,5$	0,85

Примечание. $M \pm m$ — среднее значение (M) и ошибка среднего арифметического (m); МТ — масса тела; ОГК — окружность грудной клетки; ИП — индекс Пинье; МТ/С — отношение массы тела (МТ) к площади тела (С); ИМТ — индекс массы тела.

Note. $M \pm m$ — mean value (M) and the error of the arithmetic mean (m); BW — body weight; CC — chest circumference; PI — Pignet index; BW/S is the ratio of body weight (BW) to body area (S); BMI — body mass index.

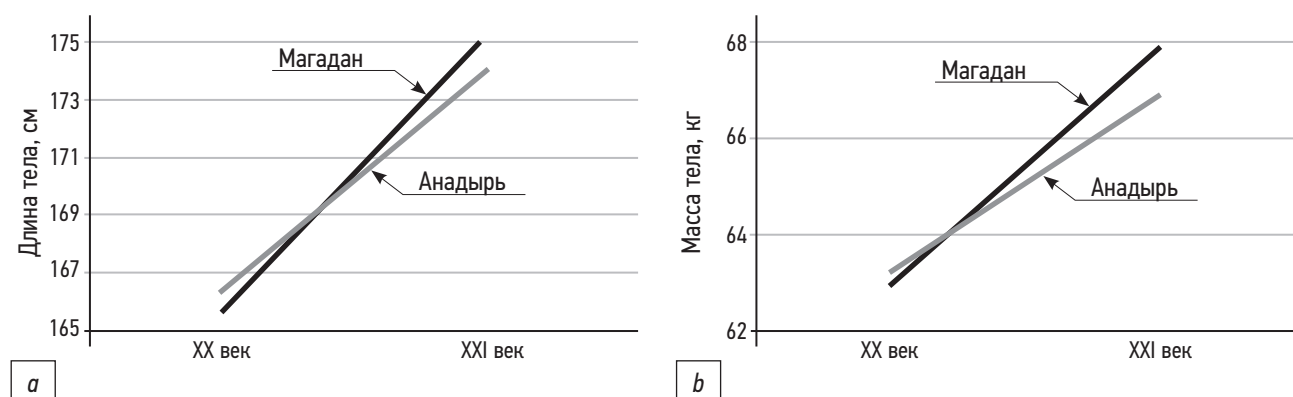


Рис. 1. Динамика соматометрических показателей юношей-аборигенов различных этнических групп из разных субъектов Дальневосточного региона — Магадана (коряки и эвены), Анадыря (чукчи): a — длина тела; b — масса тела.

Fig. 1. Dynamics of the somatometric indicators of aboriginal boys of various ethnic groups from different entities in the Far East region, namely, Magadan (Koryaks and Evens), Anadyr (Chukchi): a — body height; b — body weight.

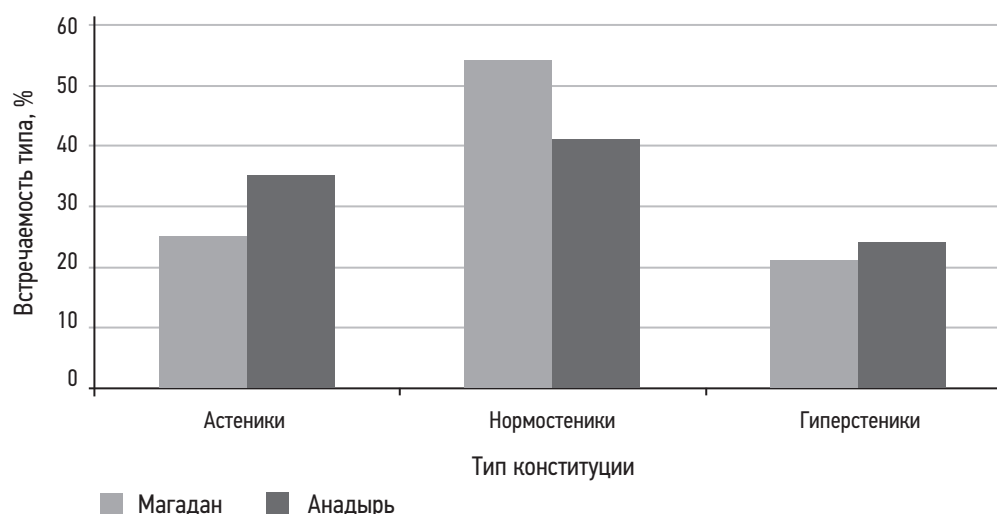


Рис. 2. Распределение по типам конституции в группе юношей-аборигенов Чукотского автономного округа (Анадырь) и Магаданской области (Магадан).

Fig. 2. Distribution by constitution type of the groups of aboriginal boys from Chukotka Autonomous District (Anadyr) and Magadan Region (Magadan).

и для аборигенного населения Магаданской области, обследованного в 90-х гг. прошлого столетия: в работе А.Я. Соколова и соавт. представлены следующие средние соматометрические показатели юношей из числа аборигенов: длина тела — $165,7 \pm 0,9$ см, масса тела — $63,5 \pm 1,4$ кг (см. рис. 1) [16]. Резюмируя вышесказанное, можно констатировать, что соматометрические показатели современных юношей из числа аборигенного населения двух субъектов проживания и различных этнических групп значительно превышают таковые молодых людей, обследованных в 80–90-х гг. прошлого столетия, что служит отражением процессов акселерации, происходящих параллельно в различных регионах проживания и у разных этнических групп.

Общее содержание жира в организме обследованных юношей двух групп в нашей работе практически соответствовало физиологической норме, которая, по данным некоторых авторов, составляет 15,0% [17].

С учётом средних величин ИП в соответствии с критериями А.Г. Щедринной для юношей из групп I и II в среднем был характерен хороший тип телосложения (нормостеники) [18]. Анализ величин ИП не выявил статистически значимых различий между изучаемыми группами, в связи с чем проведён сравнительный анализ распределения соматотипов у юношей-аборигенов исследуемых двух регионов. Наш анализ показал преобладание юношей с нормостеническим типом конституции в обоих регионах: наибольшая встречаемость их в Анадыре — 54%, в Магадане — 41%. Гиперстеники встречаются с одинаковой частотой как среди юношей-аборигенов в Анадыре — 21%, так и в Магадане — 24%. Необходимо отметить более высокую

встречаемость астенического соматотипа в группе аборигенов из Магадана (35%) против 25% в выборке аборигенов Анадыря (рис. 2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом характер полученных соматометрических показателей и индексов современных юношей-аборигенов из различных субъектов Дальневосточного региона свидетельствует об отсутствии значимых различий основных характеристик физического развития, но наблюдается увеличение длины тела и массы тела в обеих анализируемых выборках относительно таковых у сверстников прошлых лет.

Полученные данные показывают, что сформировавшиеся особенности уровня физического развития у аборигенов-уроженцев Магаданской области и Чукотского автономного округа не зависят от региона проживания, а также от этнической принадлежности и обусловлены происходящими акселерационными изменениями соматотипа, происходящими параллельно в различных субъектах Дальневосточного региона.

Установленные морфологические особенности юношей различных этнических групп и различных субъектов проживания Северо-Востока России можно рассматривать как современный северный вариант экотипа, укладываемый в концепцию арктического адаптивного типа [1] и эколого-физиологического портрета [4] относительно показателей физического развития, но с современными изменениями, обусловленными акселерационными процессами, которые протекают параллельно в исследуемых северных регионах.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Работа выполнена за счёт бюджетного финансирования НИЦ «Арктика» ДВО РАН в рамках темы «Изучение межсистемных и внутрисистемных механизмов реакций в формировании функциональных адаптивных резервов организма человека «северного типа» на разных этапах онтогенеза лиц, проживающих в дискомфортных и экстремальных условиях, с определением интегральных информативных индексов здоровья» (регистрационный № АААА-А21-121010690002-2).

Конфликт интересов. Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с проведённым исследованием и публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Автор подтверждает соответствие своего авторства международным критериям ICMJE.

ADDITIONAL INFO

Funding source. The work was supported by the budgetary funding of the Research Center Arktika of the Far-Eastern Division of the Russian Academy of Science within the subject "Study of intersystem and intrasystem mechanisms of reactions in the formation of functional adaptive reserves of the human body of the 'northern type' at different stages of ontogenesis of persons living in uncomfortable and extreme conditions, with the definition of integral informative health indices" (registration No. АААА-А21-121010690002-2).

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Authors contribution. The author confirms the compliance of his authorship with the international ICMJE criteria.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеева Т.И. Географическая среда и биология человека. Москва : Мысль, 1977.
2. Eaton D.K., Kann L., Kinchen S., et al. Youth risk behavior surveillance — United States 2011 // *MMWR Surveill Summ*. 2012. Vol. 61, N 4. P. 1–162.
3. Zheng W., Suzuki K., Yokomichi H., et al. Multilevel longitudinal analysis of sex differences in height gain and growth rate changes in Japanese school-aged children // *J Epidemiol*. 2013. Vol. 23, N 4. P. 275–279. doi: 10.2188/jea.je20120164
4. Агаджанян Н.А., Жвавый Н.Ф., Ананьев В.Н. Адаптация человека к условиям Крайнего Севера: эколого-физиологические механизмы. Москва : КРУК, 1998.
5. Ayatollahi S.M., Pourahmad S., Shayan Z. Trend in physical growth among children in southern Iran, 1988–2003 // *Ann Hum Biol*. 2006. Vol. 33, N 4. P. 510–514. doi: 10.1080/03014460600838704
6. Gyenis G., Joubert K. Socioeconomic determinants of anthropometric trends among Hungarian youth // *Econ Hum Biol*. 2004. Vol. 2, N 2. P. 321–323. doi: 10.1016/j.ehb.2004.03.001
7. Komlos J., Lauderdale B.E. The mysterious trend in American heights in the 20th century // *Ann Hum Biol*. 2007. Vol. 34, N 2. P. 206–215. doi: 10.1080/03014460601116803
8. Leitao R.B., Rodrigues L.P., Neves L., Carvalho G.S. Development of adiposity, obesity and age at menarche: an 8-year follow-up study in Portuguese schoolgirls // *Int J Adolesc Med Health*. 2013. Vol. 25, N 1. P. 55–63. doi: 10.1515/ijamh-2013-0007
9. Morgan S.L. Richer and taller: stature and living standards in China, 1979–1995 // *Chin J*. 2000. Vol. 44. P. 1–39. doi: 10.2307/2667475
10. Козлов А.И., Вершубская Г.Г., Лисицын Д.В. и др. Пермские и волжские финны: Медицинская антропология в экологической перспективе. Пермь : ПГПУ, 2009.
11. Katzmarzyk P.T., Leonard W.R. Climatic influences on human body size and proportions: ecological adaptations and secular trends // *Am J Phys Anthropol*. 1998. Vol. 106, N 4. P. 483–503. doi: 10.1002/(SICI)1096-8644(199808)106:4<483::AID-AJPA4>3.0.CO;2-K
12. Юрьев В.В., Симаходский А.С., Воронович Н.Н., Хомич М.М. Рост и развитие ребенка. Санкт-Петербург : Питер, 2007.
13. WMA. World medical association declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects // *JAMA*. 2013. Vol. 310, N 20. P. 2191–2194. doi: 10.1001/jama.2013.281053
14. Боровиков В.П. Статистика. Искусство анализа данных на компьютере. Санкт-Петербург : Питер, 2003.
15. Антропозология Северо-Восточной Азии: Чукотка, Камчатка, Командорские острова / под ред. Т.И. Алексеева, А.П. Бужилова, М.Б. Медникова, М.В. Добровольская. Москва : ТАУС, 2008.
16. Соколов А.Я., Гречкина Л.И., Суханова И.В. Соматофизиологические характеристики физического развития юношей-аборигенов северо-востока России // *Экология человека*. 2007. № 2. С. 16–18.
17. Robergs R.A., Roberts S.O. Exercise physiology: exercise, performance, and clinical application. St. Louis : Mosby, 1997.
18. Щедрина А.Г. Онтогенез и теория здоровья: Методологические аспекты. Новосибирск : Наука : Сиб. отд-ние, 2003.

REFERENCES

1. Alekseeva T.I. *Geograficheskaya sreda i biologiya cheloveka*. Moscow: Mysl; 1977. (In Russ).
2. Eaton DK., Kann L., Kinchen S., et al. Youth risk behavior surveillance — United States 2011. *MMWR Surveill Summ*. 2012;61(4):1–162.
3. Zheng W, Suzuki K, Yokomichi H, et al. Multilevel longitudinal analysis of sex differences in height gain and growth rate changes in Japanese school-aged children. *J Epidemiol*. 2013;23(4):275–279. doi: 10.2188/jea.je20120164
4. Agadzhanian NA, Zhvavy NF, Ananov VN. *Adaptatsiya cheloveka k usloviyam Kraynego Severa: ekologo-fiziologicheskie mekhanizmy*. Moscow: KRUK; 1998. (In Russ).
5. Ayatollahi SM, Pourahmad S, Shayan Z. Trend in physical growth among children in southern Iran, 1988–2003. *Ann Hum Biol*. 2006;33(4):510–514. doi: 10.1080/03014460600838704
6. Gyenis G, Joubert K. Socioeconomic determinants of anthropometric trends among Hungarian youth. *Econ Hum Biol*. 2004;2(2):321–323. doi: 10.1016/j.ehb.2004.03.001

7. Komlos J, Lauderdale BE. The mysterious trend in American heights in the 20th century. *Ann Hum Biol.* 2007;34(2):206–215. doi: 10.1080/03014460601116803
8. Leitaó RB, Rodrigues LP, Neves L, Carvalho GS. Development of adiposity, obesity and age at menarche: an 8-year follow-up study in Portuguese schoolgirls. *Int J Adolesc Med Health.* 2013;25(1):55–63. doi: 10.1515/ijamh-2013-0007
9. Morgan SL. Richer and taller: stature and living standards in China, 1979–1995 *Chin J.* 2000;44:1–39. doi: 10.2307/2667475
10. Kozlov AI, Vershubskaya GG, Lisitsyn DV, et al. *Permian and Volga Finns: medical anthropology in ecological perspective.* Perm: PGPU; 2009. (In Russ).
11. Katzmarzyk PT, Leonard WR. Climatic influences on human body size and proportions: ecological adaptations and secular trends. *Am J Phys Anthropol.* 1998;106(4):483–503. doi: 10.1002/(SICI)1096-8644(199808)106:4<483::AID-AJPA4>3.0.CO;2-K
12. Yurev VV, Simakhodskiy AS, Voronovich NN, Khomich MM. *Rost i razvitie rebenka.* Saint Petersburg: Piter; 2007. (In Russ).
13. WMA. World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects *JAMA.* 2013;310(20):2191–2194. doi: 10.1001/jama.2013.281053
14. Borovikov VP. *Statistica. The Art of Analyzing Data on a Computer: For Professionals.* Saint Petersburg: Piter; 2003. (In Russ).
15. Alekseeva TI, Buzhilova AP, Mednikova MB, Dobrovolskaya MV, editors. *Antropoekologiya Severo-Vostochnoy Azii: Chukotka, Kamchatka, Komandorskie ostrova.* Moscow: TAUS, 2008. (In Russ).
16. Sokolov AYA, Grechkina LI, Sukhanova IV. Somatophysiological parameters physical development in aboriginal young men of the north-east of Russia. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology).* 2007;(2):16–18. (In Russ).
17. Robergs RA, Roberts SO. *Exercise physiology: Exercise, performance, and clinical application.* St. Louis: Mosby; 1997.
18. Shchedrina AG. *Ontogenez i teoriya zdorovya: Metodologicheskie aspekty.* Novosibirsk: Nauka: Sib. otd-nie; 2003. (In Russ).

ОБ АВТОРЕ

Аверьянова Инесса Владиславовна, д.б.н., ведущий научный сотрудник;
адрес: Россия, 685000, Магадан, просп. Карла Маркса, д. 24;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4511-6782>;
eLibrary SPIN: 9402-0363; e-mail: Inessa1382@mail.ru

AUTHORS' INFO

Inessa V. Averyanova, Dr. Sci. (Biol.), Leading Research Associate;
address: 24 Karla Marksa avenue, 685000 Magadan, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4511-6782>;
eLibrary SPIN: 9402-0363;
e-mail: Inessa1382@mail.ru



Онлайн курсы

1. Публикации в международных научных журналах, интеллектуальное право.
20 академических часов. Удостоверение гос. образца о повышении квалификации + Сертификат участника.
2. Публикации в международных научных журналах.
16 академических часов. Сертификат участника.
3. Основы академического письма (на английском языке).
10 академических часов. Сертификат участника.
4. Школа научного редактора, интеллектуальное право.
20 академических часов. Удостоверение гос. образца о повышении квалификации + Сертификат участника.
5. Школа научного редактора.
16 академических часов. Сертификат участника.
6. Статистика в научной публикации.
16 академических часов. Сертификат участника.
7. Запуск и ведение соцсетей для ученого, журнала или научной организации.
8 академических часов. Сертификат участника.
8. Объясняя свою работу: научные коммуникации, презентация, постер.
5 академических часов. Сертификат участника.
9. Искусство публичных выступлений для ученого.
3 академических часа. Сертификат участника.

+7(495) 308-83-89 school@ecovector-academy.com
school.ecovector-academy.com



АКАДЕМИЯ
«Эко-Вектор»

Курсы

Вебинары

Конференции

Для молодых
и опытных
ученых



DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.111873>

Особенности количественного содержания костного компонента у женщин различных возрастных групп и конституциональных типов

К.Ш. Сакибаев¹, Д.Б. Никитюк^{2,3}, С.В. Клочкова⁴, Н.Т. Алексеева⁵, Н.М. Ташматова¹,
А.А. Алимбекова¹, У. Манас кызы¹, К. Асанбек кызы¹

¹ Ошский государственный университет, Ош, Киргизская Республика;

² Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, Москва, Российская Федерация;

³ Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация;

⁴ Российский университет дружбы народов, Москва, Российская Федерация;

⁵ Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко, Воронеж, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Компонентный состав тела, включающий и костный компонент, динамичен. Получение объективной информации о составе тела позволяет решить многие прикладные и теоретические задачи в области персонализированной медицины.

Цель — изучение количественных параметров костного компонента тела у женщин различных возрастных групп с учётом типов телосложения.

Материал и методы. Изучен физический статус 580 женщин-киргизок трёх возрастных групп: юношеского периода (16–20 лет) — 210 девушек; I периода зрелого возраста (21–35 лет) — 186 женщин; II периода зрелого возраста (36–55 лет) — 184 женщины. Соматотипирование, с информированного согласия пациенток, проводили по схеме Галанта–Никитюка–Чтецова (И.Б. Галант, 1927 год; В.П. Чтецов, 1979 год; Б.А. Никитюк, 1983 год). Содержание костного компонента определяли по J. Matiegka (1921).

Результаты. В лептосомный соматотип вошли 20%, в мезосомный — 32%, в мегалосомный — 33%, в неопределённый — 15% изученных женщин. Абсолютное содержание костного компонента у девушек по сравнению с показателями лептосомного соматотипа почти не меняется в мезосомном соматотипе, увеличивается в мегалосомном в 1,2 раза ($p < 0,05$), в неопределённом — в 1,1 раза ($p < 0,05$). Процентное содержание костного компонента тела у девушек по сравнению с таковым в лептосомном соматотипе меньше в мезосомном соматотипе в 1,2 раза ($p < 0,05$), в мегалосомном — в 1,3 раза ($p < 0,05$), в неопределённом — в 1,5 раза ($p < 0,05$). У женщин I периода зрелого возраста лептосомного соматотипа (по сравнению с мезосомным, мегалосомным и неопределённым соматотипом) процентное содержание меньше в 1,4 раза ($p < 0,05$). У женщин II периода зрелого возраста лептосомного соматотипа данный параметр меньше по сравнению с мезосомным в 1,4 раза ($p < 0,05$), с мегалосомным — в 1,5 раза ($p < 0,05$), с неопределённым — в 1,6 раза ($p < 0,05$).

Заключение. Абсолютная масса костного компонента тела имеет минимальные значения у девушек и женщин зрелого возраста лептосомного соматотипа (6,0–7,1 кг), максимальные — мегалосомного соматотипа (6,6–9,2 кг). Что касается женщин II периода зрелого возраста, по сравнению с девушками его процентное содержание у представительниц всех соматотипов уменьшается в 1,1–1,2 раза.

Ключевые слова: соматотипирование; телосложение; состав тела; костный компонент; девушки; женщины.

Как цитировать:

Сакибаев К.Ш., Никитюк Д.Б., Клочкова С.В., Алексеева Н.Т., Ташматова Н.М., Алимбекова А.А., Манас кызы У., Асанбек кызы К. Особенности количественного содержания костного компонента у женщин различных возрастных групп и конституциональных типов // Морфология. 2022. Т. 160, №1. С. 29–35. DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.111873>

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.111873>

Features of quantitative content of bone component in women of different age and constitution

Kyyalbek Sh. Sakibaev¹, Dmitriy B. Nikityuk^{2, 3}, Svetlana V. Klochkova⁴, Nataliya T. Alekseeva⁵, Nazgul M. Tashmatova¹, Ayperi A. Alimbekova¹, Uulkan Manas kzy¹, Kanymgul Asanbek kzy¹

¹ Osh State University, Osh, Kyrgyz Republic;

² Federal Research Center of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russian Federation;

³ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation;

⁴ Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation;

⁵ Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Body component composition, including bone components, is dynamic. Obtaining objective information on body composition will allow solving a significant number of applied and theoretical problems in the field of personalized medicine.

AIM: To study the quantitative parameters of the bone component of the body in women of different age groups while taking body types into account.

MATERIAL AND METHODS: The physical status of 580 female Kyrgyz women was studied. The women were allocated into three age groups: the youth period (16–20 years) with 210 girls, the first period of adulthood (21–35 years) with 186 women, and the second period of adulthood (36–55 years) with 184 women. Somatotyping was carried out in accordance with the scheme of Galant–Nikityuk–Chtetsov (I.B. Galant, 1927; V.P. Chtetsov, 1979; B.A. Nikityuk, 1983) with informed consent. Bone component content was determined by using the method of J. Matiegka (1921).

RESULTS: A total of 20, 32, 33, and 15% of the women were of the leptosomal, mesosomal, megalosomal, and indefinite somatotypes. Compared with the absolute content of the bone component in girls with the leptosomal somatotype, that of girls with the mesosomal somatotype almost did not change, that of girls with the megalosomal somatotype had increased by 1.2 times ($p < 0.05$), and that of girls with the indefinite somatotype had increased by 1.1 times ($p < 0.05$). The percentage of the bone component of the body in girls with the leptosomal somatotype was lower by 1.2, 1.3, and 1.5 times (all $p < 0.05$) than that in girls with the mesosomal, megalosomal, and indefinite somatotypes, respectively. In women in the first period of adulthood, the percentage of leptosomal somatotypes was 1.4 times lower than that of the mesosomal, megalosomal and indeterminate somatotypes (all $p < 0.05$), respectively. In women in the second period of adulthood, the percentage of leptosomal somatotypes was 1.4, 1.5, and 1.6 times lower than that of the mesosomal, megalosomal, and indefinite somatotypes (all $p < 0.05$), respectively.

CONCLUSION: The absolute mass of the bone component of the body had minimal values in girls and women of mature age of leptosomal somatotypes (6.0–7.1 kg) and maximum values in megalosomal somatotypes (6.6–9.2 kg). In women of the second period of adulthood, in comparison with girls, its percentage in representatives of all somatotypes decreases (by 1.1–1.2 times).

Keywords: somatotyping; physique; body composition; bone component; girls; women.

To cite this article:

Sakibaev KSh, Nikityuk DB, Klochkova SV, Alekseeva NT, Tashmatova NM, Alimbekova AA, Manas kzy U, Asanbek kzy K. Features of quantitative content of bone component in women of different age and constitution. *Morphology*. 2022;160(1):29–35. DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.111873>

ВВЕДЕНИЕ

Изучение специфики соматотипологических характеристик различных этнических групп с позиций современной конституциологии представляется важнейшей медико-социальной проблемой. Один из фундаментальных разделов морфологии человека, выделенный относительно недавно, — изучение состава тела [1–3]. Актуальность данной тематики объясняется существованием значительного числа прикладных и теоретических проблем, решение которых не может быть достаточным без объективной информации о составе тела [4, 5]. К подобной проблематике, в частности, можно отнести вопросы оценки физического и пищевого статусов, адаптации к многочисленным факторам внешней среды, условиям спортивной и профессиональной деятельности, а также работы в разных условиях гравитации, инсоляции, гипоксии и др. [6–8]. Традиционные анатомо-антропометрические подходы дополняются эффективными высокотехнологичными методами исследования (биоимпедансометрия и пр.), что расширяет возможности объективной оценки физического и пищевого статусов пациента. Наиболее значимой оценка компонентного состава тела может быть признана в диагностике и лечении алиментарного ожирения и остеопороза [9, 10]. Компонентный состав тела, включая, естественно, и костный компонент тела (ККТ), динамичен — меняется с возрастом и типом телосложения. Оценке этих изменений и посвящена данная работа.

Цель — изучение количественных данных об абсолютных и относительных показателях костного компонента тела и их динамики у женщин юношеского и зрелого возраста в связи с особенностями телосложения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Методом комплексной антропометрии Б.А. Никитюк (1983) и В.П. Чтецова (1979) [11] изучен физический статус и другие показатели 580 девушек и женщин зрелого возраста, этнических киргизок, проживающих в г. Оше и его окрестностях (Киргизская Республика). Сформированы три возрастные группы:

- юношеский период (16–20 лет) — 210 девушек;
- I период зрелого возраста (21–35 лет) — 186 женщин;
- II период зрелого возраста (36–55 лет) — 184 женщины.

В выборку не включали случаи с заболеваниями, которые могут оказывать влияние на формирование физического статуса (остеопороз, алиментарное ожирение, дегенеративно-дистрофические заболевания и др.). Соматотипирование проводили по схеме Галанта–Никитюка–Чтецова [12]. Содержание ККТ определяли по J. Matiegka [13].

Статистический анализ

Статистическая обработка данных: вычисление среднеарифметических показателей, их ошибок, индивидуальных минимума и максимума каждого показателя (амплитуда вариационного ряда). Значимость различий определяли с применением t-критерия Стьюдента, различия между среднегрупповыми показателями считали значимыми при $p < 0,05$.

Этическая экспертиза

Данная работа одобрена решением локального этического комитета Института медицинских проблем Южного отделения Национальной академии наук Киргизской Республики (протокол № 4 от 12.10.2016). Все обследованные подписали информированное согласие на участие в антропометрических исследованиях.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Среди исследованных женщин представительницы лептосомного соматотипа отмечены в 20% случаев, мезосомного — в 32%, мегалосомного — в 33%, неопределённого — в 15% случаев.

Содержание ККТ в значительной степени зависит от конституциональной принадлежности (табл. 1).

Абсолютное содержание костного компонента у девушек по сравнению с показателями лептосомного соматотипа почти не меняется в мезосомном соматотипе, увеличивается в мегалосомном в 1,2 раза ($p < 0,05$), в неопределённом — в 1,1 раза ($p < 0,05$).

Процентное содержание ККТ у девушек по сравнению с таковым в лептосомном соматотипе меньше в мезосомном в 1,2 раза ($p < 0,05$), в мегалосомном — в 1,3 раза ($p < 0,05$), в неопределённом — в 1,5 раза ($p < 0,05$). У женщин I периода зрелого возраста лептосомного соматотипа по сравнению с представительницами мезосомного, мегалосомного и неопределённого соматотипов этот показатель меньше в 1,4 раза ($p < 0,05$). У женщин II периода зрелого возраста лептосомного соматотипа данный параметр меньше по сравнению с представительницами мезосомного соматотипа в 1,4 раза ($p < 0,05$), мегалосомного — в 1,5 раза ($p < 0,05$), неопределённого — в 1,6 раза ($p < 0,05$).

Индивидуальные минимум и максимум абсолютного содержания ККТ у женщин лептосомного соматотипа меньше, а процентного содержания — больше, чем у участниц других соматотипов.

Анализ возрастных особенностей абсолютного и относительного содержания ККТ выявил, что у женщин по сравнению с девушками:

- при лептосомном соматотипе абсолютное количество ККТ в I периоде зрелого возраста не изменяется, во II периоде — снижается в 1,2 раза ($p < 0,05$); процентное содержание ККТ в I периоде зре-

Таблица 1. Среднее содержание костного компонента тела у девушек, женщин I и II периодов зрелого возраста киргизской популяции разных конституциональных типов

Table 1. Average content of the bone component of the body in girls and women in periods I and II of adulthood periods in the Kyrgyz population with different constitutional types

Костный компонент / Bone component	Возрастная группа / Age group	Тип телосложения / Somatotype			
		Лептосомный / leptosomatic	Мезосомный / mesosomatic	Мегалосомный / megalosomatic	Неопределённый / indeterminate
Абсолютное содержание, кг / absolute content, kg:	ЮВ / YA	7,5±0,1 5,1–8,2	7,6±0,1 5,4–9,2	8,8±0,1* 6,3–10,3	8,1±0,2* 6,0–10,0
среднее /average	Iз / Ia	7,3±0,1 5,1–8,3	7,5±0,1 5,2–9,6	8,7±0,1 6,1–10,1	8,1±0,2 5,8–9,1
минимальное–максимальное / minimum–maximum	IIз / IIa	6,3±0,1 5,1–8,0	7,1±0,1 5,1–8,2	7,3±0,1 5,9–9,1	6,5±0,1 5,3–9,0
Относительное содержание / relative content, %:	ЮВ / YA	16,5±0,1 15,1–19,2	13,5±0,1* 10,1–17,0	12,5±0,2* 9,8–17,0	11,0±0,3* 7,2–14,7
среднее /average	Iз / Ia	15,8±0,1 13,0–18,3	11,0±0,1* 8,0–16,0	11,3±0,1* 9,1–16,0	11,0±0,2* 8,0–13,2
минимальное–максимальное / minimum–maximum	IIз / IIa	13,2±0,1 10,1–15,2	9,3±0,1* 7,4–13,6	8,5±0,1* 6,1–14,3	7,5±0,3* 6,1–12,2

Примечание: возрастные группы: ЮВ — юношеский возраст (16–20 лет) — 210 девушек; Из — I период зрелого возраста (21–35 лет) — 186 женщин; IIз — II период зрелого возраста (36–55 лет) — 184 женщины. * $p < 0,05$, различия статистически значимы по сравнению с группой лептосомной конституции.

Note: age groups: YA — young adult (16–20 years), 210 girls; Ia — period I of adulthood (21–35 years), 186 women; IIa — period II of adulthood (36–55 years), 184 women. * $p < 0.05$, significantly different from the leptosomatic constitution group.

лого возраста снижается в 1,1 раза ($p < 0,05$), во II периоде — в 1,3 раза ($p < 0,05$);

- при мезосомном соматотипе абсолютное значение ККТ в I периоде зрелого возраста не уменьшается, во II периоде — уменьшается в 1,1 раза ($p < 0,05$); процентное содержание ККТ в I периоде зрелого возраста снижается в 1,2 раза ($p < 0,05$), во II периоде — в 1,4 раза ($p < 0,05$);
- при мегалосомном соматотипе абсолютное значение ККТ в I периоде зрелого возраста не уменьшается, а во II периоде — снижается в 1,2 раза ($p < 0,05$); процентное содержание ККТ в I периоде зрелого возраста снижается в 1,1 раза ($p < 0,05$), во II периоде — в 1,4 раза ($p < 0,05$);
- при неопределённом соматотипе абсолютное содержание ККТ у женщин в I периоде зрелого возраста не уменьшается, во II периоде — снижается в 1,2 раза ($p < 0,05$); относительное содержание ККТ в I периоде зрелого возраста не снижается, во II периоде — снижается в 1,3 раза ($p < 0,05$).

Персональные минимум и максимум абсолютного содержания ККТ у женщин II периода зрелого возраста разных соматотипов в основном меньше, чем у девушек и женщин I периода зрелого возраста.

ОБСУЖДЕНИЕ

Соматотипологические особенности телосложения были доказаны ранее при исследовании разных популяций [1, 12], но никогда не были изучены и не подтверждались статистически у мужчин и женщин киргизской популяции. Впервые такие исследования проведены Н.Т. Алексеевой и соавт. (2020) [10]. В настоящем исследовании впервые на киргизской популяции мы провели сопоставление конституционального распределения по принятым в современной антропологии схемам [6, 11]. Так, результаты изучения киргизской популяции показали, что среди женщин юношеского и зрелого возраста доминирует мезосомный (31–33%) и мегалосомный (30–38%) соматотипы, доля лептосомного (15–25%) и неопределённого (12–16%) — существенно ниже. Близкие данные получены при проведении соматотипологического анализа женщин славянского этноса зрелого и пожилого возрастов [1].

Результаты соматотипологического анализа показали, что при переходе от юношеского к I периоду и далее к II периоду зрелого возраста кардинальных изменений конституции у женщин не наблюдается, что соответствует позиции ряда исследователей, утверждающих, что резкой смены конституции в постнатальном онтогенезе не происходит и все возможные изменения носят

модификационный характер [11]. Вероятно, некоторые разногласия с нашими данными могут быть обусловлены регионарной спецификой конституционального разнообразия популяции, а также возрастными модификациями соматотипологического статуса, поскольку авторы изучали преимущественно физический статус у девушек [1, 9, 12].

Впервые расчётным методом мы выявили, что в киргизской популяции абсолютная выраженность ККТ имеет минимальные значения у девушек и женщин зрелого возраста лептосомного соматотипа, максимальное — у женщин мегалосомного соматотипа. У женщин всех соматотипов II периода зрелого возраста, по сравнению с девушками, значение абсолютной массы ККТ уменьшается в 1,1–1,2 раза. Максимальное содержание костной массы у женщин всех соматотипов приходится на период 21–25 лет. Возрастная деминерализация скелета, очевидно, связана и с остеопорозом, и с инволюцией скелетной мускулатуры, поскольку уменьшение давления мышц на поверхность кости может приводить к снижению обменных процессов [11]. У представительниц астенического соматотипа абсолютное содержание ККТ составляет в среднем 8,32 кг, стенопластического соматотипа — 7,42 кг, что близко к полученным нами данным [1, 9].

Снижение с возрастом абсолютного и процентного содержания ККТ, очевидно, свидетельствует о проходящих инволютивных изменениях скелета, что происходит уже в зрелом возрасте у представительниц всех конституциональных групп.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлены возрастная динамика и взаимосвязь между абсолютным и процентным содержанием костного компонента тела и типом телосложения женщин киргизской популяции. Абсолютная выраженность костного компонента тела имеет минимальные значения у девушек и женщин зрелого возраста лептосомного типа телосложения, максимальное — при мегалосомном типе телосложения. У женщин II периода зрелого возраста,

по сравнению с девушками, значение этого показателя для представительниц всех соматотипов уменьшается в 1,1–1,2 раза.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Подготовка и публикация настоящей статьи проведены без спонсорской поддержки.

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

Вклад авторов: К.Ш. Сакибаев, Д.Б. Никитюк, С.В. Ключкова, Н.Т. Алексеева — концепция и дизайн исследования; К.Ш. Сакибаев, Н.М. Ташматова, А.А. Алимбекова, У. Манас кызы, К. Асанбек кызы — сбор и обработка материала; К.Ш. Сакибаев, Д.Б. Никитюк — статистическая обработка данных; Д.Б. Никитюк, С.В. Ключкова, Н.Т. Алексеева — анализ и интерпретация данных; К.Ш. Сакибаев, Н.М. Ташматова, А.А. Алимбекова, У. Манас кызы, К. Асанбек кызы — написание текста. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

ADDITIONAL INFO

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

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

Authors contribution: K.Sh. Sakibaev, D.B. Nikityuk, S.V. Klochkova, N.T. Alekseeva created the concept and design of the study; K.Sh. Sakibaev, N.M. Tashmatova, A.A. Alimbekova, U. Manas kyzy, K. Asanbek kyzy collected and processed the material; K.Sh. Sakibaev, D.B. Nikityuk performed data statistical processing; D.B. Nikityuk, S.V. Klochkova, N.T. Alekseeva performed data analysis and interpretation; K.Sh. Sakibaev, N.M. Tashmatova, A.A. Alimbekova, U. Manas kyzy, K. Asanbek kyzy wrote the text. All authors confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Старчик Д.А., Никитюк Д.Б., Рожкова Е.А. Биоимпедансный анализ содержания мышечного компонента сомы у женщин зрелого и пожилого возрастов разных конституциональных групп и соматотипов // Журнал анатомии и гистопатологии. 2016. Т. 5, № 2. С. 52–55. doi: 10.18499/2225-7357-2016-5-2-52-55
2. Garza C. Fetal, neonatal, infant, and child international growth standards: an unprecedented opportunity for an integrated approach to assess growth and development // Adv Nutr. 2015. Vol. 6, N 4. P. 383–390. doi: 10.3945/an.114.008128
3. Rao W., Su Y., Yang G., et al. Cross-sectional associations between Body Mass Index and hyperlipidemia among adults in Northeastern China // Int J Environ Res Public Health. 2016. Vol. 13, No. 5. P. 516–524. doi: 10.3390/ijerph13050516
4. Pereira D., Severo M., Ramos E., et al. Potential role of age, sex, body mass index and pain to identify patients with knee osteoarthritis // Int J Rheum Dis. 2017. Vol. 20, N 2. P. 190–198. doi: 10.1111/1756-185X.12611
5. Završnik J., Pišot R., Šimunič B., et al. Biomechanical characteristics of skeletal muscles and associations between running speed and contraction time in 8- to 13-year-old children // J Int Med Res. 2017. Vol. 45, N 1. P. 231–245. doi: 10.1177/0300060516687212
6. Тутельян В.А., Разумов А.Н., Ключкова С.В., и др. Особенности макроантропометрических показателей у женщин разных соматотипов // Морфологические ведомости. 2017. Т. 25, № 1. С. 20–22. doi: 10.20340/mv-mn.2017.25(1):20-22

7. Johnson W., Chumlea W.C., Czerwinski S.A., Demerath E.W. Secular trends in the fat and fat-free components of body mass index in children aged 8–18 years born 1958–1995 // *Ann Hum Biol.* 2013. Vol. 40, N 1. P. 107–110. doi: 10.3109/03014460.2012.720710
8. Park H.W., Kim K.H., Song I.G., et al. Body mass index, carotid plaque, and clinical outcomes in patients with coronary artery disease // *Coron Artery Dis.* 2017. Vol. 28, N 4. P. 278–286. doi: 10.1097/MCA.0000000000000467
9. Николенько В.Н., Никитюк Д.Б., Ключкова С.В. Соматическая конституция и клиническая медицина. Москва : Практическая медицина, 2017.

10. Алексеева Н.Т., Никитюк Д.Б., Сакибаев К.Ш., Ташматова Н.М. Соматотипологические особенности у юношей киргизской популяции // *Морфология.* 2020. Т. 157, № 2–3. С. 13–14. doi: <https://doi.org/10.17816/morph.101898>
11. *Морфология человека* / под ред. Б.А. Никитюка, В.П. Чтецова. Москва : Изд-во МГУ, 1983.
12. Пашкова И.Г., Гайворонский И.В. Морфофункциональные корреляции между минеральной плотностью костной ткани и компонентным составом тела у женщин Республики Карелия // *Вестник Российской военно-медицинской академии.* 2014. Т. 2, № 46. С. 88–92.
13. Matiegka J. The testing of physical efficiency // *Am J Phys Anthropol.* 1921;4(3):223–230.

REFERENCES

1. Starchik DA, Nikityuk DB, Rozhkova EA. Bioelectrical impedance analysis of the muscular component of soma in mature and elderly women of different constitutional groups and somatotypes. *Journal of Anatomy and Histopathology.* 2016;5(2):52–55. (In Russ). doi: 10.18499/2225-7357-2016-5-2-52-5
2. Garza C. Fetal, neonatal, infant, and child international growth standards: an unprecedented opportunity for an integrated approach to assess growth and development. *Adv Nutr.* 2015;6(4):383–390. doi: 10.3945/an.114.008128
3. Rao W, Su Y, Yang G, et al. Cross-sectional associations between Body Mass Index and hyperlipidemia among adults in North-eastern China. *Int J Environ Res Public Health.* 2016;13(5):516–524. doi: 10.3390/ijerph13050516
4. Pereira D, Severo M, Ramos E, et al. Potential role of age, sex, body mass index and pain to identify patients with knee osteoarthritis. *Int J Rheum Dis.* 2017;20(2):190–198. doi: 10.1111/1756-185X.12611
5. Završnik J, Pišot R, Šimunič B, et al. Biomechanical characteristics of skeletal muscles and associations between running speed and contraction time in 8- to 13-year-old children. *J Int Med Res.* 2017;45(1):231–245. doi: 10.1177/0300060516687212
6. Tutelyan VA, Razumov AN, Klochkova SV, et al. Features of macro-anthropometric parameters in women of different so-

- matotypes. *Morphological newsletter.* 2017;1(25):20–22. (In Russ). doi: 10.20340/mv-mn.2017.25(1):20–22
7. Johnson W., Chumlea WC, Czerwinski SA, Demerath EW. Secular trends in the fat and fat-free components of body mass index in children aged 8–18 years born 1958–1995. *Ann Hum Biol.* 2013;40(1):107–110. doi: 10.3109/03014460.2012.720710
8. Park HW, Kim KH, Song IG, et al. Body mass index, carotid plaque, and clinical outcomes in patients with coronary artery disease. *Coron Artery Dis.* 2017;28(4):278–286. doi: 10.1097/MCA.0000000000000467
9. Nikolenko VN, Nikityuk DB, Klochkova SV. *Somatic constitution and clinical medicine.* Moscow: Prakticheskaya meditsina; 2017. (In Russ).
10. Alekseeva NT, Nikityuk DB, Sakibaev KSh, Tashmatova NM. Somatotypological characteristics of young men of the kyrgyz population. *Morphology.* 2020;157(2–3):13–14. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.17816/morph.101898>
11. Nikityuk BA, Chetsov VP, editors. *The Morphology of human.* Moscow: Izd-vo MGU, 1983. (In Russ).
12. Pashkov IG, Gayvoronskiy IV. Morphofunctional correlation between mineral density of bone tissue and body component composition at women from Republic of Karelia. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy.* 2014;2(46):88–92. (In Russ).
13. Matiegka J. The testing of physical efficiency. *Am J Phys Anthropol.* 1921;4(3):223–230.

ОБ АВТОРАХ

* **Сакибаев Кыялбек Шерикбаевич**, к.м.н., доцент;
адрес: Киргизская Республика, 723500, Ош, ул. Ленина, д. 331;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7303-1252>;
eLibrary SPIN: 9954-6353;
e-mail: 2sksh@rambler.ru

Никитюк Дмитрий Борисович, академик РАН, д.м.н., профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4968-4517>;
eLibrary SPIN: 1236-8210;
e-mail: dimitrynik@mail.ru

Ключкова Светлана Валерьевна, д.м.н., профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2041-7607>;
eLibrary SPIN: 1528-6250;
e-mail: swetlana.chava@yandex.ru

Алексеева Наталия Тимофеевна, д.м.н., профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1510-8543>;
eLibrary SPIN: 4846-3772; e-mail: alexeevant@list.ru

AUTHORS' INFO

* **Kyyalbek Sh. Sakibaev**, MD, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor;
address: 331 Lenin street, 714000 Osh, Kyrgyz Republic;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7303-1252>;
eLibrary SPIN: 9954-6353;
e-mail: 2sksh@rambler.ru

Dmitriy B. Nikityuk, Academician of the Russian Academy of Sciences, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4968-4517>;
eLibrary SPIN: 1236-8210; e-mail: dimitrynik@mail.ru

Svetlana V. Klochkova, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2041-7607>;
eLibrary SPIN: 1528-6250;
e-mail: swetlana.chava@yandex.ru

Nataliya T. Alekseeva, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1510-8543>;
eLibrary SPIN: 4846-3772; e-mail: alexeevant@list.ru

Ташматова Назгул Маматумаровна, к.б.н., доцент;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3068-1922>;
eLibrary SPIN: 9215-5033;
e-mail: tashnaz@mail.ru

Алимбекова Айпери Алимбековна, соискатель;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6318-1812>;
eLibrary SPIN: 3934-9684;
e-mail: a_a_alimbekova@mail.ru

Манас кызы Уулкан, соискатель;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1441-0532>;
eLibrary SPIN: 6190-5600;
e-mail: uulkan.aidarova@mail.ru

Асанбек кызы Канымгул, соискатель;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4398-6549>;
eLibrary SPIN: 9754-7630;
e-mail: asanovakaku1982@gmail.com

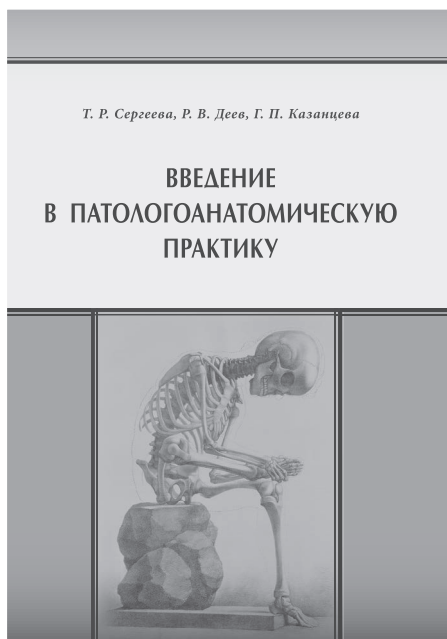
Nazgul M. Tashmatova, Cand. Sci. (Biol.), Associate Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3068-1922>;
eLibrary SPIN: 9215-5033;
e-mail: tashnaz@mail.ru

Ayper A. Alimbekova, candidate;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6318-1812>;
eLibrary SPIN: 3934-9684;
e-mail: a_a_alimbekova@mail.ru

Uulkan Manas kyzy, candidate;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1441-0532>;
eLibrary SPIN: 6190-5600;
e-mail: uulkan.aidarova@mail.ru

Kanymgul Asanbek kyzy, candidate;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4398-6549>;
eLibrary SPIN: 9754-7630;
e-mail: asanovakaku1982@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author



Введение в патологоанатомическую практику (2020)

Т. Р. Сергеева, Р. В. Деев, Г. П. Казанцева

Целью издания является освещение основных клинических задач, поставленных перед патологоанатомической службой в системе государственного здравоохранения, а также алгоритма их решения с использованием современных научных открытий, технических достижений и опыта практической работы, накопленного на предшествовавших исторических этапах развития службы. Порядок проведения прижизненной и посмертной диагностики в лечебно-профилактическом учреждении изложен в пособии в соответствии с действующими на момент написания профильными приказами и рекомендациями.

Рассмотрение отдельных вопросов, касающихся порядка направления тел умерших на аутопсию и патогистологическое исследование биопсийного и операционного материала, важно для оптимизации взаимодействия врачей различных клинических специальностей при назначении и проведении патологоанатомической диагностики. Введение в настоящее пособие раздела, посвященного детской патологоанатомической службе, обусловлено пониманием важности вопросов развития детской патологоанатомической службы и вниманием, уделяемым органами власти, правопорядка и медицинским сообществом детской и материнской смертности.

Пособие предназначено ординаторам, проходящим обучение по программе подготовки кадров высшей квалификации по специальности 31.08.07 «патологическая анатомия», а также студентам старших курсов медицинских вузов.

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.112247>

Гистологические особенности строения воротной вены печени и селезёночной вены при портальной гипертензии

С.В. Минаев¹, Н.В. Гетман¹, А.Н. Григорова¹, С.С. Дыдыкин², О.Б. Сумкина¹, С.И. Тимофеев³¹ Ставропольский государственный медицинский университет, Ставрополь, Российская Федерация;² Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация;³ Дальневосточный государственный медицинский университет, Хабаровск, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. В настоящее время актуальны исследования морфологических и гемодинамических изменений в структуре воротной вены печени и селезёночной вены при различных патологиях, одной из которых является портальная гипертензия.

Цель — гистологическое исследование строения и толщины оболочек воротной вены печени и селезёночной вены у разных возрастных групп в норме и при портальной гипертензии.

Материалы и методы. Секционный материал для исследования получен от 89 человек в возрасте от 7 до 30 лет, погибших от травм, несовместимых с жизнью. В 57 случаях при жизни пациентов в анамнезе отмечена портальная гипертензия, остальные 32 рассматривались в качестве контроля. Клеточные и тканевые компоненты стенок вен изучали на парафиновых срезах, окрашенных гематоксилином–эозином, а также по Ван Гизону (пикриновая кислота и фуксин) с использованием гематоксилина Вейгерта.

Результаты. Установлено, что при портальной гипертензии по сравнению с контролем значительно увеличивалась толщина внутренней и средней оболочек венозных сосудов во всех возрастных группах. Показаны патоморфологические особенности изменений толщины и микроструктуры компонентов стенки воротной вены печени и селезёночной вены в топографически отличающихся участках вен.

Заключение. Гистологическое и морфометрическое исследование стенки воротной вены печени и селезёночной вены в норме и при синдроме портальной гипертензии, а также в различных возрастных категориях выявило не только особенности строения этих вен, но и особенности возрастных патоморфологических изменений в различных их отделах и в каждой из оболочек, что представляет значительный интерес для клинической медицины.

Ключевые слова: воротная вена печени; селезёночная вена; портальная гипертензия; возрастные патоморфологические изменения.

Как цитировать:

Минаев С.В., Гетман Н.В., Григорова А.Н., Дыдыкин С.С., Сумкина О.Б., Тимофеев С.И. Гистологические особенности строения воротной вены печени и селезёночной вены при портальной гипертензии // Морфология. 2022. Т. 160, № 1. С. 37–44. DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.112247>

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.112247>

Histological features of the structure of the portal vein of the liver and splenic vein in portal hypertension

Sergey V. Minaev¹, Natalia V. Getman¹, Alina N. Grigorova¹, Sergey S. Dydykin², Olga B. Sumkina¹, Sergey I. Timofeev³

¹ Stavropol State Medical University, Stavropol, Russian Federation;

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

³ Far-Eastern State Medical University, Khabarovsk, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Studies on the morphological and hemodynamic changes in the structure of the portal vein of the liver and the splenic vein in various pathologies, one of which is portal hypertension, remains relevant.

AIM: To perform a histological study on the structure and thickness of the membranes of the portal vein of the liver and splenic vein in people of different age groups with normal conditions and with portal hypertension.

MATERIALS AND METHODS: Sectional material for the study of the portal vein of the liver and splenic vein was obtained from 89 people aged 7–30 years old who died from injuries incompatible with life. A total of 57 cases had a history of portal hypertension during life, and the remaining 32 cases were considered as controls. The cellular and tissue components of the vein walls were studied in paraffin sections stained with hematoxylin–eosin and Van Gieson's stain (picric acid and fuchsin) using Weigert's hematoxylin.

RESULTS: The thicknesses of the inner and middle membranes of venous vessels significantly increased in all age groups with portal hypertension relative to those in the control. The pathological features of changes in the thickness and microstructure of the components of the portal vein wall of the liver and splenic vein in topographically different parts of the veins were observed.

CONCLUSION: The histological and morphometric examination of the wall of the portal vein of the liver and the splenic vein in normal cases and cases of portal hypertension syndrome in different age periods revealed not only the structural features of the portal vein of the liver and splenic vein, but also the features of age-related pathomorphological changes in the individual parts of the veins and in each of the membranes. Such features are of considerable interest for clinical medicine.

Keywords: portal vein of the liver; splenic vein; portal hypertension; age-related pathological changes.

To cite this article:

Minaev SV, Getman NV, Grigorova AN, Dydykin SS, Sumkina OB, Timofeev SI. Histological features of the structure of the portal vein of the liver and splenic vein in portal hypertension. *Morphology*. 2022;160(1):37–44. DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.112247>

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время вопросом изучения топографии и гемодинамики воротной вены печени (ВВП) и селезёночной вены (СВ) активно занимаются многие авторы [1, 2]. Но до сих пор остаются актуальными исследования морфологических показателей ВВП и СВ при различных патологиях [3], одна из которых — портальная гипертензия (ПГ). Во многом неясными остаются патоморфологические изменения в печёночных венах и СВ, расположенных на разных полюсах портальной системы. Как известно, в основе патогенеза у больных с ПГ, по данным отечественных и зарубежных авторов, лежит препятствие портальному кровотоку с последующим ремоделированием и капилляризацией синусоидов [4, 5]. Данные процессы приводят к дисфункции эндотелия сосудов венозной системы и структуры синусоидальных эндотелиальных клеток [6, 7]. Нормальный кровоток в синусоидных капиллярах печени определяется функциональным состоянием клеточных элементов на разных её уровнях [8, 9]. Наиболее частыми причинами ПГ у детей служат врождённый фиброз печени и аномалии развития ВВП, которые приводят к сужению просвета и обеднению внутripечёночной сосудистой сети [10]. Равным образом эти положения относятся и к системе СВ [11–13]. При этом до сих пор не изучены толщина стенки, диаметр и другие морфометрические показатели данных сосудов в норме и при ПГ.

Цель — гистологическое исследование строения и толщины оболочек воротной вены печени и селезёночной вены в разных возрастных группах в норме и при портальной гипертензии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследованы фрагменты стенки ВВП и СВ в их начальной, средней и конечной части. Секционный материал собран в патологоанатомических отделениях Ставропольской краевой клинической больницы и Городской клинической больницы скорой медицинской помощи города Ставрополя в течение 2006–2016 гг. Фрагменты вен получены от 89 человек в возрасте от 7 до 30 лет, погибших от травм, несовместимых с жизнью. Распределение по возрастным группам: дети от 7 до 12 лет — 18, подростки от 13 до 17 лет — 16, юноши от 18 лет до 21 года — 24, взрослые — 31 человек. Гендерный состав: мужской пол — 58 наблюдений (65,2%), женский пол — 31 (34,8%). При жизни у 57 пациентов в анамнезе отмечена ПГ (основная группа). Остальные 32 случая рассматривались в качестве контроля (в анамнезе исследуемые вены — в состоянии нормы).

Исследованы фрагменты СВ и ВВП в начальном, среднем и конечном отделах. Клеточные и тканевые компоненты стенок вен изучали на парафиновых срезах толщиной 2–4 мкм, окрашенных гематоксилином–эозином, а также по Ван-Гизону (пикриновая кислота и фуксин) с применением гематоксилина Вейгерта. Для получения

изображений препаратов использовали микроскоп производства компании «Микромед» (Россия) и цифровую камеру Lumix DMC-TZ18 (Panasonic, Япония). Толщину стенки венозного сосуда и отдельных её оболочек измеряли на оптических изображениях продольных и поперечных срезов при помощи компьютерной программы «ВидеоТест–Морфология 5.0» («Зенит», Россия). Для анализа количественных данных применяли стандартные методы вариационной статистики. Для всех методов статистической обработки данных уровнем значимости считали $p \leq 0,05$.

Этическая экспертиза

На основании Федерального закона от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» (редакция, действующая с 1 сентября 2022 года) взято информационное согласие родственников умерших на использование секционного материала для научно-исследовательских работ. Данный вид исследования и способ взятия материала одобрены на заседании этического комитета Ставропольского государственного медицинского университета (протокол № 5 от 15.09.2010).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В контрольной группе погибших (без ПГ в анамнезе) во всех исследуемых возрастных категориях наблюдалось увеличение толщины всех изучаемых фрагментов ВВП и СВ.

В основной группе (ПГ в анамнезе) показатели относительной толщины внутренней и средней оболочек начальной части ВВП значимо различаются в изучаемых возрастных категориях ($p \leq 0,05$) (табл. 1). При этом одна и та же оболочка стенки вены имела в различных отделах неравномерную толщину с большим разбросом цифровых данных.

В СВ в норме также наблюдали увеличение толщины всех оболочек в разных возрастных группах. В различных отделах вены при ПГ показатели толщины внутренней оболочки мало отличались друг от друга, но в средней оболочке всегда наблюдалась тенденция к увеличению толщины от начального отдела к конечному (табл. 2). На фоне ПГ отмечаются значительные разрастания соединительной ткани во всех оболочках СВ, а также пертурбация показателей внутренней и средней оболочек.

При гистологическом изучении стенок ВВП у детей 7–12 лет основной группы установлено, что в начальном отделе данной вены оболочки слабо различимы и в значительной степени склерозированы. Мышечные клетки в круговом слое средней оболочки расположены циркулярно (рис. 1).

Сосуды, питающие стенку вены, располагаются в периферийном отделе средней оболочки. Коллагеновые

Таблица 1. Возрастные изменения толщины оболочек воротной вены печени в группах — основной (портальная гипертензия в анамнезе) и контрольной (без портальной гипертензии в анамнезе)

Table 1. Age-related changes in the thickness of the coats of the portal vein of the liver in the main groups (portal hypertension in history) and control (without portal hypertension in history)

Группа / Group	Возрастная категория, лет / Age category, years	Толщина оболочки стенки вены, мкм / Vein wall coat thickness, μm								
		внутренняя оболочка / inner coat			вредная оболочка / middle coat			наружная оболочка / outer coat		
		отдел / segment								
		начальный / starting	средний / middle	конечный / ending	начальный / starting	средний / middle	конечный / ending	начальный / starting	средний / middle	конечный / ending
Контрольная / control	7–12	7,3±0,9	10,2±0,8	8,0±0,9	22,7±4,4	16,5±2,1	21,3±5,0	149,0±25,1	146,7±19,6	156,9±16,7
	13–17	9,5±1,9	13,3±1,8	10,4±1,2	29,7±3,3	21,5±4,3	28,1±5,6	194,3±27,3	191,4±22,4	188,3±23,4
	18–21	11,0±0,8	15,3±3,3	12,9±1,6	34,1±2,7	24,8±4,4	36,8±4,5	223,5±26,2	220,2±12,2	235,4±21,4
	22–30	14,6±3,8	20,4±5,7	15,9±3,2	45,5±7,7	33,0±3,8	43,0±4,5	297,9±28,8	293,5±27,4	313,9±43,3
Основная / main	7–12	22,5±2,0*	26,9±4,1*	18,7±2,2*	38,7±2,0*	38,8±4,2*	32,6±4,8	131,5±28,3	146,2±17,7	154,6±19,5
	13–17	37,5±2,2*	36,7±3,4*	25,5±2,8*	52,8±6,7*	53,0±4,2*	44,5±4,9*	179,2±18,7	199,4±20,2	210,8±12,1
	18–21	41,3±2,7*	40,4±4,7*	28,1±2,5*	58,1±4,1*	58,3±4,7*	49,0±4,2	197,2±12,4	219,4±19,8	231,9±22,9
	22–30	59,0±5,0*	57,7±6,2*	40,1±5,6*	83,0±6,5*	83,2±4,6*	69,9±4,6*	281,7±27,2	313,4±24,1	331,3±21,2

* различия статистически значимы при $p < 0,05$ по сравнению с контрольной группой / Differences are statistically significant at $p < 0.05$ compared with controls.

Таблица 2. Возрастные изменения толщины оболочек селезеночной вены в группах — основной (портальная гипертензия в анамнезе) и контрольной (без портальной гипертензии в анамнезе)

Table 2. Age-related changes in splenic vein coat thickness in the main group (with a history of portal hypertension) and control group (without a history of portal hypertension)

Группа / group	Возрастная категория, лет / Age category, years	Толщина оболочки стенки вены, мкм / Vein wall coat thickness, μm								
		внутренняя оболочка / inner coat			средняя оболочка / middle coat			наружная оболочка / outer coat		
		отдел / segment								
		начальный / starting	средний / middle	конечный / ending	начальный / starting	средний / middle	конечный / ending	начальный / starting	средний / middle	конечный / ending
Контрольная / control	7–12	14,8±1,0	18,9±1,2	10,9±1,0	19,1±2,1	14,7±6,0	17,1±1,2	114,3±27,2	112,0±14,95	129,3±10,6
	13–17	17,6±2,0	24,7±1,4	14,3±2,5	24,9±2,8	19,2±1,7	22,3±3,6	149,1±31,4	146,1±26,7	152,5±14,2
	18–21	20,3±1,9	28,5±2,6	18,4±1,5	28,6±4,8	22,1±2,4	25,6±2,1	171,5±29,8	168,0±15,1	180,4±20,9
	22–30	27,0±4,6	37,9±2,7	21,8±2,4	38,1±3,4	29,4±2,5	34,5±4,3	228,6±25,5	224,9±11,3	240,5±19,7
Основная / main	7–12	12,1±1,2	13,23±1,0*	16,6±2,6*	33,2±3,9*	45,7±4,0*	30,9±2,6*	125,6±12,9	119,9±8,9	123,2±15,6
	13–17	16,5±2,2	18,0±1,6*	22,6±2,0*	45,3±2,2*	63,4±7,8*	42,2±3,1*	171,3±19,2	163,6±18,0	168,0±18,0
	18–21	18,1±1,0	19,9±2,3*	24,9±2,3*	49,8±7,8*	68,6±3,7*	46,4±5,7*	188,4±13,0	179,9±13,7	184,8±11,1
	22–30	25,9±3,2	28,35±4,79	35,5±2,7*	71,2±6,6*	98,0±8,3*	66,2±8,0*	269,2±21,1	257,0±21,7	264,0±21,0

* различия статистически значимы при $p < 0,05$ по сравнению с контрольной группой / Differences are statistically significant at $p < 0.05$ compared with controls.

волокна более выражены в наружной оболочке, где имеют различную толщину и длину. В среднем слое волокна значительно тоньше и рыхлее, обнаруживаются местами и часто окрашены пикринофильно, что свидетельствует об изменении их структуры. Склерозированы и остальные оболочки вены. Эластические волокна увеличены

во всех слоях сосуда. Отмечается гиперэластоз в средней оболочке. Внутренняя эластическая мембрана имеет неравномерную толщину, местами сегментирована и разволокнена. Эластические волокна во всех оболочках вены часто располагались беспорядочно, в средней оболочке заметен их распад и разрыв.

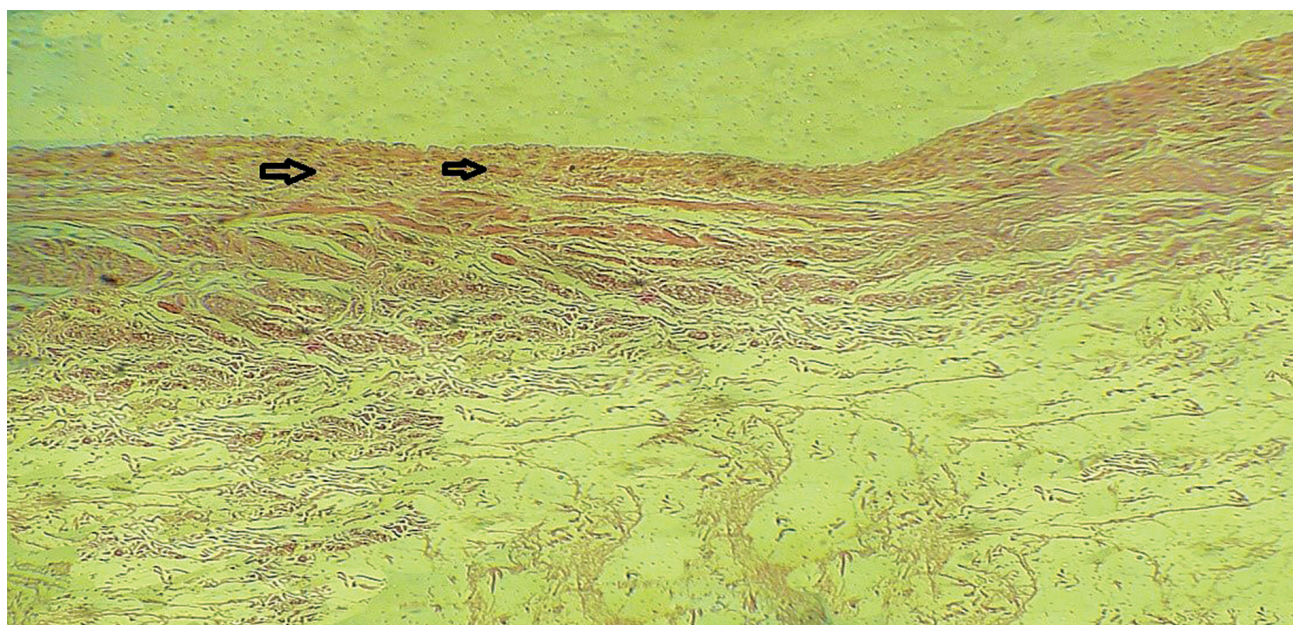


Рис. 1. Мышечные элементы стенки начального отдела воротной вены печени при портальной гипертензии. Возраст погибшего — 11 лет. Окраска по Ван Гизону, $\times 200$.

Fig. 1. Muscular elements of the wall of the initial section of the portal vein of the liver in portal hypertension. The deceased was 11 years old. Van Gieson staining, $\times 200$.

Внутренняя оболочка конечной части вены — без особых изменений, хотя толщина её увеличена по сравнению с нормой и равна $18,7 \pm 2,2$ мкм (в норме — $8,0 \pm 0,9$ мкм). Внутренняя эластическая мембрана — неравномерной толщины, иногда отмечалось её расщепление на две пластинки. Средняя оболочка заметно утолщена за счёт соединительной ткани. В стенках конечной части ВВП коллагеновые волокна — в фазе компенсации, а в средней оболочке они преимущественно тонкие и значительно компактнее, чем в наружной. Аналогичные патоморфологические изменения наблюдались у 5 подростков 13–17 лет и в принципе мало отличались от таковых в детской группе.

У детей 7–12 лет просвет сосуда в начальной части СВ имел неправильную форму. Внутренняя оболочка представляла тонкую прослойку соединительной ткани под эндотелием. Средняя оболочка имела неравномерную толщину, состояла из циркулярно расположенных мышечных клеток. Наружная оболочка оказалась богата коллагеновыми волокнами различной толщины и длины, которые имели сетчатый вид и окрашивались, как правило, пикринофильно. Эластические волокна наружного слоя располагались преимущественно в продольном направлении и были хорошо видны на продольном срезе сосуда. Этих волокон было больше по направлению кнаружи; в отдельных местах наблюдалась их фрагментация.

Для подростков 13–17 лет в начальной части СВ слои сосуда были хорошо различимы и имели типичное

для этого отдела вены строение, но все компоненты стенки сосуда были различной толщины (и это отличие от картины в группе контроля). Коллагеновые волокна видны во всех оболочках сосуда, в интима эти волокна — тонкие и нежные.

При гистологическом изучении препаратов юношей 18–21 года на протяжении ствола ВВП отмечалась сходная патоморфологическая картина изменений всех слоёв сосудистой стенки. Слои сосудов хорошо различимы. Интима неравномерно утолщена за счёт соединительной ткани и часто содержит тонкие пучки мышечных волокон, толщина которых в начальной и средней части вены одинакова ($58,1 \pm 4,1$ и $58,3 \pm 4,7$ мкм соответственно). В конечном отделе вены толщина мышечного слоя составила в среднем $48,95 \pm 4,20$ мкм.

Морфологическое исследование СВ погибших с ПГ данной возрастной группы показало, что в большинстве случаев просвет вены был расширен, а внутренняя и средняя оболочки утолщены за счёт гипертрофии мышечного слоя и гиперплазии эластических волокон.

Независимо от возраста, в условиях нарушенного портального кровообращения во всех наших гистологических исследованиях у погибших в возрастном периоде 22–30 лет отмечалось выраженное в различной степени утолщение оболочек за счёт разрастания в них нежной волокнистой соединительной ткани и увеличения клеток эндотелия. Следует отметить, что значительное утолщение наблюдалось в начальной и средней части СВ по всей окружности ($59,0 \pm 5,0$ и $57,7 \pm 6,2$ мкм соответственно), что не характерно для конечного отдела сосуда, толщина

внутренней оболочки которого составила $40,1 \pm 5,5$ мкм. В гистологической картине СВ наблюдались гипертрофированные эластические волокна, сконцентрированные во внутренней и наружной оболочках сосуда, образующие слой, напоминающий эластические мембраны артерий. Наряду с этим наблюдалось истончение и даже полное исчезновение эластических волокон не только в конечной, но и в остальных участках венозной стенки. Последние при этом выглядели неравномерными и истончёнными, в отдельных случаях — с валякообразными утолщениями. У погибших 22–30 лет, как правило, оболочки сосуда в начальном отделе, по сравнению с предыдущим возрастом (18–21 год), без особых изменений.

ОБСУЖДЕНИЕ

Многие исследователи в своих работах отмечают закономерность изменения скорости портального кровотока при развитии патологического процесса в оболочках вен портальной системы [14–17]. При этом, раскрывая отдельные звенья патогенеза ПГ, авторы акцентируют внимание на изменениях только во внутренней оболочке ВВП и СВ [18]. Гистологические описания строения оболочек вен портальной системы носят больше обобщённый характер — с указанием средних цифр, это отличается от данных, которые непосредственно используют практикующие врачи [19, 20]. В исследовательских работах основные сведения касаются только определения общих толщины стенки и диаметра сосудов на фиксированном материале [21]. В большинстве случаев у ВВП отмечают чёткую границу между её оболочками, что нехарактерно для СВ [22]. Возрастные изменения вен главным образом заключаются в атрофии содержащихся в их стенках мышечных волокон, которые заменяются на соединительную ткань. Количество эластических волокон с возрастом увеличивается, а к старости они образуют грубые пучки. В пожилом возрасте в стенке вен наблюдается более сильное развитие гладких мышечных волокон и некоторое увеличение количества соединительной ткани. Это явление, наряду со значительным развитием соединительной ткани в средней оболочке, обуславливает общее утолщение стенок вен у пожилых [23]. Исследования строения стенки сосудов портальной системы показали, что при нарушении кровообращения во всех оболочках обнаруживалось большое количество сосудов *vasa vasorum* [24, 25]. Если в норме они обнаруживались в пределах наружной и средней оболочек, то при нарушениях портального кровообращения *v. vasorum* выявлялись иногда даже во внутренней оболочке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Гистологическое и морфометрическое исследование стенки воротной вены печени и селезёночной вены в нормальном состоянии и при синдроме портальной гипертензии в различные возрастные периоды выявило особенности не только строения воротной вены печени и селезёночной вены, но и возрастных патоморфологических изменений в каждой из оболочек и в отдельных частях вен, что представляет значительный интерес для клинической медицины.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Подготовка и публикация настоящей статьи проведена без спонсорской поддержки.

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

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: С.В. Минаев — концепция и дизайн исследования, написание текста; Н.В. Гетман — сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, анализ и интерпретация данных, написание текста; А.Н. Григорова — сбор и обработка материала, анализ и интерпретация данных, написание текста; С.С. Дыдыкин — концепция и дизайн исследования; О.Б. Сумкина — сбор и обработка материала; С.И. Тимофеев — сбор и обработка материала, анализ и интерпретация данных.

ADDITIONAL INFO

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

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

Authors contribution. All authors confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication). S.V. Minaev created the concept and design of the study and wrote the text. N.V. Getman collected and processed the material; performed data statistical processing, analysis, and interpretation; and wrote the text. A.N. Grigorova collected and processed the material, analyzed and interpreted the data, and wrote the text. S.S. Dydykin created the study concept and design. O.B. Sumkina collected and processed the material. S.I. Timofeev collected and processed the material and analyzed and interpreted the data.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гарбузенко Д.В. Механизмы адаптации сосудистого русла к гемодинамическим нарушениям при портальной гипертензии // Вестник Российской академии медицинских наук. 2013. Т. 68, № 1. С. 52–57. doi: 10.15690/vramn.v68i1.538
2. Булатова И.А., Щекотова А.П., Третьякова Ю.И. Дисфункция эндотелия при хронических диффузных заболеваниях печени // Казанский медицинский журнал. 2009. Т. 90, № 1. С. 46–48.
3. Волюнец Г.В., Евлюхина Н.Н., Филин А.В., и др. Структура и функция печени и их нарушения при хронических болезнях гепатобилиарной системы у детей // Вестник Российской академии медицинских наук. 2015. Т. 70, № 2. С. 203–213. doi: 10.15690/vramn.v70i2.1314
4. Гетман Н.В. Возрастная гистотопография портальной вены в норме и при портальной гипертензии // Кубанский научный медицинский вестник. 2016. № 3. С. 39–43.
5. Фандеев Е.Е., Любимый Е.Д., Гонсалвэс Г.Д., и др. Внепеченочная портальная гипертензия и тромбоз воротной вены (обзор литературы) // Анналы хирургической гепатологии. 2015. Т. 20, № 1. С. 45–58. doi: 10.16931/1995-5464.2015145-58
6. Белик О.В., Катеренюк И.М., Спинеи Л. Варианты ветвления селезеночной артерии в области ворот органа в возрастном и половом аспектах // Журнал анатомии и гистопатологии. 2015. Т. 4, № 3. С. 26–27. doi: 10.18499/2225-7357-2015-4-3-26-27
7. Анисимов А.Ю. Совершенствование диагностики и хирургического лечения больных портальной гипертензией // Анналы хирургической гепатологии. 2015. Т. 20, № 2. С. 59–65. doi: 10.16931/1995-5464.2015259-65
8. Tsai M.H. Splanchnic and systemic vasodilatation: the patient // J Clin Gastroenterol. 2007. Vol. 41, Suppl. 3. P. 266–271. doi: 10.1097/MCG.0b013e3181576d1a
9. Wen B., Liang J., Deng X., et al. Effect of fluid shear stress on portal vein remodeling in a rat model of portal hypertension // Gastroenterol Res Pract. 2015, N 2015. P. 545018. doi: 10.1155/2015/545018
10. Iwakiri Y. Pathophysiology of portal hypertension // Clin Liver Dis. 2014. Vol. 18, N 2. P. 281–291. doi: 10.1016/j.cld.2013.12.001
11. Абдурахманов Б.А. Рентгеноэндоваскулярная хирургия в коррекции портальной гипертензии у больных циррозом печени // Паллиативная медицина и реабилитация. 2013. № 4. С. 34–39.
12. Kim M.Y., Baik S.K., Lee S.S. Hemodynamic alterations in cirrhosis and portal hypertension // Korean J Hepatol. 2010. Vol. 16, № 4. P. 347–352. doi: 10.3350/kjhep.2010.16.4.347
13. Michiels C., Bouaziz N., Remacle J. Role of the endothelium and blood stasis in the development of varicose veins // Int Angiol. 2002. Vol. 21, № 2, Suppl. 1. P. 18–25.
14. Страхов С.Н., Босин В.Ю., Бондар З.М., Косырева Н.Б. Ангиологическая характеристика патологических изменений воротной вены при внепеченочной портальной гипертензии у детей // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2013. Т. 58, № 1. С. 80–84.
15. Гарбузенко Д.В. Морфофункциональная перестройка печеночного сосудистого русла в патогенезе портальной гипертензии при циррозе печени // Терапевтический архив. 2014. Т. 86, № 2. С. 90–95.
16. Biecker E. Portal hypertension and gastrointestinal bleeding: diagnosis, prevention and management // World J Gastroenterol. 2013. Vol. 19, N 31. P. 5035–5050. doi: 10.3748/wjg.v19.i31.5035
17. Zhang H., Li B. Pathological changes and iNOS expression in portal vein and hepatic artery of patients with liver cirrhosis and portal hypertension // Int J Clin Exp Pathol. 2016. Vol. 9, N 12. P. 12188–12196. Режим доступа: <https://e-century.us/files/ijcep/9/12/ijcep0033987.pdf> Дата обращения: 20.12.2018.
18. Stamm E.R., Meier J.M., Pokharel S.S., et al. Normal main portal vein diameter measured on CT is larger than the widely referenced upper limit of 13 mm // Abdom Radiol (NY). 2016. Vol. 41, N 10. P. 1931–1936. doi: 10.1007/s00261-016-0785-9
19. Somers P., Knaapen M. The histopathology of varicose vein disease // Angiology. 2006. Vol. 57, № 5. P. 546–555. doi: 10.1177/0003319706293115
20. Stein J.H., Tattersall M.C. Carotid intima-media thickness and cardiovascular disease risk prediction // J Am Coll Cardiol. 2014. Vol. 63, N 21. P. 2301–2302. doi: 10.1016/j.jacc.2014.02.528
21. Rodriguez-Diaz E., Baffy G., Singh S.K. Probe-based confocal laser endomicroscopy quantitative morphometric markers associated with portal hypertension in duodenal mucosa // Liver Int. 2016. Vol. 36, N 2. P. 223–231. doi: 10.1111/liv.12906
22. Волюнец Г.В., Евлюхина Н.Н., Филин А.В., и др. Определение степени нарушения структуры печени и выраженности портальной гипертензии у детей // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2015. № 1. С. 28–35.
23. Roussis P.C., Giannakopoulos A.E., Charalambous H.P. Suture line response of end-to-side anastomosis: a stress concentration methodology // Cardiovasc Eng Technol. 2015. Vol. 6, N 1. P. 36–48. doi: 10.1007/s13239-014-0206-6
24. Rosmorduc O. Antiangiogenic therapies in portal hypertension: a breakthrough in hepatology // Gastroenterol Clin Biol. 2010. Vol. 34, N 8–9. P. 446–449. doi: 10.1016/j.gcb.2010.05.007
25. Zeng J., Yang Z., Xu J. Extrahepatic vascular smooth muscle cell apoptosis and apoptosis-related-gene expression in patients with portal hypertension // Chin J Exp Surg. 2003. N 8. P. 749–750.

REFERENCES

1. Garbuzenko DV. The mechanisms of adaptation of the vascular bed to hemodynamic changes in portal hypertension. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2013;68(1):52–57. (In Russ). doi: 10.15690/vramn.v68i1.538
2. Bulatova IA, Shchekotova AP, Tretyakova Yul. Endothelial dysfunction in chronic diffuse liver diseases. *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal*. 2009;90(1):46–48. (In Russ).
3. Volynets GV, Evlyukhina NN, Filin AV, et al. The relationship of the degree of impairment of the structure and function of the liver with its chronic illnesses in children. *Journal of Anatomy and Histopathology*. 2015;70(2):203–213. (In Russ). doi: 10.15690/vramn.v70i2.1314
4. Getman NV. Age-related histo-topography of portal vein is normal individuals and during portal hypertension. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2016;3:39–43. (In Russ).
5. Fandeev EE, Lyubivyy ED, Goncalves GD, et al. Extrahepatic portal hypertension and portal vein thrombosis (review). *Annals of HPB Surgery*. 2015;20(1):45–58. (In Russ).
6. Belik OV, Katerenyuk IM, Spinej L. Age and gender specific peculiarities of the lienal artery divisions in the hilum of the organ.

- Journal of Anatomy and Histopathology*. 2015;4(3):26–27. (In Russ). doi: 10.18499/2225-7357-2015-4-3-26-27
7. Anisimov AYU. Improvement of the diagnosis and surgical treatment of patients with portal hypertension. *Annals of HPB Surgery*. 2015;20(2):59–65. (In Russ). doi: 10.16931/1995-5464.2015259-65
 8. Tsai MH. Splanchnic and systemic vasodilatation: the patient. *J Clin Gastroenterol*. 2007;41(Suppl 3):266–271. doi: 10.1097/MCG.0b013e3181576d1a
 9. Wen B, Liang J, Deng X, et al. Effect of fluid shear stress on portal vein remodeling in a rat model of portal hypertension. *Gastroenterol Res Pract*. 2015;2015:545018. doi: 10.1155/2015/545018
 10. Iwakiri Y. Pathophysiology of portal hypertension. *Clin Liver Dis*. 2014;18(2):281–291. doi: 10.1016/j.cld.2013.12.001
 11. Abdurahmanov BA. Rentgenoendovaskulyarnaya khirurgiya v korrektsii portalnoy gipertenzii u bolnykh tsirrozm pecheni. *Palliative Medicine and Rehabilitation*. 2013;4:34–39. (In Russ).
 12. Kim MY, Baik SK, Lee SS. Hemodynamic alterations in cirrhosis and portal hypertension. *Korean J Hepatol*. 2010;16(4):347–352. doi: 10.3350/kjhep.2010.16.4.347
 13. Michiels C, Bouaziz N, Remacle J. Role of the endothelium and blood stasis in the development of varicose veins. *Int Angiol*. 2002;21(2 Suppl 1):18–25.
 14. Strakhov SN, Bosin VYu, Bondar ZM, Kosyreva NB. Angiological characteristics of pathological changes in the portal vein of children with extrahepatic portal hypertension. *Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics*. 2013;58(1):80–84. (In Russ).
 15. Garbuzenko DV. Morphofunctional rearrangement of the hepatic vasculature in the pathogenesis of portal hypertension in liver cirrhosis. *Terapevticheskij arhiv*. 2014;2:90–95. (In Russ).
 16. Biecker E. Portal hypertension and gastrointestinal bleeding: diagnosis, prevention and management. *World J Gastroenterol*. 2013;19(31):5035–5050. doi: 10.3748/wjg.v19.i31.5035
 17. Zhang H, Li B. Pathological changes and iNOS expression in portal vein and hepatic artery of patients with liver cirrhosis and portal hypertension. *Int J Clin Exp Pathol*. 2016 June [cited 20 Dec 2018;9(12):12188–12196. Available from: <https://e-century.us/files/ijcep/9/12/ijcep0033987.pdf>.
 18. Stamm ER, Meier JM, Pokharel SS, et al. Normal main portal vein diameter measured on CT is larger than the widely referenced upper limit of 13 mm. *Abdom Radiol (NY)*. 2016;41(10):1931–1936. doi: 10.1007/s00261-016-0785-9
 19. Somers P, Knaapen M. The histopathology of varicose vein disease. *Angiology*. 2006;57(5):546–555. doi: 10.1177/0003319706293115
 20. Stein JH, Tattersall MC. Carotid intima-media thickness and cardiovascular disease risk prediction. *J Am Coll Cardiol*. 2014;63(21):2301–2302. doi: 10.1016/j.jacc.2014.02.528
 21. Rodriguez-Diaz E, Baffy G, Singh SK. Probe-based confocal laser endomicroscopy quantitative morphometric markers associated with portal hypertension in duodenal mucosa. *Liver Int*. 2016;36(2):223–231. doi: 10.1111/liv.12906
 22. Volynets GV, Evlyukhina NN, Filin AV, et al. Determining the degree of disruption of the structure of the liver and the severity of portal hypertension in children. *Eksp Klin Gastroenterol*. 2015;(1):28–35. (In Russ).
 23. Roussis PC, Giannakopoulos AE, Charalambous HP. Suture line response of end-to-side anastomosis: a stress concentration methodology. *Cardiovasc Eng Technol*. 2015;6(1):36–48. doi: 10.1007/s13239-014-0206-6
 24. Rosmorduc O. Antiangiogenic therapies in portal hypertension: a breakthrough in hepatology. *Gastroenterol Clin Biol*. 2010;34(8–9):446–449. doi: 10.1016/j.gcb.2010.05.007
 25. Zeng J, Yang Z, Xu J. Extrahepatic vascular smooth muscle cell apoptosis and apoptosis-related-gene expression in patients with portal hypertension. *Chin J Exp Surg*. 2003;(8):749–750.

ОБ АВТОРАХ

*** Григорова Алина Николаевна**, к.м.н.;
адрес: Россия, 355017, Ставрополь, ул. Мира, д. 310;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5020-232X>;
eLibrary SPIN: 1762-8310; e-mail: alina.mashchenko@mail.ru

Минаев Сергей Викторович, д.м.н., профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8405-6022>;
eLibrary SPIN: 3113-6982; e-mail: sminaev@yandex.ru

Гетман Наталья Васильевна, к.м.н.;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3632-7406>;
eLibrary SPIN: 1664-2670; e-mail: ng66@rambler.ru;

Дыдыкин Сергей Сергеевич, д.м.н., профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1273-0356>;
eLibrary SPIN: 7385-3194; e-mail: dydykin_s_s@staff.sechenov.ru

Сумкина Ольга Борисовна, к.м.н.;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5460-8308>;
eLibrary SPIN: 6687-5900; e-mail: opsurg@stgmu.ru

Тимофеев Сергей Иванович, к.м.н.;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5808-0686>;
eLibrary SPIN: 5457-1995; e-mail: timofeev_si@mail.ru

AUTHORS' INFO

*** Alina N. Grigorova**, MD, Cand. Sci. (Med.);
address: 310 Mira street, 355017 Stavropol, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5020-232X>;
eLibrary SPIN: 1762-8310; e-mail: alina.mashchenko@mail.ru

Sergey V. Minaev, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8405-6022>;
eLibrary SPIN: 3113-6982; e-mail: sminaev@yandex.ru

Natalia V. Getman, MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3632-7406>;
eLibrary SPIN: 1664-2670; e-mail: ng66@rambler.ru

Sergey S. Dydykin, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1273-0356>;
eLibrary SPIN: 7385-3194; e-mail: dydykin_s_s@staff.sechenov.ru

Olga B. Sumkina, MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5460-8308>;
eLibrary SPIN: 6687-5900; e-mail: opsurg@stgmu.ru

Sergey I. Timofeev, MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5808-0686>;
eLibrary SPIN: 5457-1995; e-mail: timofeev_si@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.111996>

Междисциплинарный подход к оценке конституции человека в юношеском возрасте

Т.К. Федотова, А.К. Горбачева

НИИ и Музей антропологии имени Д.Н. Анучина, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Цели исследования — оценка эффективности междисциплинарного подхода для информативного описания морфологической конституции в юношеском возрасте в современных урбозоологических исследованиях; интегрированная оценка морфофункционального статуса организма с привлечением параметров трёх систем признаков — соматометрических, психометрических и нейрофизиологических (электроэнцефалограмма, ЭЭГ) — для выборки современного московского студенчества методами многомерной биометрии.

Материалы и методы. На материалах выборки современных московских студентов-психологов 18–20 лет — 95 юношей и 150 девушек — проведён комплексный факторный анализ конституционального статуса с привлечением трёх систем показателей — морфологических (соматические: скелетные размеры, обхваты, жировые складки), психологических (тесты для оценки личностной тревожности, уровня вегетативной лабильности, способности к саморегуляции, данные методики «Прогноз»), нейрофизиологических (ЭЭГ: мощность и когерентность в разных диапазонах и отведениях).

Результаты. Описаны первые шесть устойчивых объективных факторов в структуре общей конституции юношей и девушек: фактор продольного скелетного развития; фактор поперечного развития тела (жироотложение в первую очередь); фактор соизменчивости системы психологических показателей; фактор наследственно обусловленного «физиологического тонуса» (мощность ЭЭГ); факторы функции индивидуального опыта, опосредованного средой (внутриполушарные и межполушарные когерентности ЭЭГ). Результаты факторного анализа для двух полов имеют незначительные отличия, отражающие факт более активной роли жировой ткани в женском организме. В сумме эти шесть факторов описывают около 70% изменчивости показателей разных систем признаков.

Заключение. Показана определённая автономность разных систем признаков, лежащая в основе целостности и пластичности организма. Подобные междисциплинарные исследования позволяют, как в нашем исследовании, дать интегрированную сравнительную оценку морфофункционального статуса разных современных этнотерриториальных групп, уточнить механизмы адаптации в концентрированной антропогенной среде, корректно определить адаптивный потенциал организма в условиях антропогенных нагрузок высокого уровня, описать морфофизиологическую основу поведенческих свойств.

Ключевые слова: антропометрия; психометрика; ЭЭГ; общая конституция; факторный анализ; половой диморфизм; юноши и девушки 18–20 лет.

Как цитировать:

Федотова Т.К., Горбачева А.К. Междисциплинарный подход к оценке конституции человека в юношеском возрасте // Морфология. 2022. Т. 160, № 1. С. 45–55. DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.111996>

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.111996>

An interdisciplinary approach to assessing the human constitution in adolescence

Tatyana K. Fedotova, Anna K. Gorbacheva

Anuchin Institute and Museum of Anthropology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

AIMS: To estimate the efficiency of the interdisciplinary approach to the informative analysis of morphological constitution in young males and females in modern urboecological studies and to perform the integrative assessment of the morphofunctional status of the organism with the indexes of three parameter systems — somatometric, psychometric and neurophysiological (electroencephalogram — EEG) — on a sample of modern Moscow students by using multidimensional analysis

MATERIAL AND METHODS: A sample of modern Moscow psychology students (95 males and 150 females aged 18–20 years old) was used to accomplish the complex study of constitutional status based on three systems of parameters — morphological (somatic: skeletal dimensions, girths, and skinfolds), psychological (psychological tests for estimate personal anxiety, autonomic balance, and self-regulation and the Prognosis technique), physiological (EEG: power and coherence in different bands and cuts) — by means of factor analysis.

RESULTS: The first six constant and objective factors in the structure of the total constitution of young males and females were discussed: the factor of longitudinal skeletal development, factor of transversal body development (adiposity first of all), factor of the covariation of the parameters of the psychological system, factor of genetically determined physiological tone (EEG power), and the factors of function of the individual life experience under mediation by the environment — intrahemispheric and interhemispheric coherencies. Both sexes had similar results for factor analysis with small differences, which reflected the more dynamic role of adipose tissue in the female organism. Six factors described approximately 70% of the variability in different systems of parameters.

CONCLUSION: The autonomy of different systems of traits, which is the base of the integrity and plasticity of the organism, is demonstrated. Interdisciplinary studies provide the comparative integrative characteristics of morphofunctional status of various modern ethnic/territorial groups, specify the mechanisms of adaptation to a concentrated anthropogenic environment, provide the correct estimation of the adaptive potential of the organism under the conditions of high levels of anthropogenic pressure, and describe the morphophysiological basis of patterns of behavior.

Keywords: anthropometry; psychometrics; EEG; constitutional integrity; factorial structure; sexual dimorphism; boys and girls aged 18–20.

To cite this article:

Fedotova TK, Gorbacheva AK. An interdisciplinary approach to assessing the human constitution in adolescence. *Morphology*. 2022;160(1):45–55.

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.111996>

ОБОСНОВАНИЕ

Проблема конституции человеческого тела на протяжении десятилетий остаётся одной из наиболее дискуссионных в сфере антропологии и медицины и, кажется, не имеющей окончательного решения. Интегральная комплексная оценка конституционального статуса становится всё более актуальной с течением времени, поскольку индивидуальная конституция служит алгоритмом адаптации к среде. Современная урбанистическая среда, предоставляющая нишу для подавляющего большинства человечества, характеризуется высоким уровнем антропогенных нагрузок, дистрессовых и агрессивных. Данные нагрузки служат вызовом для адаптивного потенциала и предъявляют повышенные требования к организму на всех системных уровнях: морфологическом, физиологическом, психологическом. Поведенческая (психофизиологическая) адаптация к высокому уровню антропогенного стресса даже более эффективна, чем «классическая» биологическая (морфологическая), поскольку темпы второй исчисляются не менее чем поколением, а поведенческая адаптация мгновенна и непрерывна, как непрерывен и калейдоскоп антропогенных стрессов. Именно поэтому комплексная оценка общей конституции приобретает особое значение в современных урбозоологических исследованиях, и привлечение к таким исследованиям информативных и разнообразных систем показателей не может не приветствоваться.

При всей востребованности и эффективности междисциплинарного подхода к уточнению современных представлений о механизмах адаптации к искусственной антропогенной среде, кросс-дисциплинарных работ немного. В комплексных антропологических морфологических исследованиях измеряемые физиологические показатели ограничиваются стандартным общим набором параметров сердечно-сосудистой системы: диастолическое и систолическое артериальное давление и частота сердечных сокращений. Равно и в поле зрения психофизиологических работ антропометрические показатели оказываются, как правило, случайными. Например, в клинических исследованиях может отмечаться децелерация по длине тела и увеличение индекса массы тела для выборок подростков с эпилепсией [1] и синдромом Кристиансена [2] или устойчивая морфологическая незрелость в сочетании с незрелостью электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и низкими баллами IQ вплоть до 6–9 лет у детей с низкой массой при рождении [3]. В пилотном исследовании, нуждающемся в подтверждении, для очень небольшой по численности выборки детей с превышением веса/ожирением по сравнению с контрольной группой с нормальным весом показано увеличение активности дельта-ритма и уменьшение активности альфа-ритма на ЭЭГ в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами [4]. Эти обстоятельства только увеличивают насущность комплексной

оценки морфофункционального статуса с привлечением разных систем показателей.

К настоящему исследованию привлечены три блока показателей: морфологические (соматические), психологические и нейрофизиологические (ЭЭГ). Для контекста междисциплинарных исследований существенно, что параметры ЭЭГ в состоянии покоя — наиболее подходящие кандидаты на роль генетического маркера и эндотипа психологических свойств по причине наибольшей наследственной обусловленности (до 96%) и минимального участия субъекта в процессе ЭЭГ-диагностики [5]. Специфику этой системы признаков в пространстве физиологических показателей в целом определяют также и устойчивость картины межиндивидуальных различий, и высокая воспроизводимость («консервативность») индивидуальных паттернов ЭЭГ, в первую очередь в альфа-диапазоне. Так, ЭЭГ в состоянии быстрого сна рассматривается в литературе как маркер полового диморфизма общего интеллекта и сопоставима по своей уникальности с дерматоглифическим отпечатком [6]. Традиционный взгляд на альфа-ритм как ритм покоя и показатель степени дезактивации мозга существенно дополняют современные исследования — представлениями о принципиальной роли альфа-ритма в объединении мозговых структур в процессе обработки информации при разных видах когнитивной и сенсорной деятельности. В очень редких исследованиях параметров ЭЭГ, рассматриваемых как популяционная характеристика практически здоровой выборки, межпопуляционные вариации параметров ЭЭГ в состоянии спокойного бодрствования трактуются с точки зрения этнокультурного разнообразия.

Цели исследования — оценка эффективности междисциплинарного подхода для информативного описания морфологической конституции в юношеском возрасте в современных урбозоологических исследованиях; интегрированная оценка морфофункционального статуса организма с привлечением параметров трёх систем признаков — соматометрических, психометрических и нейрофизиологических (ЭЭГ) — для выборки современного московского студенчества методами многомерной биометрии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось в рамках работы над междисциплинарным проектом РФФИ № 16-06-00248 (а) «Поиск новых подходов к изучению психосоматических связей в антропологии» совместно с сотрудниками НИИ нормальной физиологии имени П.К. Анохина (НИИ НФ им. П.К. Анохина). Задействована гомогенная, компактная в возрастном и профессиональном отношении выборка студентов-психологов Московского государственного психолого-педагогического университета (МГППУ) в юношеском возрасте (18–20 лет) — 95 юношей и 150 девушек. Обследование проводили в утренние часы, полностью анонимно.

Программа обследования состоит из трёх блоков. Морфологическая (соматическая) часть представлена классической антропометрией [7]: 18 характеризующих развитие всех компонентов сомы измерительных признаков — продольные размеры (длина тела, высота верхнегрудной и остисто-подвздошной точек), диаметры плеч, таза, трансверзальный и сагиттальный диаметры груди, диаметры мышечков плеча и предплечья, обхваты головы, груди, талии, плеча, предплечья, голени, жировые складки на трицепсе и под лопаткой, масса тела. Психометрическая часть включает тесты для оценки уровня ситуативной и личностной тревожности по шкале тревоги Спилбергера (State-Trait Anxiety Inventory, STAI) [8], адаптированной Ю.Л. Ханиным (тест Спилбергера–Ханина), на русском языке; опросник для оценки вегетативной лабильности — системы терморегуляции, вестибулярного аппарата, переносимости неприятных ощущений при стрессах и трудностях, наличия произвольных движений, тревожности и т.п.; опросник для оценки способности к саморегуляции в модификации В.И. Моросановой с выделением шкал «Планирование», «Моделирование», «Программирование», «Оценивание», «Гибкость», «Самостоятельность» [9]; методика «Прогноз» (разработана в Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, предназначена для первоначального выделения лиц с признаками нервно-психической неустойчивости, риска дезадаптации при стрессе).

Регистрация ЭЭГ проводилась монополярно, с постановкой электродов согласно системе 10/20 на лобные (Fp1, Fp2), центральные (C3, C4), теменные (P3, P4), височные (T5, T6) и затылочные (O1, O2) области головы. Велась запись показателей испытуемого в положении сидя в состоянии покоя в течение 2 мин (по 1 мин — с закрытыми и с открытыми глазами) в следующих диапазонах: тета (6–7 Гц), альфа (поддиапазоны 7–9, 9–11, 11–13 и 13–15 Гц), бета (15–20 Гц) и гамма (30–40 Гц). Регистрировали ЭЭГ с помощью компьютерного энцефалографа Neurovisor 24U (ООО «Атес Медика», Москва). Фильтр низких частот — 30 Гц, Фильтр высоких частот — 1 Гц, режекторный фильтр — 50 Гц; частота дискретизации — 500 Гц. В качестве референтных использовались ушные электроды (A1, A2). В анализ структуры конституционального статуса в настоящем исследовании вошёл не весь набор параметров ЭЭГ, охватывающий в материалах авторов более сотни позиций. В качестве характеристик ЭЭГ-активности использовали суммарные мощности тета-, альфа- и бета-ритмов, а также отдельные когерентности в альфа-диапазоне. Большая информативность этого набора ЭЭГ-характеристик по сравнению с иными параметрами ЭЭГ показана при анализе частоты попарных межсистемных корреляций в предшествующем исследовании авторов [10].

Статистический анализ

Данные, полученные при регистрации ЭЭГ, предварительно обрабатывались программой Matlab2007 с вычислением спектральной плотности мощности (мкВ2)

и коэффициента когерентности. Весь дальнейший анализ осуществлялся с использованием пакета программ Statistica 10. Предшествующая анализу по существу статистическая оценка данных, в частности проверка распределений признаков на нормальность, подробно описана в более ранней работе авторов [11]. Для вычисления попарных межсистемных корреляций использовался коэффициент ранговой корреляции Спирмена. В дальнейшем для оценки вклада признаков разных систем в общую структуру варибельности полученных данных был проведён факторный анализ [12–13], в который, помимо вышеописанных параметров ЭЭГ, были включены все 18 антропометрических признаков и результаты теста «Прогноз», опросника по саморегуляции Моросановой, показатели уровня личностной тревожности и вегетативной лабильности. Количество выявленных факторов определялось с помощью критерия отсеивания Кеттелла.

Этическая экспертиза

Работа велась с соблюдением этических норм и принципов, определённых законодательством Российской Федерации и Хельсинкской декларацией (2013), с подписанием всеми обследуемыми протокола об информированном согласии. На проведение исследования получено разрешение этической комиссии НИИ НФ им. П.К. Анохина (протокол от 28.10.2014).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты факторного анализа (ФА) одновременно трёх систем признаков у девушек — морфологических (соматических) показателей, параметров ЭЭГ и психологических характеристик — приведены в табл. 1. Рассматриваются первые шесть факторов в соответствии с критерием отсеивания Р.Б. Кеттелла (R.B. Cattell Scree Test).

Фактор 1 описывает изменчивость показателей, характеризующих поперечное развитие тела, которое связано с ожирением; имеет наибольшие нагрузки на жировые складки (0,77–0,83), обхватные размеры (0,85–0,94) и массу тела (0,93). Нагрузки среднего уровня (недостаточно) характерны для диаметров таза и груди (0,56–0,68). Нагрузки на продольные скелетные размеры тела и ширину плеч близки к нулевому уровню, а нагрузки на психометрические показатели и параметры ЭЭГ также колеблются вокруг нуля, но чаще имеют небольшие отрицательные значения.

Фактор 2 описывает изменчивость психологических показателей и имеет высокие положительные нагрузки на показатели саморегуляции, в первую очередь на моделирование, оценивание и общий балл (0,7–0,8), а также на высокие отрицательные нагрузки того же уровня (0,7–0,8) — на показатели прогноза и личностной тревожности. Таким образом, чем выше личностная тревожность, тем ниже показатели саморегуляции. Нагрузки фактора на ЭЭГ- и соматические параметры колеблются вокруг нулевых значений.

Таблица 1. Результаты факторного анализа соматометрических, психометрических и нейрофизиологических (ЭЭГ) показателей у девушек**Table 1.** Results of the factorial analysis of somatometric, psychometric, and neurophysiological (EEG) parameters in girls

Параметры / Parameters	Фактор / Factor					
	1	2	3	4	5	6
Суммарная мощность тета-ритма, мкВ2 / Total theta-rhythm power, μV^2	-0,032	0,172	-0,140	0,821*	0,087	0,112
Суммарная мощность альфа-ритма, мкВ2 / Total alpha rhythm power, μV^2	0,006	0,052	0,004	0,880*	-0,212	0,189
Суммарная мощность бета-ритма, мкВ2 / Total beta-rhythm power, μV^2	-0,205	-0,030	-0,060	0,757*	0,104	-0,244
В области головы (поддиапазон, Гц) / In the head area (sub-range, Hz):						
O1-O2 (9-11)	0,135	0,250	-0,044	0,090	-0,028	0,766*
F2-O2 (11-13)	-0,178	0,004	0,017	0,043	-0,867*	0,055
F1-F2 (11-13)	-0,178	0,168	0,049	0,306	-0,368	0,629
F1-O1 (11-13)	-0,124	-0,115	0,112	-0,038	-0,815*	0,083
Длина тела, м / Body length, m	0,186	0,043	0,947*	-0,016	-0,038	0,034
Масса тела, кг / Body weight, kg	0,930*	0,001	0,316	-0,062	-0,021	-0,028
Высота верхнегрудной точки, м / Upper sternal point height, m	0,205	0,009	0,945*	-0,034	-0,046	0,043
Высота остисто-подвздошной точки, м / Height of the spinous-iliac point, m	0,054	0,030	0,921*	-0,100	-0,046	0,020
Обхват головы, м / Head circumference, m	0,406	-0,239	0,367	0,251	0,158	0,040
Обхват груди, м / Chest circumference, m	0,946*	0,092	-0,011	0,128	0,051	-0,029
Обхват талии, м / Waist circumference, m	0,906*	-0,056	0,098	-0,109	0,153	-0,007
Обхват плеча, м / Shoulder circumference, m	0,915*	-0,013	0,122	-0,148	0,085	0,050
Обхват предплечья, м / Lower arm circumference, m	0,850*	0,064	0,270	-0,072	0,088	-0,039
Обхват голени, м / Calf circumference, m	0,861*	0,077	0,080	-0,025	0,003	-0,107
Диаметр плеч, м / Shoulder diameter, m	0,213	-0,010	0,090	-0,014	-0,177	-0,132
Диаметр таза, м / Pelvic diameter, m	0,560	-0,049	0,500	-0,008	0,049	-0,127
Трансверсальный диаметр груди, м / Transverse chest diameter, m	0,684	0,041	0,223	0,017	0,283	-0,103
Сагиттальный диаметр груди, м / Sagittal chest diameter, m	0,686	0,021	0,244	0,147	-0,069	0,169
Диаметр мышелка плеча, м / Biceps brachii diameter, m	0,669	-0,128	0,123	0,008	-0,209	-0,029
Диаметр мышелка предплечья, м / Forearm muscle diameter, m	0,120	0,014	0,512	-0,036	0,438	-0,086
ЖСК/трицепс / FF/triceps	0,779*	-0,124	-0,054	-0,133	-0,022	-0,031
ЖСК/лопатка / FF/scapula	0,833*	-0,066	-0,200	0,032	0,058	0,004
Вегетативная лабильность / Vegetative lability	-0,126	-0,316	0,141	0,001	-0,009	0,781*
Признаки нервно-психической неустойчивости, риска дезадаптации при стрессе (методика «Прогноз») / Signs of neuropsychic instability, the risk of maladjustment under stress (method "Forecast")	-0,004	-0,808*	0,043	0,065	0,295	0,058
Саморегуляция, баллы / Self-regulation, points:						
планирование / planning	0,117	0,502	-0,153	0,215	0,304	0,135
моделирование / modeling	0,070	0,807*	0,152	0,222	-0,189	-0,098
программирование / programming	-0,233	0,635	-0,044	-0,227	0,363	0,343
оценивание / evaluation	-0,120	0,724*	0,039	-0,060	0,233	0,111
гибкость / flexibility	0,310	0,294	0,261	-0,133	0,118	-0,156
самостоятельность / independence	-0,134	0,293	-0,108	0,530	0,260	0,040
общая (сумма) / total (sum)	0,012	0,889*	0,009	0,152	0,321	0,168
Личностная тревожность, баллы / Personal anxiety, points	-0,068	-0,767*	-0,041	-0,111	0,134	0,357
Доля изменчивости показателей, % / Share of indicators variability, %	24,4	12,6	11,0	8,0	7,6	6,2

* статистически значимые нагрузки ($p < 0,05$) / statistically significant loads are indicated ($p < 0,05$).

Фактор 3 описывает вариации продольного развития тела и имеет высокие положительные нагрузки уровня 0,9 на показатели продольного скелетного роста — длина тела, высота верхнегрудной и остисто-подвздошной точек. Нагрузки других соматических размеров, описывающих поперечное развитие тела, близки к нулевым значениям, исключая один габаритный скелетный размер — диаметр таза (0,5), а также обхват головы (0,37). Нагрузки на жировые складки — небольшие отрицательные (0,05–0,20). Нагрузки психологических и ЭЭГ-показателей также колеблются вокруг нулевых значений.

Фактор 4 описывает вариации мощности ЭЭГ и имеет высокие положительные нагрузки (0,7–0,9) на показатели суммарной мощности в трёх разных частотных диапазонах. Нагрузки на антропометрические и психологические показатели колеблются около нулевых значений. При этом в блоке соматических признаков выделяется показатель окружности головы с более высокой сравнительно с другими признаками нагрузкой (0,25), а среди психологических показателей выделяется такой параметр саморегуляции, как самостоятельность с нагрузкой (0,53).

Фактор 5 описывает изменчивость лобно-затылочных когерентностей левого и правого полушарий мозга в частотном поддиапазоне 11–13 Гц и имеет высокие отрицательные нагрузки (0,8). Нагрузки на показатели мощности ЭЭГ, как и на антропометрические, близки к нулевым; на психологические — несколько выше для параметров саморегуляции (0,2–0,3), а на показатель вегетативной лабильности — 0.

Фактор 6 описывает изменчивость показателя вегетативной лабильности и межполушарной затылочной когерентности в поддиапазоне 9–11 Гц; нагрузка на межполушарную когерентность — 0,76, на вегетативную лабильность — 0,78. Это единственный фактор, описывающий совместную изменчивость показателей двух систем признаков — психологических и нейрофизиологических.

На рис. 1–3 представлены графические результаты совместного факторного анализа морфологических, физиологических и психологических признаков. Рис. 1 демонстрирует автономность изменчивости скелетных размеров и размеров, описывающих поперечное развитие тела в пространстве факторов 1 и 3. На рис. 2 показана

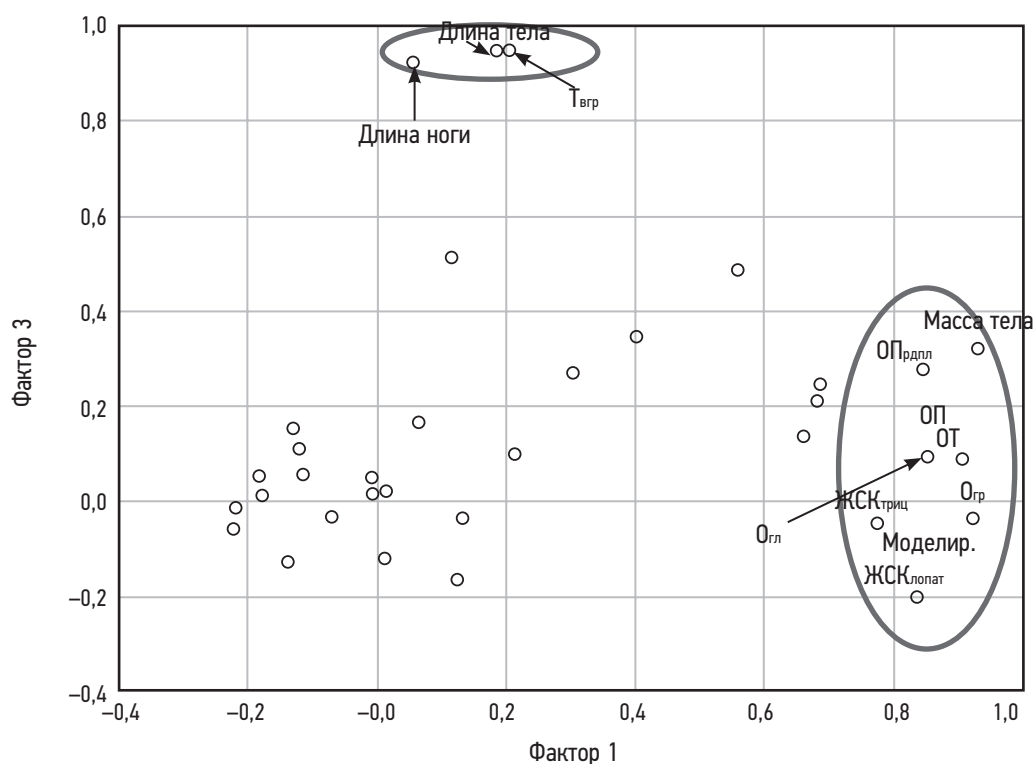


Рис. 1. Распределение факторных нагрузок на размеры скелетные, а также описывающие поперечное развитие тела, в пространстве факторов 1 и 3: $T_{вгр}$ — верхнегрудная точка; ОП — обхват плеча; ОП_{рдпл} — обхват предплечья; ОТ — обхват талии; О_{гр} — обхват груди; О_{гл} — обхват голени; ЖСК_{триц} — жировые складки трицепса; ЖСК_{лопат} — жировые складки лопатки.

Fig. 1. Distribution of factor loads on skeletal dimensions and those describing the transverse development of the body in the space of factors 1 and 3: $T_{вгр}$ — upper sternal point; ОП — shoulder circumference; ОП_{рдпл} — lower arm circumference; ОТ — waist circumference; О_{гр} — chest circumference; О_{гл} — Calf circumference; ЖСК_{триц} — triceps fat folds; ЖСК_{лопат} — fat folds of the scapula.

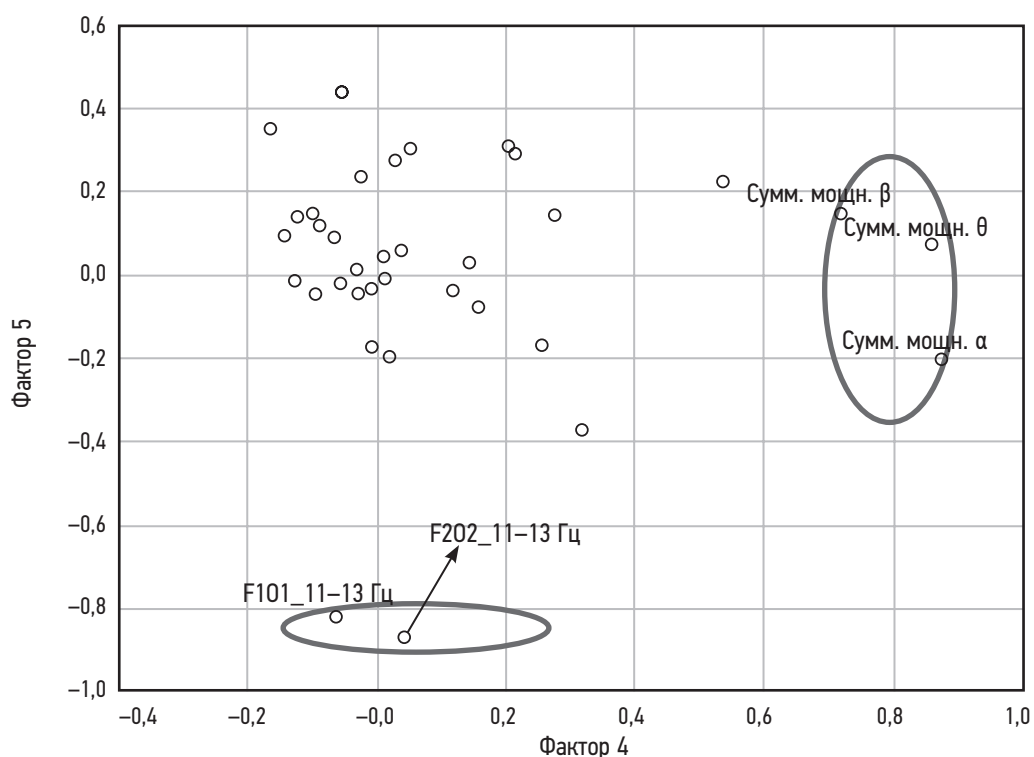


Рис. 2. Распределение факторных нагрузок на показатели мощности и внутрислоушарной когерентности ЭЭГ в пространстве факторов 4 и 5: суммарные мощности: α — альфа-ритма, θ — тета-ритма, β — бета-ритма; в области головы (поддиапазон, Гц): F1-01 (11-13), F2-02 (11-13).

Fig. 2. Distribution of factor loads on EEG power and intrahemispheric coherence in the space of factors 4 and 5: total powers: α — alpha rhythm, θ — theta-rhythm, β — beta-rhythm; in the head area (subrange, Hz): F1-01 (11-13), F2-02 (11-13).

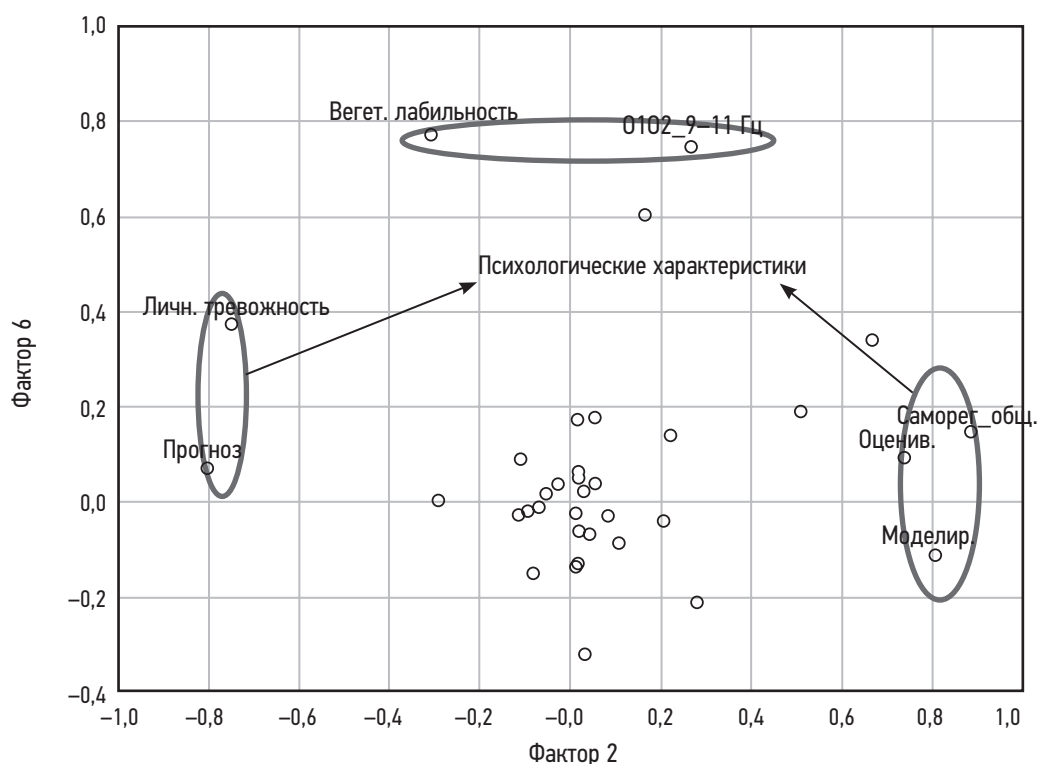


Рис. 3. Распределение факторных нагрузок на психологические характеристики и совместную изменчивость межполушарной когерентности, на свойства вегетативной лабильности в пространстве факторов 2 и 6.

Fig. 3. Distribution of factor loads on psychological characteristics and joint variability of interhemispheric coherence and on the properties of vegetative lability in the space of factors 2 and 6.

автономность изменчивости показателей мощности ЭЭГ и внутриполушарных когерентностей в поддиапазоне 11–13 Гц в пространстве факторов 4 и 5. Рис. 3 представляет автономность вариации ряда психологических характеристик; соизменчивость межполушарной затылочной когерентности (9–11 Гц) и вегетативной лабильности в пространстве факторов 2 и 6.

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты аналогичной процедуры ФА для выборки юношей практически полностью совпадают с таковыми для выборки девушек, хотя и с некоторыми нюансами. Так, можно отметить несколько разное биологическое содержание фактора 1, описывающего у девушек в первую очередь вариации жировотложения, а у юношей — поперечное развитие тела в более широком смысле слова, включающее помимо жировотложения ещё и поперечное скелетное развитие — диаметры плеч и таза. В этом случае половой диморфизм может быть отражением факта более активной роли жировой ткани в женском организме.

В сумме эти шесть факторов описывают около 70% изменчивости показателей разных систем признаков, следовательно, совместная изменчивость параметров разных систем признаков попадает в оставшиеся 30%, что полностью соответствует небольшому числу достоверных устойчивых попарных корреляций параметров разных систем признаков в корреляционном анализе, как показано в уже упомянутой выше работе авторов [10].

Результаты ФА указывают на факт автономной изменчивости систем признаков — соматических, физиологических и психологических — что составляет общую биологическую основу фундаментального представления о конституциональной целостности организма [14]. Из результатов ФА вытекает также неоднородность показателей внутри одной системы признаков. Например, автономность и «противопоставленность» вариации скелетного и жирового компонентов сомы. Это логичный и биологически содержательный результат, поскольку скелетный компонент сомы, как и, кстати, характеристики альфа-ритма ЭЭГ, служит фактически генетическим маркером со сравнимой степенью наследственной обусловленности уровня 0,7–0,9 [5]. Показатели поперечного развития тела, связанные в своей вариации с развитием жировотложения (обхваты и собственно жировые складки), обусловлены образом жизни, как и целый ряд психологических поведенческих содержательных характеристик, которые корректируются на протяжении жизни средой и внешними обстоятельствами. Это отличается от динамической составляющей психического статуса, завязанной на физиологических механизмах и конституционно обусловленных. Итоги ФА описывают автономность вариации показателей мощности ЭЭГ как маркера наследственно обусловленного «физиологического тонуса» и параметров когерентности как функции индивидуального опыта, неизбежно

опосредованного средой, показателя интенсивности связей между отделами мозга или системной организации электрической активности мозга. Напомним, что большая генетическая предрасположенность к аккумуляции широкого спектра индивидуального опыта свойственна мужскому полу (например, [15]).

Также ФА указывает на реально существующую физиологическую гетерогенность блока параметров альфа-ритма ЭЭГ. Автономной изменчивостью обладают когерентности в разных отведениях, частотных диапазонах, а также внутри полушария и между полушариями. Это неизбежное отражение факта локализации функций, которыми обладает кора головного мозга при всей её пластичности в целом. Так, результаты ФА указывают на автономность регуляции мощности ЭЭГ в затылочных областях — максимально мощных для всего диапазона альфа в целом. Индивидуальная частота максимального пика альфа-осцилляций в теменно-затылочной области коры головного мозга в состоянии физиологического покоя с закрытыми глазами обладает наибольшей инвариантностью и воспроизводимостью в исследовании «тест–ретест» по сравнению с её показателями в других областях мозга и в состоянии открытых глаз [15]; высокие и низкие альфа-частоты можно рассматривать как эндотипы разных психологических свойств.

Результаты ФА, следовательно, служат методическим основанием для выделения устойчивых автономных информативных объективно существующих обобщённых компактных характеристик для описания конституциональной структуры организма. Ещё раз подчеркнём, что относительная автономность разных систем признаков и наборов показателей с разной степенью наследственной обусловленности также внутри одной системы признаков наблюдается на фоне скромных, но систематических (устойчивых) корреляционных связей, что обеспечивает пластичность организма в рамках его целостности. Общая конституция — это интегральная фенотипическая характеристика биологического статуса человека, базирующаяся на специфической норме реакции индивидуального генотипа, модифицированной внешними факторами. При этом ФА четко разделяет составляющие общей конституции с большей и меньшей степенью наследственной обусловленности.

В целом полученные результаты подтверждают итоги аналогичных межсистемных антропологических исследований с иными наборами признаков, но фиксируют также и некоторую специфику. Так, в антропологическом исследовании связей морфологических и психологических признаков [16] на материалах выборки, сходной с нашей собственной по возрастному и «профессиональному» составу (студенты МГУ в возрасте 16–21 года), показано, что набор морфологических показателей, вне зависимости от степени наследственной обусловленности разных компонентов сомы, описывается единым «морфологическим фактором». Данный фактор служит по существу вектором

макро–микросомии с высокими значениями всех антропометрических показателей на одном полюсе и малыми значениями — на противоположном. В вышеупомянутом исследовании [16] 5% порог случайных корреляций при работе с большими наборами признаков при анализе психосоматических связей фактически не преодолевается, что трактуется с точки зрения невысокого влияния генотипа на психологические свойства человека и малого взаимодействия генов, определяющих индивидуальные морфологические и психологические особенности, и это создаёт возможность стохастических ассоциаций с другими системами признаков.

Сходные результаты получены и при исследовании соизменчивости нескольких систем показателей на материалах юношеской студенческой выборки [17] — соматических, функциональных, дерматоглифических и психологических признаков, а также полиморфизма ряда генов: «однородность» отдельной автономной системы признаков, отсутствие принципиальных половых различий, небольшие значимые межсистемные связи в рамках целостности организма.

В цикле собственных работ авторов привлечение параметров ЭЗГ для комплексной оценки конституции показало неоднородность параметров внутри каждой из систем (сома, психометрика, ЭЗГ), что обсуждается в настоящей статье. Показана также более высокая частота устойчивых межсистемных связей для некоторых попарных сочетаний признаков в связи с полом [10]. В частности, общее число статистически значимых связей компонентов соматотипа с параметрами ЭЗГ, суммированное по всем диапазонам ЭЗГ, составляет 11,3% у юношей на фоне полного отсутствия статистически значимых психосоматических связей (0%); наблюдается в известной степени альтернативная, хотя и не столь чётко выраженная, картина у девушек (2,6 и 6,7% соответственно). Уровень попарных межсистемных корреляций в подобного рода междисциплинарных исследованиях составляет 0,4–0,5, что позволяет обсуждать только тенденции совместной вариации разных систем признаков. Выявленный половой диморфизм морфофункциональной основы психологических свойств хорошо укладывается в систему современных представлений о разных стратегиях адаптации мужчин и женщин. Представляется не случайным доминирование соматической платформы, или телесности, для психометрических показателей у девушек, функциональной платформы (ЭЗГ) — у юношей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе показана независимость изменчивости разных систем признаков внутри конституционального единства организма, обеспечивающая его пластичность в процессе адаптации к среде. Выявлена также определённая гетерогенность внутри каждой из рассмотренных систем показателей, которая связана в первую очередь

со степенью наследственной обусловленности признаков. Для системы морфологических показателей это скелетные размеры и показатели жировотложения с относительно высокой и низкой наследственной обусловленностью соответственно. Для системы параметров ЭЗГ — показатели мощности и когерентности с относительно высокой и низкой степенями генетической обусловленности соответственно. Система психометрических показателей делится на две совокупности — показатели саморегуляции и показатели, определённые по методике «Прогноз» и тесту для оценки уровня личностной тревожности по шкале тревоги Спилбергера, имеющие альтернативный вектор изменчивости: чем выше личностная тревожность, тем ниже показатели саморегуляции.

Ещё раз подчеркнём, что индивидуальная конституция служит алгоритмом адаптации организма к среде. В современной искусственной антропогенной среде ослаблен естественный отбор и размыты ориентиры биологической адаптации, которая уступает место адаптации поведенческой как более эффективной. В этом контексте особое значение приобретает системное изучение конституционального статуса в ходе мониторинга населения, особенно урбанизированного, для наиболее корректного определения адаптивного потенциала и морфофизиологической основы поведенческих свойств, уточнения механизмов адаптации в концентрированной антропогенной среде, сравнительной интегрированной оценки морфофункционального статуса разных этнотерриториальных групп.

Антропоэкология мегаполиса и «адаптометрия» в урбанизированной среде находятся пока в стадии накопления фактов и расширения спектра «инструментов» (систем признаков), информативность которых как маркёров адаптации к урбанизированной среде ещё не получила в научной литературе однозначной оценки. Таким образом, настоящая работа вносит свою лепту в глобальную проблему антропоэкологии современного мегаполиса.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Исследование проводилось в рамках работы над междисциплинарным проектом РФФИ № 16-06-00248 (а) «Поиск новых подходов к изучению психосоматических связей в антропологии» совместно с сотрудниками НИИ НФ им. П.К. Анохина.

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

Вклад авторов: Т.К. Федотова — концепция и дизайн исследования, статистическая обработка, анализ и интерпретация данных, написание статьи; А.К. Горбачева — сбор и обработка материала, статистическая обработка, анализ и интерпретация данных, написание статьи. Оба автора подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (оба автора внесли существенный вклад в разработку концепции,

проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Благодарности. Авторы выражают признательность Н.Н. Кулагиной, доценту МГППУ, за помощь в организации исследования, а также канд. биол. наук А.В. Ковалевой и канд. биол. наук Е.Н. Пановой — сотрудникам НИИ НФ им. П.К. Анохина, принимавшим участие в сборе материала. Приносим также благодарность студентам МГППУ, которые участвовали в исследовании.

ADDITIONAL INFO

Funding. This study was conducted as part of the work on the RFBR interdisciplinary project No. 16-06-00248 (a) "Search for new approaches to the study of psychosomatic relationships in anthropology" in conjunction with the staff of the P. K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. El-Khayat H.A., Aly G.S., Tomoum H.Y., et al. Growth hormone levels in children and adolescents with epilepsy // *Eur J Paediatr Neurol*. 2010. Vol. 14, N 6. P. 508–512. doi: 10.1016/j.ejpn.2010.02.004
2. Pescosolido M.F., Stein D.M., Schmidt M., et al. Genetic and phenotypic diversity of NHE6 mutations in Christianson syndrome // *Ann Neurol*. 2014. Vol. 76, N 4. P. 581–593. doi: 10.1002/ana.24225
3. Okumura A., Hayakawa M., Oshiro M., et al. Nutritional state, maturational delay on electroencephalogram, and developmental outcome in extremely low birth weight infants // *Brain Dev*. 2010. Vol. 32, N 8. P. 613–618. doi: 10.1016/j.braindev.2009.09.011
4. Schmidt R., Sebert C., Kosling C., et al. Neuropsychological and neurophysiological indicators of general and food-specific impulsivity in children with overweight and obesity: a pilot study // *Nutrients*. 2018. Vol. 10, N 12. P. 1983. doi: 10.3390/nu10121983
5. Anokhin A.P. Genetic psychophysiology: advances, problems, and future directions // *Int J Psychophysiol*. 2014. Vol. 93, N 2. P. 173–197. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2014.04.003
6. Ujma P.P., Konrad B.N., Gombos F., et al. The sleep EEG spectrum is a sexually dimorphic marker of general intelligence // *Sci Rep*. 2017. Vol. 7, N 1. P. 18070. doi: 10.1038/s41598-017-18124-0
7. Бунак В.В. Антропометрия. Москва : Учпедгиз, 1941. 368 с.
8. Spielberger C.D., Vagg P.R., editors. Test anxiety: Theory, assessment, and treatment. Washington–London : Taylor & Francis, 1995.
9. Моросанова В.И. Индивидуальный стиль саморегуляции: феномен, структура и функции в произвольной активности человека. Москва : Наука, 2001. 192 с.

REFERENCES

1. El-Khayat HA, Aly GS, Tomoum HY, et al. Growth hormone levels in children and adolescents with epilepsy. *Eur J Paediatr Neurol*. 2010;14(6):508–512. doi: 10.1016/j.ejpn.2010.02.004
2. Pescosolido MF, Stein DM, Schmidt M, et al. Genetic and phenotypic diversity of NHE6 mutations in Christianson syndrome. *Ann Neurol*. 2014;76(4):581–593. doi: 10.1002/ana.24225

Authors contributions: T.K. Fedotova created the study concept and design; performed data statistical processing, analysis, and interpretation; and wrote the article. A.K. Gorbacheva collected and processed the material; performed data statistical processing, analysis, and interpretation; and wrote the article. Both authors confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (both authors have made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Acknowledgments. The authors express their gratitude to N.N. Kulagina, Associate Professor of Moscow State University of Psychology and Education, for assistance in organizing the study, as well as to PhD (Biology) A.V. Kovaleva and PhD (Biology) E.N. Panova, the employees of the P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology, who took part in the material collection. They also express gratitude to the students of Moscow State University of Psychology and Education, who participated in the study.

10. Федотова Т.К., Горбачева А.К., Сухова А.В. Поиск новых подходов к изучению психосоматических связей в антропологии: второй этап исследования // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2017. № 4. С. 42–53.
11. Горбачева А.К., Ковалева А.В., Кузьмина Т.И., и др. Поиск новых подходов к изучению психосоматических связей в антропологии: первый этап исследования // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2016. № 3. С. 17–35.
12. Окунь Я. Факторный анализ. Москва : «Статистика», 1974. 200 с.
13. Дерябин В.Е. Многомерные биометрические методы для антропологов. Москва, 2001. 311 с.
14. Шмальгаузен И.И. Организм как целое в индивидуальном и историческом развитии. Москва–Ленинград : Изд-во Академии наук СССР, 1938. 144 с.
15. Базанова О.М. Современная интерпретация альфа-активности ЭЭГ // Международный неврологический журнал. 2011. Т. 46, № 8. С. 96–104.
16. Дерябин В.Е., Негашева М.А., Паристова А.В. Изучение связи между морфологическими и психологическими признаками на примере московских студенток // Вестник антропологии. 2003. № 10. С. 176–197.
17. Негашева М.А. Модель взаимосвязей различных систем признаков с адаптационными возможностями организма в юношеском периоде онтогенеза // Физиология человека. 2018. Т. 44, № 4. С. 41–49. doi: 10.1134/S0131164618040112

3. Okumura A, Hayakawa M, Oshiro M, et al. Nutritional state, maturational delay on electroencephalogram, and developmental outcome in extremely low birth weight infants. *Brain Dev*. 2010;32(8):613–618. doi: 10.1016/j.braindev.2009.09.011
4. Schmidt R, Sebert C, Kosling C, et al. Neuropsychological and neurophysiological indicators of general and food-specific impulsiv-

- ity in children with overweight and obesity: a pilot study. *Nutrients*. 2018;10(12):1983. doi: 10.3390/nu10121983
5. Anokhin AP. Genetic psychophysiology: advances, problems, and future directions *Int J Psychophysiol*. 2014;93(2): 173–197. doi: 10.1016/j.jpsycho.2014.04.003
6. Ujma PP, Konrad BN, Gombos F, et al. The sleep EEG spectrum is a sexually dimorphic marker of general intelligence. *Sci Rep*. 2017;7(1):18070. doi: 10.1038/s41598-017-18124-0
7. Bunak V.V. *Антропометрия*. Moscow: Uchpedgiz; 1941. 368 p. (In Russ).
8. Spielberger CD, Vagg PR, editors. *Test anxiety: Theory, assessment, and treatment*. Washington–London: Taylor & Francis; 1995.
9. Morosanov VI. *Individualnyy stil samoregulyatsii: fenomen, struktura i funktsii v proizvolnoy aktivnosti cheloveka*. Moscow: Nauka; 2001. 192 p. (In Russ).
10. Fedotova TK, Gorbacheva AK, Sukhova AV. Search for new approaches towards studying psychosomatic correlations in anthropology: second stage of the study. *Moscow University Anthropology Bulletin*. 2017;(4): 42–53. (In Russ).
11. Gorbacheva AK, Kovaleva AV, Kuzmina TI, et al. Search for new approaches towards studying psychosomatic correlations in anthro-

- pology: first stage of the study. *Moscow University Anthropology Bulletin*. 2016;(3):17–35. (In Russ).
12. Okun Ya. *Factoriy analiz*. Moscow: Statistika; 1974. 200 p. (In Russ).
13. Deryabin V.E. *Mnogomernye biometricheskie metody dlya antropologov*. Moscow, VINITI; 2001. 311 p. (In Russ).
14. Schmalhausen II. *Organizm kak tseloe v individualnom i istoricheskom razvitii*. Moscow–Leningrad: Izd-vo Akademii nauk SSSR; 1938. 144 p. (In Russ).
15. Bazanova OM. Current interpretation of EEG alpha activity. *Mezhdunarodnyy nevrologicheskii zhurnal*. 2001;46(8):96–104. (In Russ).
16. Deryabin VE, Negasheva MA, Paristova AV. Izuchenie svyazi mezhdum morfologicheskimi i psikhologicheskimi priznakami na primere moskovskikh studentok. *Herald of Anthropology*. 2003;(10):176–197. (In Russ).
17. Negasheva MA. A model of interrelations between different systems of characteristics with the adaptation potential of the organism in the early adulthood. *Fiziologiya cheloveka*. 2018;44(4):41–49. (In Russ). doi: 10.1134/S0131164618040112

ОБ АВТОРАХ

* **Горбачева Анна Константиновна**, к.б.н., старший научный сотрудник;
адрес: Россия, 125009, Москва, ул. Моховая, д. 11;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5201-7128>;
eLibrary SPIN: 8199-7201;
e-mail: angoria@yandex.ru

Федотова Татьяна Константиновна, д.б.н., ведущий научный сотрудник;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7750-7924>;
eLibrary SPIN: 5355-2226;
e-mail: tatiana.fedotova@mail.ru

AUTHORS' INFO

* **Anna K. Gorbacheva**, Cand. Sci. (Biol.), Senior Research Associate;
address: 11 Mokhovaya street, 125009 Moscow, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5201-7128>;
eLibrary SPIN: 8199-7201;
e-mail: angoria@yandex.ru

Tatyana K. Fedotova, Dr. Sci. (Biol.), Leading Research Associate;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7750-7924>;
eLibrary SPIN: 5355-2226;
e-mail: tatiana.fedotova@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

ЭКО • ВЕКТОР

Российский журнал кожных и венерических болезней

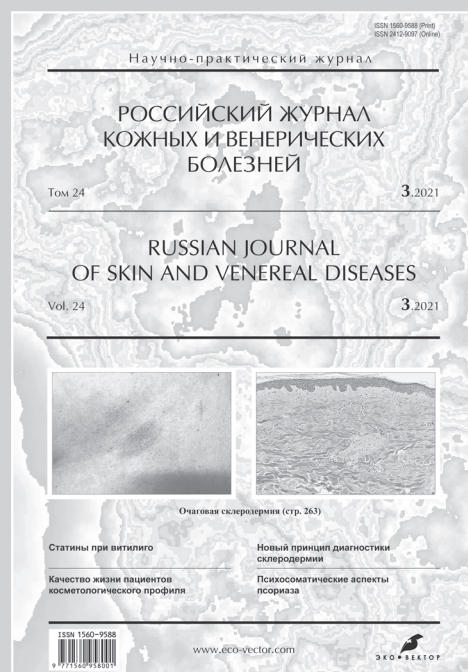
Рецензируемый
научно-практический
медицинский журнал

Периодичность: 6 номеров в год

ПОДПИСКА

- На сайте издания: заполните форму, оплатите подписку, ждите свой первый подписной номер;
- В издательстве: позвоните по телефону +7(495)409-83-39, либо напишите запрос на подписку в свободной форме на e-mail: podpiska@eco-vector.com;
- Через Научную электронную библиотеку [eLibrary.ru](http://elibrary.ru);
- Через подписные агентства:
 - Объединённый каталог «Пресса России», <https://www.pressa-rf.ru>, www.akc.ru;
 - ООО «Урал-Пресс», <http://www.ural-press.ru>;
 - ООО «Руспресса», тел.: +7(495)651-82-19;
 - ООО «Прессинформ» (Санкт-Петербург), тел.: +7(812)786-81-19, e-mail: podpiska@crp.spb.ru;
 - Creative Service Band Communication & Subscription Agency (Москва), тел.: +7(499)685-13-30, <https://periodicals.ru>

Подписной индекс на полугодие — 81599, на год — 81609



Сайт журнала

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.111965>

Влияние пассивного курения на структуру гепатоцитов и состояние микроциркуляторного русла в печени крыс

И.И. Малышев¹, О.В. Воробьева², Л.П. Романова²¹ Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, Российская Федерация;² Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, Чебоксары, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Курение рассматривается как один из факторов, неблагоприятно влияющих на здоровье.**Цель** — изучить влияние пассивного курения табака на структурную организацию гепатоцитов у крыс.**Материалы и методы.** В эксперименте участвовали 46 беспородных белых крыс-самцов. Контрольная группа: интактные животные ($n=10$). Опытные крысы: группа 1 ($n=12$) — животные находились в атмосфере табачного дыма 7 дней, группа 2 ($n=12$) — 14 дней, группа 3 ($n=12$) — 21 день.**Результаты.** Наибольшие изменения в печени отмечались у животных группы 3: мелкие очаги некроза, вокруг которых развивалась перифокальная воспалительная реакция. Наблюдались признаки вакуольной дистрофии и наличия ацидофильных глыбок вокруг ядер, тромботические массы в сосудах. Выявлялись признаки капилляризации синусоидов.Во всех опытных группах значимо увеличилось число клеток диаметром до 10 мкм. У животных в группе 1 в центральных зонах долек печени (ЦЗДП) наблюдалась тенденция к увеличению процентного содержания клеток диаметром до 10–20 мкм. В группе 2 их процентное содержание повысилось в 3 раза в ЦЗДП и в 2,6 раза — в периферических зонах долек печени (ПЗДП); в группе 3 — увеличилось в 3,4 раза в ЦЗДП и в 2,8 раза — в ПЗДП ($p < 0,001$).Относительное количество клеток диаметром до 20–30 мкм в группе 1 уменьшилось в 1,2 раза; в группе 2 в ЦЗДП — в 1,9 раза, в ПЗДП — в 1,5 раза; в группе 3 — в 2,7 раза, в ПЗДП — в 2,0 раза ($p < 0,001$).

В группах 1 и 2 в ПЗДП уменьшалось процентное содержание клеток диаметром более 30 мкм в 2,7 раза, в группе 3 — в 2,9 раза.

Заключение. При интоксикации табачным дымом в печени крыс отмечены дистрофические и некробиотические изменения, включающие снижение числа двоядерных клеток, нормальных гепатоцитов диаметром 20–30 мкм, а также увеличение относительного количества клеток диаметром до 10 и 10–20 мкм.**Ключевые слова:** курение; двоядерные клетки; некроз; печень.

Как цитировать:

Малышев И.И., Воробьева О.В., Романова Л.П. Влияние пассивного курения на структуру гепатоцитов и состояние микроциркуляторного русла в печени крыс // Морфология. 2022. Т. 160, № 1. С. 57–63. DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.111965>

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.111965>

The effect of passive smoking on the structure of hepatocytes and the state of the microcirculatory bed in the liver in rats

Igor I. Malyshev¹, Olga V. Vorobeve², Lyubov P. Romanova²

¹ Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation;

² Chuvash State University named after I.N. Ulyanova, Cheboksary, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Smoking is an important societal problem that greatly threatens the health of the population.

AIMS: To study the effect of smoking on the hepatobiliary system of rats.

MATERIALS AND METHODS: We used 46 outbred white male rats. The control group comprised intact animals ($n=10$). The experimental rats in groups 1 ($n=12$), 2 ($n=12$), and 3 ($n=12$) were exposed to an atmosphere of tobacco smoke for 7, 14, and 21 days, respectively.

RESULTS: The greatest changes in the liver were noted in the third group. Small foci of necrosis were detected, around which a perifocal inflammatory reaction occurred. Signs of hydropic dystrophy and the presence of acidophilic lumps around the nuclei and thrombotic masses in the vessels were found. Signs of the capillaryization of the sinusoids were revealed. In all experimental groups, the number of cells up to 10 μm in diameter significantly increased. The percentage of cells with a diameter of up to 10–20 μm increased in the central zone in group 1; that in group 2 increased by 3 and 2.6 times in the central and peripheral zones, respectively; and that in group 3 increased by 3.4 and 2.8 times in the central and peripheral zones, respectively ($p < 0.001$). The number of cells with a diameter of up to 20–30 μm decreased in group 1, that in group 2 decreased by 1.9 and 1.5 times in the central and peripheral zones, respectively; and that in group 3 decreased by 2.7 and 2.0 times in the central and peripheral zones, respectively ($p < 0.001$). The number of cells with a diameter of more than 30 had changed and showed the greatest changes in the peripheral zones: that in groups 1 and 2 decreased by 2.7 times, and that in group 3 decreased by 2.9 times.

CONCLUSIONS: Under tobacco smoke intoxication in rats, dystrophic and necrobiotic changes occurred in the liver, the number of binuclear cells decreased, the number of normal hepatocytes with a diameter of 20–30 μm decreased, and the percentage of cells with diameters of up to 10 and 10–20 μm increased.

Keywords: smoking; binuclear cells; necrosis; liver.

To cite this article:

Vorobeve OV, Malyshev II, Romanova LP. The effect of passive smoking on the structure of hepatocytes and the state of the microcirculatory bed in the liver in rats. *Morphology*. 2022;160(1):57–63. DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.111965>

ОБОСНОВАНИЕ

Курение рассматривается как один из факторов, неблагоприятно влияющих на здоровье [1, 2], поскольку повышает риск развития сердечно-сосудистых, респираторных, онкологических заболеваний. Так, в анамнезе курение отмечено примерно у 40% пациентов с заболеваниями печени. Токсические эффекты табакокурения включают окислительный стресс, вызванный веществами в сигаретном дыме с цитотоксическими свойствами, курение увеличивает содержание провоспалительных цитокинов (ИЛ-1, ИЛ-6, ИЛ-8 и фактор некроза опухоли α).

Несмотря на то, что никотин, содержащийся в любой табачной продукции, претерпевает первичный метаболизм в печени, специалисты традиционно уделяют мало внимания процессам, связанным с курением [3]. Это может привести к ошибочному мнению, что курение само по себе не оказывает влияния на структуру печени. Печень — орган, метаболизирующий различные чужеродные вещества, яды и токсины, кроме того, она занимает ключевые позиции в поддержании гомеостаза в организме, играет важную роль в адаптационных реакциях, что определяется её участием в осуществлении метаболических функций, поддержании межорганных и межсистемных связей [3].

Цель — изучить влияние пассивного курения табака на структурную организацию гепатоцитов у крыс.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено экспериментальное исследование на крысах в условиях вивария Чувашского государственного университета имени И.Н. Ульянова. В эксперименте были задействованы 46 беспородных белых крыс-самцов в возрасте 3 мес, массой 230 г. Все животные содержались при одинаковых условиях: температура воздуха составляла +20–23°C, влажность — 70–75%. Животных разделили на 4 группы: интактная группа ($n=10$) — крысы находились в затравочной камере без табачного дыма. Опытные группы 1, 2, 3 ($n=36$, по 12 животных в каждой группе) — крысы находились в табачном дыме в течение 7, 14, 21 сут. Применялась пластиковая камера объёмом 0,3 м³. Задымление камеры происходило при помощи дыма от сигареты, помещённой в удерживающее устройство. По мере сгорания сигарету заменяли, тем самым обеспечивали постоянное поступление дыма в затравочную камеру. Равномерности распределения дыма достигали за счёт вентилятора.

Расчёт эквивалентной дозы никотина и времени экспозиции животных табачным дымом проводили при помощи апробированной модели [4] и расчётов [5, 6].

Принимая во внимание расчётные данные, в затравочную камеру запускали по пять животных. Одна крыса в одном опыте получала максимум 0,048 мг никотина, что соответствует суточной дозе (в пересчёте) для человека. В эксперименте применялись сигареты, в дыме

которых содержатся следующие вещества (согласно Межгосударственному стандарту от 1 января 2003 г. ГОСТ 3935—2000 «Сигареты. Общие технические условия» и Федеральному закону от 22 декабря 2008 г. № 268-ФЗ «Технический регламент на табачную продукцию»): смолы — 10 мг/сиг., никотин — 1 мг/сиг. После окончания каждого 30-минутного сеанса крыс извлекали из затравочной камеры и содержали в санитарных условиях вивария.

Выведение животных из эксперимента проводилось через 7 (группа 1), 14 (группа 2) и 21 (группа 3) сут. Крыс усыпляли углекислым газом и извлекали печень. Материал фиксировали в 10% растворе нейтрального формалина, обезвоживали в спиртах восходящей концентрации и заливали в парафин. Из парафиновых блоков готовили серийные срезы толщиной 6 мкм. Гистологические препараты окрашивали гематоксилином и эозином, изучали под микроскопом Leica DM4000B (Leica Microsystems, Германия), используя лицензионную программу Leica Application Suite 3.8.0. На гистологических препаратах ткани печени с помощью окулярной микрометрической линейки и сетки Автандилова вычисляли объёмные доли очагов некроза, сосудистого русла, дистрофически изменённых клеток и нормальных гепатоцитов, а также измеряли диаметр клеток.

Статистический анализ

Данные обрабатывали в программе Statistica 6.0. Использовали непараметрический статистический U-критерий Манна-Уитни (Mann–Whitney U-test). Показатели по сравнению с контрольной группой оказались значимы при $p < 0,05$, $p < 0,01$ и $p < 0,001$ (табл. 1).

Этическая экспертиза

Эксперименты основывали на принципах гуманности, изложенных в Директиве Совета Европейского Союза (86/609/ЕЭС), а также в ГОСТ Р 53434—2009 от 1 марта 2010 г. «Принципы надлежащей лабораторной практики» (идентичен GLP OECD). Проведение эксперимента одобрено этическим комитетом медицинского факультета Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова (протокол № 5/8 от 18 июня 2015 г.).

РЕЗУЛЬТАТЫ

У интактных животных: строение печени дольчатое; гистологическое исследование показало, что гепатоциты долек многогранной формы. Печёночные клетки образовали неправильные ряды, которые, ветвясь, располагались от периферии дольки в сторону центральной вены. Ядра гепатоцитов — округлые, с хорошо выраженной кариолеммой, отчётливо видимыми ядрышками и глыбками хроматина. Среди печёночных клеток встречались двоядерные, количество которых составило 12,5±0,8%. Между рядами гепатоцитов

Таблица 1. Морфологические изменения в печени при экспозиции животных в условиях табачного дыма**Table 1.** Morphological changes in the liver during the exposure of animals to tobacco smoke

Показатели / Parameters	Группа / Group			
	контроля / control	1	2	3
Доля области / Lobe area, %:				
сосудов / vessels	26,1±1,2***	27,3±0,9	28,2±1,2	31,1±2,2**
некроза / necrosis	0***	1,0±0,2	5,2±0,9*	12,3±1,1
Количество клеток / number of cells, %:				
с вакуольной дистрофией / with hydropic degeneration	5,2±1,1***	11,3±1,7***	12,3±1,2	19,2±1,9***
с гиалиново-капельной дистрофией / with hyaline-drop dystrophy	4,3±1,2***	13,5±1,9**	15,8±1,9	23,5±2,3**
нормальных / normal	90,5±2,2***	75,2±3,9	71,1±2,1**	57,3±2,1**
диаметром до 10 мкм / with a diameter up to 10 µm:				
ЦЗДП / CAL	0***	15,3±0,9**	30,9±1,8	47,3±2,8
ПЗДП / PAL	0***	14,9±1,2**	31,3±1,7***	42,5±2,6***
диаметром 10–20 мкм / with a diameter 10–20 µm:				
ЦЗДП / CAL	5,1±0,9***	8,9±1,5***	16,3±2,2	17,4±1,1
ПЗДП / PAL	5,0±0,8***	8,7±1,3	12,9±1,7	14,1±0,9***
диаметром 20–30 мкм / with a diameter 20–30 µm:				
ЦЗДП / CAL	84,4±0,8***	67,6±1,8***	44,2±2,7**	30,2±1,7
ПЗДП / PAL	75,2±0,6***	69,1±2,2	47,9±2,5**	36,7±1,5**
диаметром более 30 мкм / with a diameter of more than 30 µm:				
ЦЗДП / CAL	10,5±0,8**	8,2±1,9	8,6±0,3**	5,1±0,9***
ПЗДП / PAL	19,8±0,6*	7,3±1,6**	7,9±0,8*	6,7±1,1*
двоядерных / binuclear	12,5±0,8***	19,2±1,1	26,1±1,2	16,3±1,5***

Примечание: ЦЗДП — центральные зоны долек печени; ПЗДП — периферические зоны долек печени. Достоверность показателей по сравнению с контрольной группой: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Note: CAL — central areas of the liver; PAL — peripheral areas of the liver. Significance of parameters compared with the control group: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

располагались синусоиды, выстланные изнутри эндотелием с овально-вытянутыми гиперхромными ядрами.

У животных группы 1 в печени отмечались признаки дистрофии гепатоцитов. Подсчёт дистрофически изменённых клеток выявил повышенное их количество по сравнению с контрольными цифрами (см. табл. 1). Центральные и воротные вены печени умеренно полнокровные, по портальным трактам местами наблюдались клеточные инфильтраты.

У животных группы 2 также отмечалось увеличение числа дистрофически изменённых клеток по сравнению с контрольными животными (см. табл. 1). Выявили полнокровие центральной вены, расширенные отёчные синусоиды (рис. 1). Появилось небольшое количество гепатоцитов с признаками некробиоза и в состоянии кариопикноза.

У животных группы 3 наблюдалось не только полнокровие сосудов и мелкие кровоизлияния, но и в некоторых печёночных сосудах отмечались тромботические

массы, дистрофические изменения в цитоплазме гепатоцитов (рис. 2). Число таких клеток возрастало по сравнению с контрольной группой (см. табл. 1).

У животных группы 3 в печени выявили ацидофильные глыбки, мелкие очаги некроза, вокруг которых развивалась перифокальная воспалительная реакция в виде клеточных инфильтратов. Инфильтрацию также наблюдали по ходу портального тракта. В синусоидах — признаки капилляризации.

Митозов у животных опытных групп, как и в контрольной, не отмечено. Подсчёт показал уменьшение числа двоядерных клеток у опытных крыс по сравнению с интактными (см. табл. 1).

Наряду с гепатоцитами, которые подверглись некробиотическим и дистрофическим изменениям, отмечено некоторое число клеток с признаками достаточной или повышенной функциональной активности. Ядра таких гепатоцитов — крупные, округлой формы, с неглубокими

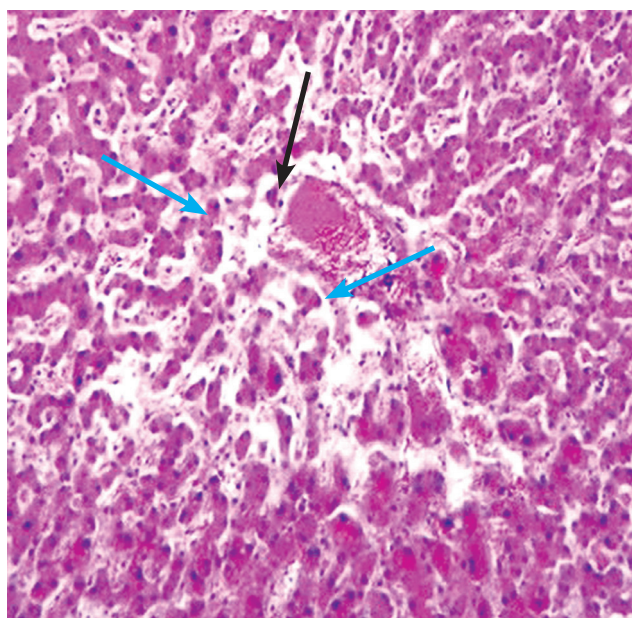


Рис. 1. Группа 2: микроскопическая картина полнокровия центральной вены (чёрная стрелка), расширенных отёчных синусоидов (синие стрелки). Окраска гематоксилином–эозином, $\times 400$.

Fig. 1. Group 2: microscopic presentation of the plethora of the central vein (black arrow), and dilated edematous sinusoids (blue arrows). Hematoxylin–eosin staining, $\times 400$.

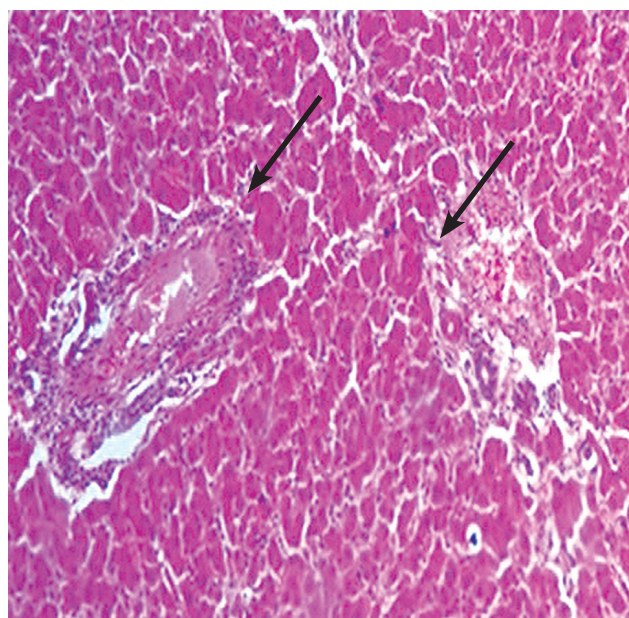


Рис. 2. Группа 3: микроскопическая картина тромботических масс в печёночных сосудах (чёрные стрелки). Окраска гематоксилином–эозином, $\times 900$.

Fig. 2. Group 3: microscopic presentation of the thrombotic masses in the hepatic vessels. Hematoxylin–eosin staining, $\times 900$.

инвагинациями кариолеммы. Визуализируются одно–два ядрышка, в некоторых клетках — до четырёх. Ядрышки округлой формы, локализовались эксцентрично.

Увеличилась объёмная доля внутридольковых синусов по сравнению с группой контрольных животных (см. табл. 1). Вероятно, это отражение застойных процессов в паренхиме печени. В междольковых структурах также выявили венозное полнокровие, которое сопровождалось периваскулярной лейкоцитарной инфильтрацией и кровоизлияниями. Исследование показало, что увеличилось число дистрофически изменённых клеток. В цитоплазме гепатоцитов сформированные вакуоли имели разные размеры, часто можно было встретить крупные, имеющие неправильную форму. В редких случаях наблюдались баллонные клетки. При подсчёте нормальных клеток во всех группах выявлено их снижение по сравнению с контрольной группой.

В группе 1 опытных животных в ЦЗДП и ПЗДП наблюдали тенденцию к росту процентного содержания клеток диаметром до 10 и 10–20 мкм (см. табл. 1), а процентное содержание клеток диаметром до 20–30 и более 30 мкм снизилось в 1,2 и в 2,7 раза.

Во группе 2 увеличилось процентное содержание клеток диаметром до 10 мкм как в ЦЗДП, так и в ПЗДП, процентное содержание клеток диаметром до 10–20 мкм повысилось в 3 раза в ЦЗДП, в 2,6 — в ПЗДП. Содержание клеток диаметром до 20–30 мкм в ЦЗДП уменьшилось в 1,9 раза, в ПЗДП — в 1,5 раза. Процентное содержание клеток диаметром более 30 мкм уменьшилось в 2,7 раза.

В группе 3 процентное содержание клеток диаметром до 10 мкм увеличилось как в ЦЗДП, так и в ПЗДП (см. табл. 1). Процентное содержание клеток диаметром до 10–20 мкм повысилось в 3,4 раза в ЦЗДП, а в ПЗДП — в 2,8 раза, клеток диаметром до 20–30 мкм в ЦЗДП — уменьшилось в 2,7 раза, в ПЗДП — в 2,0 раза. Процентное содержание клеток диаметром более 30 мкм уменьшилось в 2,9 раза.

ОБСУЖДЕНИЕ

В представленном исследовании наибольшие изменения отмечались у животных группы 3, у которых, помимо полнокровия сосудов, появились кровоизлияния. Увеличилось процентное содержание клеток с вакуольной дистрофией, некрозом. Возможно, вследствие развития тканевой гипоксии с нарушением микроциркуляции, эти процессы сопровождаются оксидативным стрессом, характеризующимся усилением перекисного окисления липидов клеточных мембран, что служит ведущим механизмом повреждения клеток. Вероятно, что именно этим и можно объяснить формирование участков некроза и дистрофических процессов в печеночной ткани [4]. В сосудах печени обнаружены тромботические массы. Наблюдались признаки капилляризации синусоидов, вследствие преобразования фенестрированных печеночных синусоидов в нефенестрированные капилляры с одновременным отложением ламинина и коллагена в перисинусоидном пространстве Диссе, что приводит к формированию

базальной мембраны между эндотелием и гепатоцитами. Капилляризация синусоидов печени вызывает гипоксию, поскольку печёночный синусоид — самая узкая сосудистая структура в печени и основное место регуляции кровотока [7]. Особо следует отметить, что в цитоплазме гепатоцитов вокруг ядра отмечались ацидофильные глыбки, представляющие собой белковый материал, который не встречается в норме. Данные глыбки представляют собой цитокератины (белки промежуточных филаментов цитоскелета эпителиальных клеток) [8–10]. Следовательно, данный тип кумулятивной дистрофии развивается по механизму извращённого синтеза. Синтез цитокератинов, вероятно под влиянием табачного дыма, происходит в некоторых гепатоцитах особенно активно. Образованные в большом количестве фибриллярные белки формируют очаговое скопление, расположенное парануклеарно.

В условиях пассивного табакокурения у крыс изменялись размеры гепатоцитов, выявлено значимое увеличение числа клеток диаметром до 10 и 10–20 мкм в центральных и периферических частях долек. При подсчёте двуядерных клеток получены неоднозначные результаты: у крыс в группах 1, 2 — рост показателей, в группе 3 — снижение, что свидетельствует о нарушении регенераторного потенциала под влиянием табачного дыма [11, 12].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При интоксикации табачным дымом в печени крыс развивались дистрофические и некробиотические явления, которые в значительной степени изменяли микроскопическое строение органа, что, возможно, отрицательно сказывается на его функциональной активности. Интоксикация табачным дымом приводит к ослаблению регенераторного потенциала печени, что проявляется

снижением числа двуядерных клеток и значимым уменьшением нормальных гепатоцитов диаметром 20–30 мкм, а также увеличением относительного количества клеток диаметром до 10 и 10–20 мкм как в центральных, так и в периферических зонах долек печени.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

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

Вклад авторов: И.И. Малышев — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание и редактирование текста; О.В. Воробьева, Л.П. Романова — сбор и обработка материала, написание и редактирование текста. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

ADDITIONAL INFO

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 contributions: I.I. Malyshev created the concept and design of the study, collected and processed the material, and wrote and edited the text, O.V. Vorobieva and L.P. Romanova collected and processed the material and wrote and edited the text. All authors confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 10 ведущих причин смерти в мире. Информационный бюллетень ВОЗ, 2020. [дата обращения: 21.03.2021]. Доступ по ссылке: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/ru/>
- Pimpin L., Cortez-Pinto H., Negro F., et al.; EASL HEPAHEALTH Steering Committee. Burden of liver disease in Europe: epidemiology and analysis of risk factors to identify prevention policies // *J Hepatol*. 2018. Vol. 69, N 30. P. 718–735.
- Bataller R. Time to ban smoking in patients with chronic liver diseases // *Hepatology*. 2006. Vol. 44, N 6. P. 1394–1396. doi: 10.1002/hep.21484
- Соломина А.С. Влияние афобазола на генетическую и репродуктивную токсичность табачного дыма у крыс: дис. ... канд. биол. наук. Москва, 2011. 139 с. Режим доступа: <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl01004915335>. Дата обращения: 12.12.2021.
- Лизурчик Л.В., Шейда Е.В. Влияние табачного дыма на содержание токсичных элементов в организме крыс // *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2014. Т. 6, № 167. С. 71–74. Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_22011033_58612801.pdf
- Лизурчик Л.В. Влияние табачной интоксикации на функциональное состояние лабораторных животных и элементный гомеостаз в системе «мать–плацента–плод»: дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2022. 162 с.
- Polidori M.C., Mecocci P., Stahl W., Sies H. Cigarette smoking cessation increases plasma levels of several antioxidant micronutrients and improves resistance towards oxidative challenge // *Br J Nutr*. 2003. Vol. 90, N 1. P. 147–150. doi: 10.1079/bjn2003890
- Jensen K., Gluud C. The Mallory body: morphological, clinical and experimental studies (Part 1 of a literature survey) // *Hepatology*. 1994. Vol. 20, N 4 (Pt 1). P. 1061–1077. doi: 10.1002/hep.1840200440
- Michel R.P., Limacher J.J., Kimoff R.J. Mallory bodies in scar adenocarcinoma of the lung // *Hum Pathol*. 1982. Vol. 13, N 1. P. 81–85. doi: 10.1016/S0046-8177(82)80143-3
- Stumptner C., Fuchsichler A., Zatloukal K., Denk H. In vitro production of Mallory bodies and intracellular hyaline bodies: the central role of sequestosome 1/p62 // *Hepatology*. 2007. Vol. 46, N 3. P. 851–860. doi: 10.1002/hep.21744

11. Fan G., Ya Y., Ni X., Hou J., et al. Application Value of Magnetic Resonance Perfusion Imaging in the early diagnosis of rat hepatic fibrosis // *Biomed Res Int*. 2019. Vol. 2019. P. 5095934. doi: 10.1155/2019/5095934

12. Романова Л.П., Малышев И.И., Воробьева О.В. Физиологические показатели крови у крысят после механической травмы печени на фоне применения биологически активных веществ // *Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева*. 2010. Т. 4, № 68. P. 167–171.

REFERENCES

1. *The top 10 causes of death*. WHO Fact Sheet, 2020 [cited 21 March 2021]. Available from: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death> (In Russ).
2. Pimpin L, Cortez-Pinto H, Negro F, et al. EASL HEPAHEALTH Steering Committee. Burden of liver disease in Europe: epidemiology and analysis of risk factors to identify prevention policies. *J Hepatol*. 2018;69(30):718–735.
3. Bataller R. Time to ban smoking in patients with chronic liver diseases. *Hepatology*. 2006;44(6):1394–1396. doi: 10.1002/hep.21484
4. Solomina AS. *Vliyanie afobazola na geneticheskuyu i reproduktivnyuyu toksichnost tabachnogo dyma u kryys* [dissertation]. Moscow; 2011. 139 p. Available from: <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl01004915335>. Accessed: Jan 12, 2021. (In Russ).
5. Lizurchik LV, Sheyda EV. Influence of tobacco smoke on the content of toxic elements in the body of rats. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2014;6(167):71–74. Available from: https://elibrary.ru/download/elibrary_22011033_58612801.pdf (In Russ).
6. Lizurchik LV. *The effect of tobacco intoxication on the functional state of laboratory animals and elemental homeostasis in the mother-placenta-fetus system* [dissertation]. Moscow; 2022. 162 p. (In Russ).

7. Polidori MC, Mecocci P, Stahl W, Sies H. Cigarette smoking cessation increases plasma levels of several antioxidant micronutrients and improves resistance towards oxidative challenge. *Br J Nutr*. 2003;90(1):147–150. doi: 10.1079/bjn2003890
8. Jensen K, Gluud C. The Mallory body: morphological, clinical and experimental studies (Part 1 of a literature survey). *Hepatology*. 1994;20(4 Pt 1):1061–1077. doi: 10.1002/hep.1840200440
9. Michel RP, Limacher JJ, Kimoff RJ. Mallory bodies in scar adenocarcinoma of the lung. *Hum Pathol*. 1982;13(1):81–85. doi: 10.1016/S0046-8177(82)80143-3
10. Stumtner C, Fuchsichler A, Zatloukal K, Denk H. In vitro production of Mallory bodies and intracellular hyaline bodies: the central role of sequestosome 1/p62. *Hepatology*. 2007;46(3):851–860. doi: 10.1002/hep.21744
11. Fan G, Ya Y, Ni X, Hou J, et al. Application Value of Magnetic Resonance Perfusion Imaging in the early diagnosis of rat hepatic fibrosis. *Biomed Res Int*. 2019;2019:5095934. doi: 10.1155/2019/5095934
12. Romanova LP, Malyshev II, Vorobyova OV. Physiological blood indices of young rats after mechanical traumas of liver in the condition of biologically active substances. *Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. I.Ya. Yakovleva*. 2010;4(68):167–171. (In Russ).

ОБ АВТОРАХ

* **Воробьева Ольга Васильевна**, к.м.н., доцент;
адрес: Россия, 428015, Чебоксары, Московский просп., д. 15;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3259-3691>;
eLibrary SPIN: 5084-1379;
e-mail: olavorobeva@mail.ru

Малышев Игорь Иванович, д.м.н., профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8930-5537>;
eLibrary SPIN: 5905-5397;
e-mail: malichev_med@mail.ru

Романова Любовь Петровна, к.б.н., доцент;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0556-8490>;
eLibrary SPIN: 7016-7283;
e-mail: samung2008@yandex.ru

AUTHORS' INFO

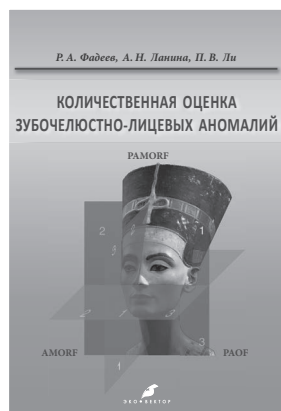
* **Olga V. Vorobeva**, MD, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor;
address: 15 Moskovskii avenue, 428015 Cheboksary, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3259-3691>;
eLibrary SPIN: 5084-1379;
e-mail: olavorobeva@mail.ru

Igor I. Malyshev, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8930-5537>;
eLibrary SPIN: 5905-5397;
e-mail: malichev_med@mail.ru;

Lyubov P. Romanova, MD, Cand. Sci. (Biol), Associate Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0556-8490>;
eLibrary SPIN: 7016-7283;
e-mail: samung2008@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Эти книги и учебные пособия, выпущенные ООО «Эко-Вектор», можно приобрести по адресу: 191186, Санкт-Петербург, Аптекарский переулок, 3, литера А, помещение 1Н, тел. (812)648-83-68. E-mail: nl@eco-vector.com.
<https://www.eco-vector.com/books>



Р. А. Фадеев, А. Н. Ланина, П. В. Ли

Количественная оценка зубочелюстно-лицевых аномалий (2021)

Распространенность зубочелюстно-лицевых аномалий велика, а их структура многообразна. Неправильное смыкание зубов и функциональные нарушения могут отражаться на эстетике лица пациента, а могут, наоборот, быть компенсированы мягкими тканями. Большинство современных классификаций зубочелюстно-лицевых аномалий, применяемых в ортодонтии, позволяет дать качественную оценку, но не учитывает количественной характеристики признаков. Вопросам количественной оценки зубочелюстно-лицевых аномалий посвящено данное учебное пособие, в связи с чем актуальность его чрезвычайно высока. С помощью предложенных авторами методов AMORF, PAOF и PAMORF можно количественно оценить зубочелюстно-лицевые аномалии, на основании этого выбрать тактику лечения, по изменению выраженности признаков — определить его эффективность.

Материалы, представленные в данном учебном пособии, кроме врачей-ортодонтотв могут быть полезны челюстно-лицевым хирургам и стоматологам-ортопедам в практической работе для оценки результатов лечения.



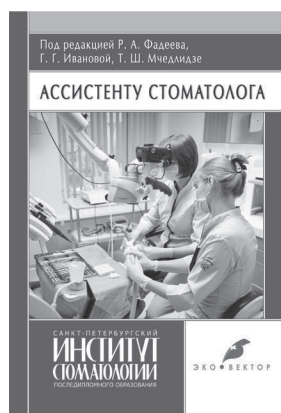
Р. А. Фадеев, В. В. Тимченко

Анализ диагностических моделей челюстей: учебное пособие (2021)

Учебное пособие посвящено одному из важнейших разделов диагностики — анализу контрольно-диагностических моделей челюстей. В нем представлены различные методики расчета и анализа моделей челюстей пациентов в различные возрастные периоды, необходимые для правильной постановки диагноза и планирования лечения.

Издание хорошо иллюстрировано, содержит табличные данные нормальных значений исследуемых параметров, в конце приведены тестовые задания для контроля усвоения материала и эталоны правильных ответов. В приложении размещены варианты диагностических листов для анализа диагностических моделей челюстей пациентов с постоянным, сменным прикусом и прикусом молочных зубов.

Пособие может быть использовано при проведении занятий со студентами стоматологических факультетов, с врачами-ординаторами, на курсах повышения квалификации специалистов, а также в ежедневной практике ортодонтотв и врачей-стоматологов других специальностей.



Ассистенту стоматолога (2017)

Под ред. Р. А. Фадеева, Г. Г. Ивановой, Т. Ш. Мchedlidze

В представленном учебнике изложен материал, необходимый для усвоения помощнику врача-стоматолога. Он прежде всего рассчитан на ассистентов стоматолога и может быть использован для подготовки высококвалифицированных медицинских сестер к работе в стоматологических клиниках.

Представленный в учебнике материал будет весьма полезен и студентам старших курсов стоматологических факультетов, а также интернам и ординаторам, приступающим к работе.

Структурно учебник включает в себя все разделы стоматологии: терапевтическую, хирургическую, ортопедическую стоматологию, стоматологию детского возраста и ортодонтию. Подробно изложен материал о стоматологических инструментах и материалах, используемых на современном клиническом приеме. Кроме того, в учебник включены разделы: «Противоэпидемический режим в стоматологической организации», «Эргономика работы ассистента врача-стоматолога», «Алгоритм взаимодействия ассистента с пациентами на этапах стоматологического приема», «Неотложные состояния в амбулаторной стоматологической практике», «Правовые основы деятельности медицинских сестер в стоматологии».

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.87936>

Памяти Антона Витальевича Немилова (1879–1942)

А.В. Иванов, Н.А. Никишина, М.А. Затолокина, Е.Ю. Авдеева

Курский государственный медицинский университет, Курск, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена краткой научной биографии всемирно известного советского гистолога профессора Антона Витальевича Немилова, ученика русского гистолога и эмбриолога Александра Станиславовича Догеля.

Целью статьи является необходимость уточнения вклада профессора А.В. Немилова в самые крупные научные направления исследований в биологии в первой половине XX века и в формирование объёма знаний по биологии, ставших к настоящему времени аксиоматичными; а также демонстрация его роли в решении проблем практической биологии. В работе использованы материалы Центрального государственного архива Санкт-Петербурга и музея Курского государственного медицинского университета. Проанализирован вклад профессора А.В. Немилова в нейроморфологию, гистофизиологию, гистологию желёз внутренней секреции; в методологию и методику преподавания гистологии; в историю Ленинградского государственного университета и Ленинградского сельскохозяйственного института. Рассказано об участии профессора А.В. Немилова в обороне блокадного Ленинграда в 1941–1942 гг. в качестве одного из руководителей Ленинградского государственного университета. Представлены результаты научных исследований учеников профессора А.В. Немилова, их вклад в морфологические исследования, в методику преподавания гистологии, организацию системы высшего образования страны, а также в сохранение наследия и памяти о своём учителе.

Ключевые слова: А.С. Догель; А.В. Немилов; А.М. Васюточкин; З.С. Кацнельсон; И.Д. Рихтер; П.Г. Петской; научная школа; гистология.

Как цитировать:

Иванов А.В., Никишина Н.А., Затолокина М.А., Авдеева Е.Ю. Памяти Антона Витальевича Немилова (1879–1942) // Морфология. 2022. Т. 160, № 1. С. 65–71. DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.87936>

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.87936>

In memory of Anton Vitalievich Nemilov (1879–1942)

Aleksandr V. Ivanov, Nina A. Nikishina, Mariya A. Zatolokina, Ekaterina Yu. Avdeeva

Kursk State Medical University, Kursk, Russian Federation

ABSTRACT

The article is devoted to a brief scientific biography of the world-famous Soviet histologist, professor Anton Vitalievich Nemilov, a student of the Russian histologist and embryologist Alexander Stanislavovich Dogel.

This article aims to clarify the contribution of prof. A.V. Nemilov to the largest scientific areas of research in biology in the first half of the 20th century and in the formation of knowledge in biology, which has become axiomatic by now, and demonstrate its role in solving the problems in practical biology.

This work used materials from the Central State Archive of St. Petersburg and the Museum of Kursk State Medical University.

Professor A.V. Nemilov contributed to neuromorphology, histophysiology, and endocrine gland histology, as well as to the methodology and methods of histology teaching in the history of Leningrad State University and Leningrad Agricultural Institute.

Professor A.V. Nemilov, as one of the leaders of Leningrad State University, participated in the defense of the besieged Leningrad in 1941–1942.

The results of the scientific studies of the students of professor A.V. Nemilov contributed to scientific morphological research, the methodology of histology teaching, the organization of the country's higher education system, and the preservation of the heritage and memory of their teacher.

Keywords: A.S. Dogel; A.V. Nemilov; A.M. Vasyutichkin; Z.S. Katsnelson; I.D. Richter; P.G. Petskoy; scientific school; histology.

To cite this article:

Ivanov AV, Nikishina NA, Zatolokina MA, Avdeeva EYu. In memory of Anton Vitalievich Nemilov (1879–1942). *Morphology*. 2022;160(1):65–71.

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.87936>

Received: 13.11.2021

Accepted: 11.11.2022

Published: 17.12.2022

Немилов Антон Витальевич (20 июня 1879 — 2 февраля 1942) — доктор биологических наук, профессор, учёный-гистолог, один из основоположников гистофизиологии репродуктивной системы, крупный организатор системы высшего биологического и ветеринарного образования в России первой половины XX века (рис. 1). В 1897 году он окончил гимназию № 8 в Санкт-Петербурге, затем естественное отделение физико-математического факультета Петербургского университета (1902), где учился у известного русского гистолога и эмбриолога профессора Александра Станиславовича Догеля, члена-корреспондента Императорской Санкт-Петербургской Академии наук [1, 2].

Этапы профессиональной карьеры

В 1913 году Антон Витальевич Немилов защитил магистерскую диссертацию на тему «Гистологическое строение дорзальных корешков и белого вещества спинного мозга» (естественное отделение физико-математического факультета Петербургского университета). С 1906 до 1918 года работал в должности хранителя (старшего ассистента) анатомо-гистологического кабинета, с 1913 года — доцента, а с 1918 года — в должности профессора Петроградского университета. С 1924 года заведовал лабораторией цитологии и частной гистологии Ленинградского государственного университета (ЛГУ), кафедрой общей биологии ЛГУ (до 1942 года) и лабораторией физиологической гистологии Физиологического научно-исследовательского института ЛГУ. Заместитель ректора ЛГУ по учебной части (1925–1936); заместитель ректора ЛГУ по научно-учебной части (1936–1942) [1, 2].

Преподавательская деятельность и развитие дидактики гистологии

Профессор А.В. Немилов внёс большой вклад в методику и методологию преподавания гистологии студентам биологических, медицинских и ветеринарных специальностей нашей страны. Антон Витальевич — автор очень популярных в начале-середине XX века учебников по гистологии «Краткий курс практической гистологии. Пособие для практических занятий по цитологии и общей гистологии» (1909), «Курс практической гистологии: пособие для практических занятий по микроскопической анатомии» (1923), «Общий курс микроскопической анатомии человека и животных» (1925), «Гистология и эмбриология домашних животных» (1936), «Основы физиологической гистологии» (1941).

А.В. Немилов перевёл с немецкого на русский язык следующие труды:

- Учебник микроскопической анатомии человека, Ф. Штер (Ph. Stöhr) (1917–1919);
- Строение тела домашних животных. Краткое руководство по анатомии крупных домашних млекопитающих, Р. Диссельгорст (R. Disselhorst) (1914);



Рис. 1. Немилов Антон Витальевич (1879–1942), д.б.н., профессор [4].

Fig. 1. Anton Vitalievich Nemilov (1879–1942), Dr. Sci. (Biol.), Professor [4].

- Руководство анатомии человека (том 1), А. Раубер (A. Rauber) (1911);
- Общая биология (том 1), О. Гертвиг (O. Hertwig) (1911).

В учебно-методических работах определил функции учебников по гистологии как носителей содержания этой науки и как средства обучения студентов медицинских и биологических специальностей. В предисловиях к своим учебникам сформулировал основные дидактические принципы преподавания гистологии:

- учёт целевой аудитории и степени подготовленности читателей;
- объём пособия и его удобоусвояемость;
- лексический критерий;
- наглядность учебного материала;
- профориентационный критерий;
- качество печатного издания и его формат.

Критерии качества учебных пособий, сформулированные А.В. Немиловым в начале XX века, и на сегодняшний день актуальны в дидактике гистологии, эмбриологии и цитологии — используются в качестве практических рекомендаций для авторов учебников и учебных пособий [3].

Вклад в нейроморфологические исследования

В годы совместной работы с А.С. Догелем Антон Витальевич изучал гистологическое строение периферической нервной системы, миелиновые и безмиелиновые нервные волокна у рыб, амфибий и высших позвоночных животных (кошки, собаки). По мнению его ученика профессора З.С. Кацнельсона [1, 2, 4], А.В. Немилов и А.С. Догель первыми в мире описали строение нервных окончаний на гладких миоцитах, а также объяснили происхождение перехватов на миелиновом нервном волокне (еще до французского ученого А. Ранвье). Приоритет принадлежит им и в изучении строения белого вещества спинного мозга у высших позвоночных животных, в описании строения миелиновых и безмиелиновых нервных волокон. До А.В. Немилова и А.С. Догеля считалось, что в миелиновых нервных волокнах существует две оболочки — неврилемма (как на безмиелиновых нервных волокнах) и собственно миелиновая оболочка. В своей магистерской диссертации, посвящённой строению миелиновых и безмиелиновых нервных волокон спинного мозга и его задних корешков, А.В. Немилов впервые доказал, что оболочка миелиновых нервных волокон образована шванновскими клетками, и описал особый тип их расположения [1, 2, 4].

Исследования иммунных органов, гистофизиология репродуктивных систем

Антон Витальевич Немилов уделял большое внимание изучению иммунных органов, описанию гистологического строения и эмбриогенезу селезёнки, тимуса и лимфатических узлов. Его ученик А.М. Васюточкин занимался изучением тимуса и в своей кандидатской диссертации «О миоидных элементах зобной железы в связи с дегенеративными изменениями мышечного волокна» исследовал миоидные элементы (мышечные клетки), содержащиеся в вилочковой железе. Показал, что миоидные элементы развиваются из мезенхимы и ещё в эмбриогенезе проникают в разрастающийся зачаток органа, но быстро начинают дегенерировать. Миобласты, попадающие в тимус, превращаются в волокна, а затем в целые пучки мышечных волокон. В этой работе показано, что в тимусе развивается и второй вид мышечных клеток — округлые структуры с ядром в центре и миофибриллами, расположенными по периферии под мембраной клетки. В этих клетках после заселения в тимус также быстро начинаются дегенеративные изменения. Работа А.М. Васюточкина впервые показала, что в тимусе на начальных этапах его существования развиваются поперечнополосатые мышечные волокна и гладкие миоциты, но сразу после развития начинаются их деструкция и дегенерация [2, 5].

В 20–30-х гг. XX века А.В. Немилов включился в проблему изучения иммунитета и пересадки органов как возможности омоложения организма. В эти же годы Э. Штейнах (E. Steinach) предложил пересадку семенников обезьяны человеку с целью омоложения. Антону

Витальевичу нравилась идея такой ксенотрансплантации, он искал клетки, вырабатывающие тестостерон; предполагал, что мужской половой гормон выделяют клетки Сертоли, но правы оказались французские эндокринологи П. Ансель и П. Буэн (P. Ansel, P. Bouin) доказавшие, что эту функцию выполняют клетки интерстиция яичек [1, 2, 4].

Особое внимание профессор А.В. Немилов уделял изучению возрастных особенностей гистофизиологии репродуктивных систем. Его ученик П.Г. Петской исследовал влияние больших доз гонадотропных гормонов на строение и функции яичников сельскохозяйственных животных. В работе «К вопросу о возрастных и функциональных изменениях в яичнике млекопитающих» П.Г. Петской выделил пять стадий развития яичника: от первичного накопления гамет до старческого увядания органа. Он показал, что введение больших доз гонадотропных гормонов влияет на развивающиеся фолликулы и не оказывает влияния на примордиальные фолликулы, что введение больших доз гонадотропных гормонов беременным животным вызывает выкидыши вне зависимости от срока беременности, что биологически активные вещества увеличивают размер фолликулов, которые по общей структуре такие же, как при естественном развитии [1, 2, 6].

В 1929 году Антон Витальевич издал книгу «Биологическая трагедия женщины. Очерк физиологии женского организма», которая имела большой успех и переиздавалась у нас в стране несколько раз. Труд был переведён на английский язык и издан в США. В этой работе А.В. Немилов объяснял значение половой системы человека не только для репродукции, но и для функционирования психики, утверждая, что только благодаря бурному развитию половой системы высшая нервная деятельность человека достигла огромного прогресса. Человек очень зависим от своего полового аппарата, так как с помощью биологически активных веществ этот аппарат контролирует все важнейшие функции организма и без пола нет человека, писал А.В. Немилов [8]. Продолжение человеческого рода обеспечивается сознанием человека, которое «подчинено» его репродуктивным органам. Половые органы помогают поддерживать организм в тонусе, влияют на умственные и физические функции, от них зависит внешний вид людей [8].

Прикладная деятельность: ветеринария и практическое животноводство

На протяжении всей профессиональной деятельности А.В. Немилов занимался прикладными вопросами биологии и гистологии. В 1909 году работал на Севастопольской биологической станции, в 1912 и 1914 гг. — в командировках на Неаполитанской зоологической станции. С 1910 по 1930 год Антон Витальевич параллельно с работой в ЛГУ заведовал кафедрой анатомии

и гистологии Высших женских сельскохозяйственных курсов (Стебутовских), в настоящее время это Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. С 1914 до 1931 года руководил отделом физиологической гистологии и эндокринологии в Бюро по зоотехнии при Учёном комитете Департамента земледелия (затем реорганизовано в Отдел зоотехнии Государственного института опытной агрономии, а позднее — в Институт животноводства Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук В.И. Ленина).

С 1919 года совместно с И.Д. Рихтер А.В. Немилов изучал строение молочных желёз у различных пород крупного рогатого скота. В 1927 году они доказали корреляцию в степени развития железистого эпителия молочных желёз и эпителия потовых желёз кожи, а в 1930 году описали морфологические изменения сперматогенного эпителия при его временной атрофии. В этот же период А.В. Немилов и одна из первых его учениц И.Д. Рихтер начали изучать морфофункциональное состояние яичников и разработали новый способ наложения фистулы на брюшную стенку для возможности извлечения яичника и динамического наблюдения за созреванием фолликулов [1, 2, 7].

Научная школа А.В. Немилова

В 1939 году И.Д. Рихтер, ученица А.В. Немилова, издала книгу «Биология молочных желёз», над которой они работали вместе. Рисунки в книге выполнены лично Антоном Витальевичем, дано много ссылок на его исследования. Это фундаментальная работа о строении молочных желёз, их филогенезе и онтогенезе, она считается классической и не потеряла своего значения в настоящее время. В этой работе доказано эволюционное развитие молочных желёз из потовых желёз кожи, а не из сальных, как считалось ранее [9].

В конце 30-х гг. XX в. А.В. Немилов и И.Д. Рихтер начали исследование эпителия репродуктивных органов, но из-за Великой Отечественной войны работу Ирина Дмитриевна закончила в мирное время уже одна. Показано, что очень быстрая регенерация эпителия женских половых путей происходит при участии клеток соединительной ткани. Во время быстрой пролиферации влагалищного эпителия И.Д. Рихтер заметила присоединение к нему малодифференцированных клеточных элементов соединительной ткани, с изменением направления дифференцировки последних в сторону эпителия, что позволило утверждать об отсутствии абсолютной разграниченности тканей. Ирина Дмитриевна считала маловероятным, что уже сложившиеся ткани взрослого организма могут менять дифференцировку, тем более высокодифференцированные, но считала возможным при определённых условиях переход малодифференцированных элементов одной ткани в другую.

И.Д. Рихтер продолжила исследования своего учителя. Она изучала прямое деление клеток эпителия

как имеющее место при регенерации эпителия половых путей и считала его одним из способов размножения клеток, более простым, чем митоз, но все же способным давать новые поколения полноценных и жизнеспособных клеток. В 1951 году Ирина Дмитриевна защитила докторскую диссертацию на тему «Гистофизиологические особенности слизистой оболочки половых путей самок крыс и мышей». На рукописи докторской диссертации есть посвящение — «Памяти моего учителя и друга профессора Антона Витальевича Немилова». В знак признательности своему учителю всё, что писала д.м.н., профессор И.Д. Рихтер после смерти своего учителя, она посвящала его памяти [10].

Другой ученик Антона Витальевича, д.м.н., профессор Захар Саулович Кацнельсон, внёс большой вклад в систему ветеринарного образования страны. В послевоенные годы З.С. Кацнельсон заведовал кафедрой цитологии, эмбриологии и гистологии Ленинградского ветеринарного института (ныне Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины). Совместно с И.Д. Рихтер были изданы два практикума для ветеринарных факультетов и один — для медицинских вузов. Все рисунки в них выполнила Ирина Дмитриевна. В практикумах был определён весь объём практических знаний по дисциплине «Гистология» для студентов-медиков. Эти учебные пособия были рекомендованы как обязательные при самостоятельной подготовке студентов к практическим занятиям и для работы на практических занятиях. Практикумы трижды переиздавались с 1959 до 1979 года, были переведены и изданы в ГДР (1963) и Латвийской ССР (1968). Каждое учебное пособие И.Д. Рихтер и З.С. Кацнельсон посвятили своему учителю профессору Антону Витальевичу Немилову, его светлой памяти.

Участие в обороне Ленинграда (1941–1942)

С начала Великой Отечественной войны профессор А.В. Немилов как заместитель ректора ЛГУ по научной части занимался организацией и отправкой студентов-добровольцев ЛГУ на фронт и на строительство оборонительных сооружений вокруг Ленинграда [11]. После того как город был блокирован, Антон Витальевич участвовал в организации дежурств отрядов противовоздушной обороны ЛГУ, в подготовке новых эвакуированных для раненых и помощи военным заводам. Когда в городе начался голод, А.В. Немилов, как и многие другие учёные ЛГУ, много раз выступал с обращениями к жителям блокадного Ленинграда [11]. Антон Витальевич Немилов умер 2 февраля 1942 г. от алиментарной дистрофии — «болезни ленинградцев», вызванной недоеданием в годы блокады, и похоронен на Литераторских мостках Волковского православного кладбища в Ленинграде. По воспоминаниям современников, профессор до последнего дня читал лекции и проводил занятия со студентами [1, 2, 11].

Наследие и память

Эвакуация студентов и сотрудников ЛГУ из блокадного города началась 2 марта 1942 г. Уезжая в эвакуацию, И.Д. Рихтер, доцент биологического факультета ЛГУ, взяла с собой книги из личной библиотеки своего учителя и самые уникальные гистологические препараты из коллекции Санкт-Петербургской — Петроградской — Ленинградской научной гистологической школы, несмотря на то что багаж блокадников, вывозимых по ледяной Дороге жизни, крайне ограничивался. В 1945 году Ирина Дмитриевна Рихтер привезла в Курск то, что смогла спасти из блокадного Ленинграда. В настоящее время в музее Курского государственного медицинского университета хранятся книги (датируемые с 1902 года) из личной библиотеки А.В. Немилова с печатью «Из книг Немилова», фотографии Антона Витальевича, уникальные гистологические препараты, сделанные руками А.С. Догеля, Д.И. Дейнеки и А.В. Немилова. Часть препаратов, выполненных Антоном Витальевичем, сохранил профессор З.С. Кацнельсон, они находятся в Санкт-Петербургском государственном университете ветеринарной медицины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кацнельсон З.С. Антон Витальевич Немилов (К 35-летию научной, педагогической и общественной деятельности) // Природа. 1936. № 8. С. 132–4.
2. Кацнельсон З.С. А.В. Немилов (1879–1942) // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. 1956. Т. 33, № 2. С. 66–72.
3. Фокин С.И. Юрий Александрович Орлов: воспоминания об Анатомио-гистологическом кабинете Петроградского университета // Историко-биологические исследования. 2012. Т. 4, № 4. С. 59–76.
4. Кацнельсон З.С. Клеточная теория в её историческом развитии. Ленинград : Медгиз, 1963. 344 с.
5. Васюточкин А.М. О миоидных элементах зубной железы в связи с дегенеративными изменениями мышечного волокна. Петроград : Типография Товарищества А.С. Суворина «Новое время», 1914. 5 с.
6. Петской П.Г. К вопросу о возрастных и функциональных изменениях в яичнике млекопитающих. Ленинград : Изд-во Ленинградского университета, 1939. 2 с.

REFERENCES

1. Katsnelson Z.S. Anton Vitalevich Nemilov (K 35-letiyu nauchnoy, pedagogicheskoy i obshchestvennoy deyatel'nosti). *Priroda*. 1936;8:132–134. (In Russ).
2. Katsnelson Z.S. A.V. Nemilov (1879–1942). *Arkhiv anatomii, gistologii i embriologii*. 1956;33(2):66–72. (In Russ).
3. Fokin S.I. Reminiscences about the Anatomical-Histological Cabinet of St. Petersburg University: Yuriy A. Orlov. *Studies in the History of Biology*. 2012;4(4):59–76. (In Russ).
4. Katsnelson Z.S. *Kletochnaya teoriya v ee istoricheskom razviti*. Leningrad: Medgiz; 1963. (In Russ).
5. Vasyutochkin A.M. *O mioidnykh elementakh zobnoy zhelezy v svyazi s degenerativnymi izmeneniyami myshechnogo volokna*. Petrograd: Tipografiya Tovarishchestva A.S. Suvorina «Novoe vremya»; 1914. 5 p. (In Russ).
6. Petskoy P.G. *K voprosu o vozrastnykh i funktsionalnykh izmeneniyakh v yaichnike mlekopitayushchikh*. Leningrad: Izd-vo Leningradskogo universiteta; 1939. 2 p. (In Russ).

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

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

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

ADDITIONAL INFO

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 confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

7. Рихтер И.Д., Немилов А.В. К методике изучения физиологии яичника при помощи фистул // Труды ленинградского общества естествоиспытателей. 1934. Т. 12. С. 172–83.
8. Немилов А.В. Биологическая трагедия женщины. Ленинград : Кн-во «Сеятель» Е.В. Высоцкого, 1925. 142 с.
9. Рихтер И.Д. Биология молочных желёз. Ленинград : Сельхозгиз, 1939. 128 с.
10. Иванов А.В., Никишина Н.А., Коротко Т.Г. Памяти Ирины Дмитриевны Рихтер (1895–1972): к 125-летию со дня рождения // Историко-биологические исследования. 2020. Т. 12, № 2. С. 126–39. doi: 10.24411/2076-8176-2020-12010
11. Ежов В.А., Мавродин В.В. Ленинградский университет в годы Великой Отечественной войны. Ленинград : Изд-во Ленинградского университета, 1975. 88 с.

7. Rikhter I.D., Nemilov A.V. K metodike izucheniya fiziologii yaichnika pri pomoshchi fistul. *Trudy leningradskogo obshchestva estestvoispytateley*. 1934;12:172–183. (In Russ).
8. Nemilov A.V. *The biological tragedy of woman*. Leningrad: Kn-vo «Seyatel» E.V. Vysotskogo; 1927. 142 p. (In Russ).
9. Rikhter I.D. *Biologiya molochnykh zhelez*. Leningrad: Selkhozgiz; 1939. 128 p. (In Russ).
10. Ivanov A.V., Nikishina N.A., Korotko T.G. In memoriam of Irina Dmitrievna Richter (1895–1972). In commemoration of the 125th anniversary of her birth. *Studies in the History of Biology*. (In Russ). 2020;12(2):126–139. (In Russ). doi: 10.24411/2076-8176-2020-12010
11. Ezhov V.A., Mavrodin V.V. *Leningradskiy universitet v gody Velikoy Otechestvennoy voyny*. Leningrad: Izd-vo Leningradskogo universiteta; 1975. 88 p. (In Russ).

ОБ АВТОРАХ

* **Никишина Нина Алексеевна**, к. психол. н., ассистент кафедры;
адрес: Россия, 305041, Курск, ул. К. Маркса, д. 3;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2642-826X>;
eLibrary SPIN: 2061-1123;
e-mail: nan2008@mail.ru

Иванов Александр Викторович, д.м.н., профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2412-0475>;
eLibrary SPIN: 5588-8989;
e-mail: ivanovav@kursksmu.net

Затолюкина Мария Алексеевна, д.м.н., профессор кафедры;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9553-1597>;
eLibrary SPIN: 4997-9700;
e-mail: zatolokinama@kursksmu.net

Авдеева Екатерина Юрьевна, студент;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1098-2955>;
eLibrary SPIN: 1126-3751;
e-mail: avdeevaekaterina201202@mail.ru

AUTHORS' INFO

* **Nina A. Nikishina**, Cand. Sci. (Psy.), Assistant Lecturer of the Department;
address: 3 K. Marksa street, 30504 Kursk, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2642-826X>;
eLibrary SPIN: 2061-1123; e-mail: nan2008@mail.ru

Aleksandr V. Ivanov, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2412-0475>;
eLibrary SPIN: 5588-8989;
e-mail: ivanovav@kursksmu.net

Mariya A. Zatolokina, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9553-1597>;
eLibrary SPIN: 4997-9700;
e-mail: zatolokinama@kursksmu.net

Ekaterina Yu. Avdeeva, Student;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1098-2955>;
eLibrary SPIN: 1126-3751;
e-mail: avdeevaekaterina201202@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Морфология

Рецензируемый
научно-теоретический
медицинский журнал

Периодичность: 4 номера в год

ПОДПИСКА

- на сайте издания: заполните форму, оплатите подписку, ждите свой первый подписной номер;
- в издательстве: позвоните по телефону +7(495)409-83-39, либо напишите запрос на подписку в свободной форме на e-mail: podpiska@eco-vector.com;
- через Научную электронную библиотеку [eLibrary.ru](http://elibrary.ru);
- через подписные агентства:

Объединённый каталог «Пресса России» сайт <https://www.ppressa-rf.ru>, www.akc.ru;

ООО «Урал-Пресс» сайт: <http://www.ural-press.ru>;

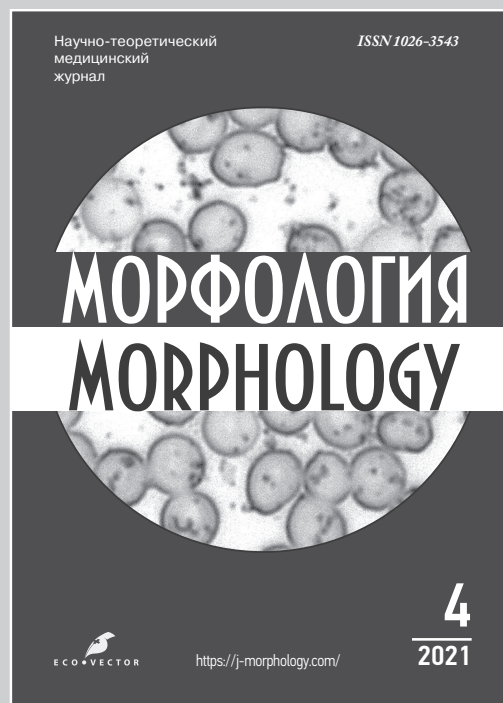
ООО «Руспресса» тел.: +7(495)651-8219;

ООО «Прессинформ» (Санкт-Петербург), тел.: +7(812)786-8119, e-mail: podpiska@crp.spb.ru

Creative Service Band Communication & Subscription Agency (г. Москва)

тел.: +7(499)685-1330, сайт: <https://periodicals.ru>

Подписной индекс на полугодие — **70020**, на год — **85771**



Перейти на сайт журнала