



Оценка влияния факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний на степень тяжести эректильной дисфункции: комплексный статистический анализ

© Армаис А. Камалов, Симон Т. Мацкеплишвили, Михаил Е. Чалый, Андрей А. Стригунов, Дмитрий А. Охоботов, Николай И. Сорокин, Ольга Ю. Нестерова, Алексей В. Кадрев, Лариса И. Дячук, Роман К. Богачев

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
119991, Россия, г. Москва, Ленинские горы, д. 1

Аннотация

Введение. Американская Кардиологическая Ассоциация выделяет 7 основных факторов, которые оказывают влияние на состояние сосудистой стенки: курение, уровень артериального давления, общий уровень холестерина, уровень глюкозы, индекс массы тела, физическая активность и диета. А поражение сосудистой стенки чаще всего манифестирует клинически как васкулогенная эректильная дисфункция (ЭД). Соответственно, оценка пациентов на предмет наличия вышеназванных факторов риска может не только помочь в лечении ЭД, но и значительно повысить шансы на раннее выявление кардиологической патологии.

Цель исследования. Оценка функции маркёров сердечно-сосудистого неблагополучия в прогнозировании наличия или отсутствия ЭД, а также её тяжести.

Материалы и методы. В исследование было включено 40 пациентов (33 – 60 лет). Эректильную функцию оценивали с помощью регистратора пенильных тумесценций «Андроскан-МИТ» (ООО «Минимально инвазивные технологии», Москва, РФ) и опросника МИЭФ-15. Статистическая обработка данных была проведена с помощью программного обеспечения Statistica 12 («StatSoft Inc.», Tulsa, CA, USA) и IBM® SPSS Statistics 26 («SPSS: An IBM Company», IBM SPSS Corp., Armonk, NY, USA).

Результаты. Для пациентов с более тяжёлой степенью ЭД характерно большее отклонение изучаемых показателей от нормы. Наибольшее влияние на выявление той или иной степени ЭД с помощью прибора «Андроскан-МИТ» оказали уровень ОХ, ЛПВП, ЛПНП, СРБ, ИМТ, ТГ и HbA1c. На основании данных андросканирования было получено дерево классификации с двумя ветвлениями (условия ветвления – уровень ОХ и ЛПНП) и четырьмя терминальными вершинами (в зависимости от степени ЭД). Ошибки классификации при прогнозировании степеней ЭД отсутствовали, что в данном случае констатирует хорошую значимость математического прогноза. Наибольшее влияние на выявление ЭД с помощью МИЭФ-15 оказало только значение баллов МИЭФ-15. Единственное условие ветвления при построении деревьев классификаций было количество баллов МИЭФ-15 (получено два ветвления с тремя терминальными вершинами).

Заключение. Факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний являются предикторами ЭД сосудистого генеза, выявленной с помощью андросканирования, в то время как распространённый опросник МИЭФ-15 остаётся полностью зависим от субъективных ощущений пациентов без опоры на лабораторно-инструментальные методы исследования.

Ключевые слова: эректильная дисфункция; Андроскан — МИТ; дислипидемия; гипертоническая болезнь

Аббревиатуры: эректильная дисфункция (ЭД); ишемическая болезнь сердца (ИБС); международный индекс эректильной функции 15 (МИЭФ-15); артериальное давление (АД); относительный прирост диаметра полового члена (ОП); ночные пенильные тумесценции (НПТ)

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Этическое одобрение. Исследование одобрено Локальным независимым этическим комитетом МНОЦ МГУ им М.В. Ломоносова (Протокол №14 от 21 декабря 2020 года).

Этическое заявление. Исследование выполнено в соответствии положениями Хельсинкской декларации (пересмотренной в Форталезе, Бразилия, в октябре 2013 года).

Информированное согласие. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании и обработку персональных данных.

Вклад авторов: А.А. Камалов, С.Т. Мацкеплишвили, М.Е. Чалый — научное руководство, критический обзор; Д.А. Охоботов, Н.И. Сорокин, А.В. Кадрев, Л.И. Дячук — разработка дизайна исследования, научное редактирование; А.А. Стригунов, О.Ю. Нестерова, Р.К. Богачев — сбор и анализ данных; написание текста рукописи, обзор публикаций по теме статьи.

✉ **Корреспондирующий автор:** Ольга Юрьевна Нестерова; e-mail: oy.nesterova@gmail.com

Поступила в редакцию: 02.02.2022. **Принята к публикации:** 09.03.2022. **Опубликована:** 26.03.2022.

Для цитирования: Камалов А.А., Мацкеплишвили С.Т., Чалый М.Е., Стригунов А.А., Охоботов Д.А., Сорокин Н.И., Нестерова О.Ю., Кадрев А.В., Дячук Л.И., Богачев Р.К. Оценка влияния факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний на степень тяжести эректильной дисфункции: комплексный статистический анализ. *Вестник урологии*. 2022;10(1):15-31. DOI: 10.21886/2308-6424-2022-10-1-15-31.

Assessing the influence of cardiovascular risk factors on the severity of erectile dysfunction: a multivariate statistical analysis

© Armais A. Kamalov, Simon T. Matskeplishvili, Mikhail E. Chaliy,
Andrey A. Strigunov, Dmitry A. Okhobotov, Nikolay I. Sorokin, Olga Yu. Nesterova,
Alexey V. Kadrev, Larisa I. Dyachuk, Roman K. Bogachev

Lomonosov Moscow State University
Russian Federation, 119991, Moscow, 1 Leninskie Hls.

Abstract

Introduction. The American Heart Association identifies 7 major factors that affect the condition of the vascular wall: smoking, blood pressure, total cholesterol, glucose, body mass index, physical activity, and diet. The vascular wall lesions most often manifest clinically as vasculogenic erectile dysfunction (ED). Consequently, evaluating patients for the presence of the above risk factors can not only help in the treatment of ED, but can also significantly increase the chances of early detection of cardiac pathology.

Objective. To assess cardiovascular disorder markers' role in prognosing of the presence or absence of ED and its severity.

Materials and methods. The study included 40 patients aged 33 – 60 years. Erectile function was assessed using the device «Androscan – MIT» («Minimally invasive technologies» LLC, Moscow, Russian Federation) and the IIEF-15 questionnaire. Statistical data processing was carried out using Statistica 12 («StatSoft Inc.», Tulsa, CA, USA) и IBM® SPSS Statistics 26 («SPSS: An IBM Company», IBM SPSS Corp., Armonk, NY, USA).

Results. For patients with more severe ED, a greater deviation of the parameters studied from normal is typical. The most significant impact on the detection of different ED degrees using the device «Androscan – MIT» had TC, HDL, LDL, RP, BMI, triglycerides и HbA1c levels. Based on the androscanning data, a classification tree with two branches (branching conditions — the level of TC and LDL) and four terminal vertices (depending on the degree of ED) was obtained. There were no classification errors predicting ED degrees, which in this case indicates the good significance of the mathematical prediction. Only IIEF-15 scores had the greatest impact on ED detection using IIEF-15. The only condition for branching when constructing classification trees was the number of IIEF-15 points (two branches with three terminal vertices were obtained).

Conclusion. Cardiovascular risk factors are predictors of vascular ED, detected by androscanning, while the widespread IIEF-15 questionnaire remains completely dependent on subjective feelings of patients without relying on laboratory and instrumental research methods.

Keywords: erectile dysfunction; «Androscan – MIT»; dyslipidemia; hypertension

Abbreviations: erectile dysfunction (ED); coronary heart disease (CHD); International Index of Erectile Function 15 (IIEF-15); blood pressure (BP); relative increase in penis diameter (RI_n); nocturnal penile tumescence (NPT)

Financing. The study was not sponsored.

Conflict of interests. The authors declare no conflicts of interest.

Ethical statement. The study was approved by the Ethics Committee of the International Scientific and Educational Center, Lomonosov Moscow State University (Protocol No. 14 signed 21 December 2020). The study was carried out in accordance with the Declaration of Helsinki (revised in Fortaleza, Brazil, October 2013).

Informed consent. All patients signed an informed consent to participate in the study and to process personal data.

Authors' contribution: A.A. Kamalov, S.T. Matskeplishvili, M.E. Chaly — supervision, critical review; D.A. Okhobotov, N.I. Sorokin, A.V. Kadrev, L.I. Dyachuk — research design development, scientific editing; A.A. Strigunov, O.Yu. Nesterova, R.K. Bogachev — data acquisition; drafting the manuscript, literature review.

✉ **Corresponding author:** Olga Yurievna Nesterova; e-mail: oy.nesterova@gmail.com

Received: 02/02/2022. **Accepted:** 03/09/2022. **Published:** 03/26/2022.

For citation: Kamalov A.A., Matskeplishvili S.T., Chaly M.E., Strigunov A.A., Okhobotov D.A., Sorokin N.I., Nesterova O.Yu., Kadrev A.V., Dyachuk L.I., Bogachev R.K. Evaluation of the influence of cardiovascular risk factors on the severity of erectile dysfunction: a comprehensive statistical analysis. *Vestn. Urol.* 2022;10(1):15-31. (In Russ.). DOI: 10.21886/2308-6424-2022-10-1-15-31.

Введение

Эректильная дисфункция (ЭД) сосудистого генеза представляет собой неспособность достигнуть или поддержать достаточную для полового акта эрекцию в связи с первичным нарушением в системе пенильных артерий [1]. Самой распространённой причиной поражения сосудов является атеросклероз, имеющий, как правило, системный характер. При появлении первых симптомов ЭД нарушение сосудов более крупного калибра, в частности, коронарных и каротидных артерий, носит субклинический характер, что указывает на возможность развития фатальных сердечно-сосудистых осложнений при отсутствии необходимого обследования и лечения [2]. Описанная теория последовательного поражения сосудов в зависимости от их диаметра была впервые выдвинута F. Montorsi et al. в 2003 году [3]. Согласно этой теории, становится понятно, почему ЭД чаще предшествует развитию различных форм клинически выраженной ишемической болезни сердца (ИБС) и появляется за 2 – 3 года до манифестации кардиальных симптомов [4].

В 2015 году во всем мире было зарегистрировано 422,7 миллионов случаев сердечно-сосудистых заболеваний и 17,92 миллионов смертей от данных заболеваний [5]. Распространённость ЭД по результатам эпидемиологического исследования в РФ достигает 90% в популяции мужчин в возрасте до 75 лет, причём у 71,3% опрошенных отмечается лёгкая степень нарушений [6], что говорит о начавшемся, но пока ещё обратимом поражении пенильного сосудистого русла с вероятным субклиническим поражением висцеральных сосудов. Полезным механизмом снижения распространённости и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний и их осложнений является внедрение в рутинную практику алгоритма оценки состояния эректильной функции, как раннего и чувствительного маркера системного поражения сосудов [2].

Эректильная функция пациентов может быть оценена как на основании субъективных ощущений пациентов [7], так и с помощью объективного измерения ночных пенильных тумесценций [8]. Субъективная оценка ЭД проводится с помощью различных анкет, наиболее распространённым из которых является международный индекс эректильной функции (МИЭФ-15) [7], имею-

щий ограниченные возможности при дифференцировке психогенных и органических нарушений, а также при выявлении субклинических форм нарушений эрекции. Объективная оценка ЭД лишена подобных недостатков в связи с отсутствием кортикального контроля над эрекцией во время сна, что позволяет отличать нарушения эректильной функции органического и психогенного генеза, а также диагностировать нарушения ещё до появления первых симптомов. Для ранней объективной диагностики ЭД в зарубежных странах используют аппаратное устройство RigiScan® Plus Rigidity Assessment System («Gesiva Medical» LLC, Eden Prairie, MN, USA) [8], в то время как российским аналогом устройства является аппаратный комплекс «Андроскан-МИТ» [1].

По данным американской кардиологической ассоциации, выделяют 7 основных факторов, которые оказывают влияние на состояние сосудистой стенки: курение, уровень артериального давления (АД), общий уровень холестерина, уровень глюкозы, индекс массы тела, физическая активность и диета [9]. А поражение сосудистой стенки чаще всего манифестирует клинически как васкулогенная ЭД [5]. Соответственно, оценка пациентов на предмет наличия вышеперечисленных факторов риска может не только помочь в лечении ЭД, но и значительно повысить шансы на раннее выявление кардиологической патологии [3].

В связи с этим целью настоящего исследования стала оценка влияния факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний на степень тяжести ЭД сосудистого генеза.

Материалы и методы

Исследуемая выборка. В исследование было включено 40 пациентов, амбулаторно обследованных на базе МНОЦ МГУ по поводу нарушения эректильной функции. Критериями включения в исследование был возраст от 25 до 60 лет, желание обследоваться с целью улучшения качества эрекции. Критериями исключения являлись наличие заболеваний, передаваемых половым путём, воспалительных заболеваний половых органов и нижних мочевых путей, наличие психических заболеваний и выраженных неврологических нарушений. Всем больным проводили обследование, включающее сбор анамнеза на предмет наличия гипертонической болезни (ГБ) и курения,

измерение артериального давления (АД), индекса массы тела (ИМТ), исследование липидного (уровень ЛПВП, ЛПНП, триглицеридов, холестерина) и гликемического (уровень HbA1c) профилей, определение уровня С-реактивного белка. Эректильную функцию оценивали двумя методами — с применением опросника МИЭФ-15 (эректильный домен) и с помощью прибора, регистрирующего пенильные тумесценции — «Андроскан-МИТ» (ООО «Минимально инвазивные технологии», Москва, Россия). Для интерпретации показателей использовали разработанные академиком А.А. Камаловым и профессором М.Е. Чалым критерии: нормальная эректильная функция определялась в случае относительного прироста диаметра полового члена (ОП) более 30% и длительностью ночных пенильных тумесценций (НПТ) с ОП более 30% более 60 минут. Лёгкая ЭД выставлялась в случае ОП более 30% с длительностью НПТ с ОП более 30% от 10 до 60 минут (1 вариант), в случае ОП более 30% и длительностью НПТ с ОП более 20% — более 10 минут (2 вариант), в случае ОП от 20% до 30% при длительности НПТ с ОП более 20% — более 60 минут. ЭД 2 степени выставлялась при ОП от 20% до 30% с длительностью НПТ с ОП более 30% от 10 до 60 минут. ЭД 3 степени выставлялась в случае ОП менее 20% или длительности НПТ менее 10 минут при любом ОП [10].

Применяемое оборудование. Для объективной оценки эректильной дисфункции был использован прибор «Андроскан-МИТ», представляющий собой легко надеваемое миниатюрное, автономное, беспроводное регистрационное устройство с процессором, памятью, автономным питанием. Регистрация диаметра полового члена после активации датчика происходит каждые 10 секунд в течение 12 часов. После завершения исследования устройство подключается, для считывания накопленных данных, к считывающему устройству по беспроводному каналу связи. Считывающее устройство подключается к персональному компьютеру (ПК) с помощью стандартного USB-кабеля. Количество исследований, которое возможно выполнить с помощью одного датчика (после стандартной обработки), — 20.

Методы статистического анализа. Данные были собраны с использованием пакета Microsoft Office Excel 365 (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA). Статистическая обработ-

ка данных была проведена с использованием программного обеспечения Statistica 12 («StatSoft Inc.», Tulsa, CA, USA) и IBM® SPSS Statistics 26 («SPSS: An IBM Company», IBM SPSS Corp., Armonk, NY, USA).

Клинические параметры выборки для непрерывных величин представлены в виде средних значений \pm стандартное отклонение (SD), для дискретных величин — в виде процентов встречаемости (%). Оценка нормальности распределения данных была проведена с использованием критериев Колмогорова-Смирнова и Shapiro-Wilk. Для оценки различий нормально и ненормально распределённых непрерывных клинических характеристик в зависимости от степени ЭД был использован дисперсионный анализ ANOVA и критерий Kruskal-Wallis соответственно. Оценка различий частоты качественных показателей проводилась с использованием критерия согласия Pearson (χ^2 Pearson). В зависимости от вклада клинических характеристик (предикторов) в принадлежность к определённому классу ЭД их ранг был оценён по шкале от 0 до 100. В качестве метода прогнозирования и классификации пациентов в зависимости от степени ЭД были использованы деревья классификации с применением метода дискриминантного одномерного ветвления по категориальным и порядковым предикторам (клиническим характеристикам). Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

В исследование было включено 40 пациентов в возрасте от 33 до 60 лет (средний возраст составил $50,0 \pm 8,35$ лет). Клинические характеристики изучаемой выборки представлены в таблице 1.

Таблица 1. Клинические характеристики исследуемой группы

Table 1. Clinical characteristics of the study group

Параметр <i>Parameter</i>	Значение <i>Value</i>
Непрерывные переменные, $M \pm SD$ <i>Continuous variables, $M \pm SD$</i>	
Возраст, лет <i>Age, years</i>	$50,0 \pm 8,35$
МИЭФ-15, баллы <i>IEF-15, points</i>	$16,55 \pm 4,55$
САД, мм рт. ст. <i>SBP, mmHg</i>	$142,33 \pm 15,21$

Параметр <i>Parameter</i>	Значение <i>Value</i>	Параметр <i>Parameter</i>	Значение <i>Value</i>
ДАД, мм рт. ст. <i>DBP, mmHg</i>	86,28 ± 6,31	Дискретные переменные (n = 40) <i>Discrete variables (n = 40)</i>	
ИМТ, кг/м ² <i>BMI, kg/m²</i>	33,57 ± 2,72	Гипертоническая болезнь, % <i>Hypertension, %</i>	57,5
ЛПВП, ммоль/л <i>HDL, mmol/l</i>	1,36 ± 0,39	Курение, % <i>Smoking, %</i>	40,0
ЛПНП, ммоль/л <i>LDL, mmol/l</i>	4,03 ± 0,81	Примечания: МИЭФ-15 — международный индекс эректильной функции; САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление; ИМТ — индекс массы тела; ЛПВП — липопротеины высокой плотности; ЛПНП — липопротеины низкой плотности; HbA1c — гликированный гемоглобин; СРБ — С-реактивный белок	
Триглицериды, ммоль/л <i>Triglycerides, mmol/l</i>	3,31 ± 0,85	Notes: IIEF-15 — <i>International Index of Erectile Function</i> ; SBP — <i>systolic blood pressure</i> ; DBP — <i>diastolic blood pressure</i> ; BMI — <i>body mass index</i> ; HDL — <i>high density lipoproteins</i> ; LDL — <i>low density lipoproteins</i> ; HbA1c — <i>glycated hemoglobin</i> ; CRP — <i>C-reactive protein</i>	
Холестерин, ммоль/л <i>Cholesterol, mmol/l</i>	7,85 ± 0,98		
HbA1c, % <i>HbA1c, %</i>	6,96 ± 0,70		
СРБ, мг/л <i>CRP, mg/l</i>	2,84 ± 1,29		

Таблица 2. Сравнительная характеристика клинических параметров выборки в зависимости от степени эректильной дисфункции по данным андросканирования

Table 2. Comparative characteristics of the clinical parameters of the sample depending on the degree of erectile dysfunction according to androscanning data

Параметр <i>Parameter</i>	Степень эректильной дисфункции <i>Degree of Erectile dysfunction</i>				p
	Нет <i>None</i> n = 2	1 n = 13	2 n = 19	3 n = 6	
Непрерывные переменные, среднее ± SD <i>Continuous variables, mean ± SD</i>					
Возраст, лет <i>Age, years</i>	45,0 ± 5,66	45,23 ± 8,26	51,26 ± 7,65	58,00 ± 3,35	0,006
МИЭФ-15, баллы <i>IIEF-15, points</i>	21,5 ± 2,12	18,54 ± 3,15	16,42 ± 4,41	11,00 ± 3,1	0,006
САД, мм рт. ст. <i>SBP, mmHg</i>	126,5 ± 2,12	134,46 ± 12,54	147,53 ± 15,45	148,17 ± 12,72	0,027
ДАД, мм рт. ст. <i>DBP, mmHg</i>	81,5 ± 0,71	83,77 ± 4,99	87,89 ± 7,23	88,17 ± 4,75	0,226
ИМТ, кг/м ² <i>BMI, kg/m²</i>	28,11 ± 1,39	31,21 ± 1,66	34,77 ± 1,19	36,69 ± 1,46	< 0,001
ЛПВП, ммоль/л <i>HDL, mmol/l</i>	2,18 ± 0,22	1,75 ± 0,21	1,14 ± 0,08	0,94 ± 0,04	< 0,001
ЛПНП, ммоль/л <i>LDL, mmol/l</i>	2,37 ± 0,2	3,45 ± 0,18	4,23 ± 0,56	5,17 ± 0,49	< 0,001
Триглицериды, ммоль/л <i>Triglycerides, mmol/l</i>	1,3 ± 0,11	2,73 ± 0,72	3,61 ± 0,38	4,27 ± 0,08	< 0,001
Холестерин, ммоль/л <i>Cholesterol, mmol/l</i>	5,49 ± 0,54	7,05 ± 0,38	8,2 ± 0,3	9,24 ± 0,12	< 0,001
HbA1c, % <i>HbA1c, %</i>	5,6 ± 0,14	6,62 ± 0,47	7,08 ± 0,61	7,78 ± 0,19	0,001
СРБ, мг/л <i>CRP, mg/l</i>	1,13 ± 0,13	1,83 ± 0,41	3,17 ± 1,12	4,6 ± 0,23	< 0,001

Таблица 2 (продолжение). Сравнительная характеристика клинических параметров выборки в зависимости от степени эректильной дисфункции по данным андросканирования

Table 2 (continue). Comparative characteristics of the clinical parameters of the sample depending on the degree of erectile dysfunction according to androscanning data

Параметр <i>Parameter</i>	Степень эректильной дисфункции <i>Degree of Erectile dysfunction</i>				p
	Нет <i>None</i> n = 2	1 n = 13	2 n = 19	3 n = 6	
Дискретные переменные, n (%) <i>Discrete variables, n (%)</i>					
Гипертоническая болезнь, n = 23 <i>Hypertension, n = 23</i>	0	4 (17,4)	14 (60,9)	5 (21,7)	0,017
Курение, n = 16 <i>Smoking, n = 16</i>	0	3 (18,8)	7 (43,8)	6 (37,5)	0,008

Примечания: ЭД — эректильная дисфункция; МИЭФ-15 — международный индекс эректильной функции; САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление; ИМТ — индекс массы тела; ЛПВП — липопротеины высокой плотности; ЛПНП — липопротеины низкой плотности; HbA1c — гликированный гемоглобин; СРБ — С-реактивный белок

Notes: IIEF-15 — International Index of Erectile Function; SBP — systolic blood pressure; DBP — diastolic blood pressure; BMI — body mass index; HDL — high density lipoproteins; LDL — low density lipoproteins; HbA1c — glycated hemoglobin; CRP — C-reactive protein

Данные сравнения основных параметров пациентов в зависимости от степени ЭД по данным андросканирования представлены в таблице 2. Установлено, что все изучаемые клинические характеристики, кроме диастолического артериального давления (ДАД), существенно различаются у пациентов с разными степенями ЭД ($p < 0,05$). При этом для пациентов с более тяжёлой степенью ЭД по сравнению с более лёгкими

формами характерно большее отклонение изучаемых показателей от нормы. Для ДАД наблюдалась аналогичная тенденция, однако полученные различия оказались статистически незначимыми.

Результаты сравнения основных клинических характеристик пациентов в зависимости от степени ЭД по данным МИЭФ-15 представлены в таблице 3. Установлено, что ДАД и уровень HbA1c, несмотря на

Таблица 3. Сравнительная характеристика клинических параметров выборки в зависимости от степени ЭД по данным МИЭФ-15

Table 3. Comparative characteristics of the clinical parameters of the sample depending on the degree of erectile dysfunction according to IIEF-15 data

Параметр <i>Parameter</i>	Степень эректильной дисфункции <i>Degree of Erectile dysfunction</i>			p
	1 n = 19	2 n = 16	3 n = 5	
Непрерывные переменные, среднее ± SD <i>Continuous variables, mean ± SD</i>				
Возраст, лет <i>Age, years</i>	45,63 ± 8,56	52,56 ± 5,93	58,40 ± 3,58	0,0014
МИЭФ-15, баллы <i>IIEF-15, points</i>	20,68 ± 1,73	13,94 ± 1,69	9,20 ± 1,30	< 0,001
САД, мм рт. ст. <i>SBP, mmHg</i>	135,16 ± 11,86	147,63 ± 16,88	152,60 ± 8,05	0,0152
ДАД, мм рт. ст. <i>DBP, mmHg</i>	83,89 ± 5,35	88,63 ± 7,00	87,80 ± 4,82	0,079

Таблица 3 (продолжение). Сравнительная характеристика клинических параметров выборки в зависимости от степени ЭД по данным МИЭФ-15

Table 3 (continue). Comparative characteristics of the clinical parameters of the sample depending on the degree of erectile dysfunction according to IIEF-15 data

Параметр <i>Parameter</i>	Степень эректильной дисфункции <i>Degree of Erectile dysfunction</i>			p
	1 n = 19	2 n = 16	3 n = 5	
Непрерывные переменные, среднее ± SD <i>Continuous variables, mean ± SD</i>				
ИМТ, кг/м ² <i>BMI, kg/m²</i>	31,90 ± 2,54	34,76 ± 1,80	36,13 ± 1,97	< 0,001
ЛПВП, ммоль/л <i>HDL, mmol/l</i>	1,59 ± 0,40	1,20 ± 0,27	1,03 ± 0,13	0,0021
ЛПНП, ммоль/л <i>LDL, mmol/l</i>	3,57 ± 0,61	4,43 ± 0,75	4,50 ± 0,84	0,0047
Триглицериды, ммоль/л <i>Triglycerides, mmol/l</i>	2,90 ± 0,92	3,61 ± 0,60	3,88 ± 0,61	0,0157
Холестерин, ммоль/л <i>Cholesterol, mmol/l</i>	7,27 ± 0,91	8,24 ± 0,70	8,78 ± 0,67	< 0,001
НbA1c, % <i>HbA1c, %</i>	6,78 ± 0,69	7,08 ± 0,68	7,28 ± 0,78	0,179
СРБ, мг/л <i>CRP, mg/l</i>	2,09 ± 0,72	3,45 ± 1,37	3,82 ± 1,18	< 0,001
Дискретные переменные, n (%) <i>Discrete variables, n (%)</i>				
Гипертоническая болезнь, n = 23 <i>Hypertension, n = 23</i>	6 (26,1)	12 (52,2)	5 (21,7)	0,004
Курение, n = 16 <i>Smoking, n = 16</i>	2 (12,5)	11 (68,8)	3 (18,8)	0,001

Примечания: ЭД — эректильная дисфункция; МИЭФ-15 — международный индекс эректильной функции; САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление; ИМТ — индекс массы тела; ЛПВП — липопротеины высокой плотности; ЛПНП — липопротеины низкой плотности; НbA1c — гликированный гемоглобин; СРБ — С-реактивный белок

Notes: IIEF-15 — International Index of Erectile Function; SBP — systolic blood pressure; DBP — diastolic blood pressure; BMI — body mass index; HDL — high density lipoproteins; LDL — low density lipoproteins; HbA1c — glycosylated hemoglobin; CRP — C-reactive protein

тенденцию к повышению с увеличением тяжести эректильной функции, статистически значимо не отличаются для пациентов с разными степенями ЭД ($p > 0,05$). Остальные клинические параметры, аналогично полученным при андросканировании данным, существенно отличались в зависимости от степени ЭД ($p < 0,05$). При этом для пациентов с более тяжёлой степенью ЭД по сравнению с более лёгкими формами характерно большее отклонение изучаемых показателей от нормы.

На рисунке 1 представлены ранги (значимости) влияния клинических характеристик пациентов на выявление ЭД, по дан-

ным андросканирования (А) и МИЭФ-15 (В). Наибольшее влияние на определение степени ЭД с помощью прибора «Андроскан-МИТ» (ранг более 60) оказывают уровень общего холестерина (100), ЛПВП (89), ЛПНП (81), С-реактивный белок (78), ИМТ (78), уровень триглицеридов (74) и НbA1c (63). Наибольшее влияние на определение степени ЭД с помощью опросника МИЭФ-15 оказало только значение баллов по шкале МИЭФ-15 (100), что делает данную оценку полностью зависимой от субъективных ощущений пациентов без опоры на лабораторные и инструментальные методы исследования.

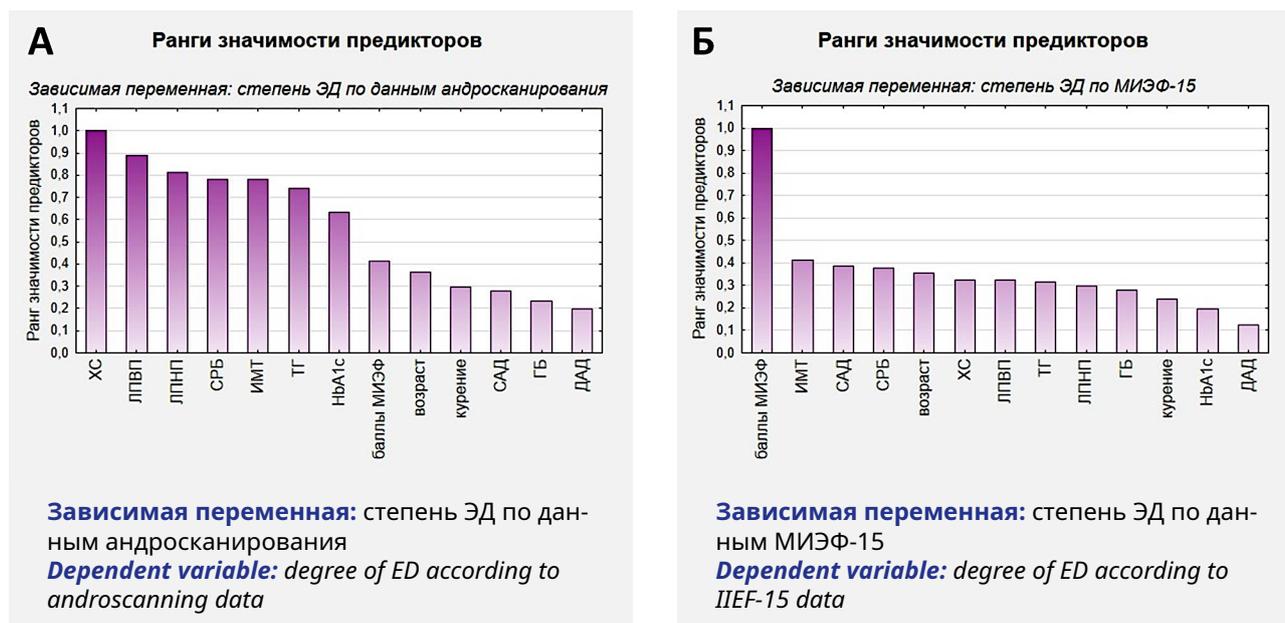


Рисунок 1. Значимость клинических характеристик выборки на выявление эректильной дисфункции (ЭД) по данным андросканирования (А) и данным МИЭФ-15 (Б)

Figure 1. The significance of the clinical characteristics of the sample for the detection of erectile dysfunction (ED) according to androscanning data (A) and IIEF-15 data (B)

В целях классификации пациентов по уровням ЭД на основании данных андросканирования в зависимости от значения исследуемых предикторов было получено дерево классификации с двумя ветвлениями и четырьмя терминальными вершинами (рис. 2). Условие ветвления корневой вершины (узел 0) — уровень общего холестерина. Отсюда следует, что при уровне холестерина $\leq 7,775$ ммоль/л (узел 1) 100% больных имеют 1 степень ЭД или нормальную эректильную функцию (86,7% и 13,3% соответственно). Условие ветвление узла 1 — уровень ЛПНП. Если уровень ЛПНП $\leq 2,865$ ммоль/л (узел 3) и общего холестерина $\leq 7,775$ ммоль/л, то 100% пациентов имеют нормальную эректильную функцию, в то время как при уровне ЛПНП $\geq 2,865$ ммоль/л (узел 4) — 1 степень ЭД. При уровне холестерина более 7,775 ммоль/л (узел 2) 100% больных страдают от ЭД 2 и 3 степеней (76% и 24% соответственно), в то время как при холестерине более 9 ммоль/л (узел 6) 100% больных имеют 3 степени ЭД, а при холестерине ≤ 9 ммоль/л (узел 5) — 2 степень ЭД. Ошибки классификации при прогнозировании степеней ЭД отсутствовали, что в данном случае констатирует хорошую значимость математического прогноза.

На следующем этапе исследования построены деревья классификации для степени ЭД, по данным опросника МИЭФ-15, с двумя ветвлениями и тремя терминальными вершинами (рис. 3). Единственное условие всех полученных ветвлений — количество баллов МИЭФ-15. Точность данной оценки составила 100% для всех степеней ЭД, что в данном случае констатирует хорошую значимость математического прогноза, однако делает данную оценку полностью зависимой от субъективных ощущений пациентов без опоры на лабораторные и инструментальные методы исследования.

Обсуждение

ЭД является распространённой проблемой и угрозой демографической ситуации как в Российской Федерации, так и во всем мире. Риск возникновения ЭД с возрастом повышается, что было подтверждено в ходе Массачусетского исследования по изучению вопросов старения мужчин, в котором ЭД была выявлена примерно у 50% пациентов в возрасте 50 лет, 60% — в возрасте 60 лет и 70% — в возрасте 70 лет [11]. Таким образом, общепринятым фактором риска развития эректильной дисфункции является возраст мужского населения, что было подтверждено результатами как оте-

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Степень ЭД по данным андросканирования
Degree of ED according to androscanning data

- 0-нет ЭД
- 1-1 степень ЭД
- 2-2 степень ЭД
- 3-3 степень ЭД

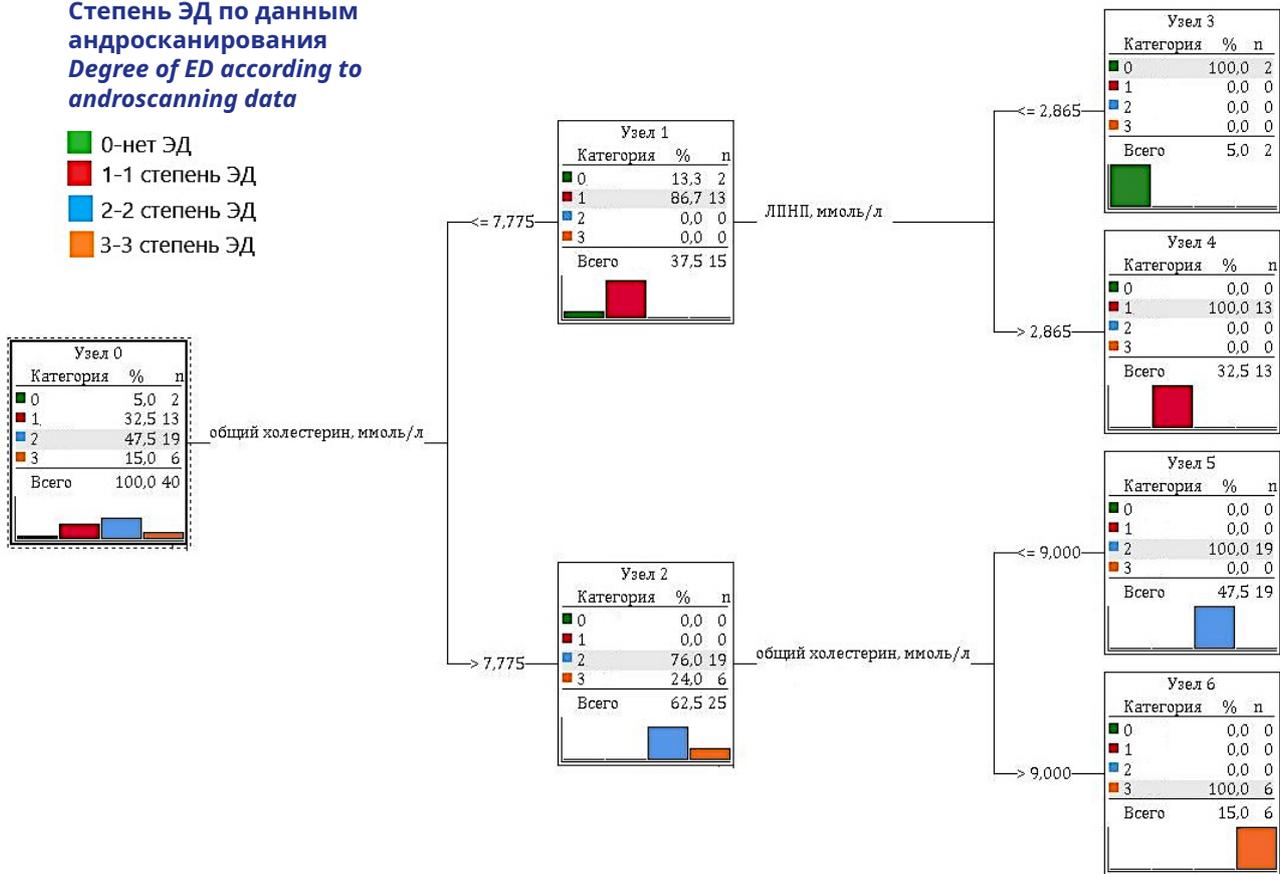


Рисунок 2. Дерево классификации прогнозирования степени эректильной дисфункции (ЭД) на основе данных андросканирования по клиническим характеристикам

Figure 2. Predictive dendrogram of the degree of erectile dysfunction (ED) based on androscanning data by clinical characteristics

Степень ЭД по данным МИЭФ-15
Degree of ED according to IIEF-15 data

- 1-1 степень ЭД
- 2-2 степень ЭД
- 3-3 степень ЭД

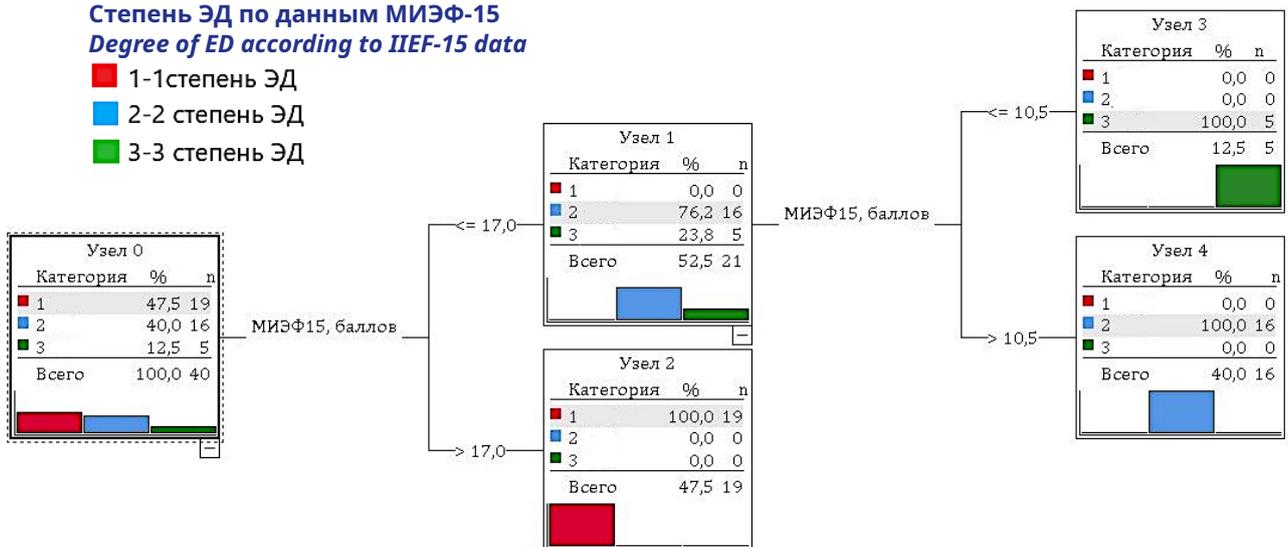


Рисунок 3. Дерево классификации прогнозирования степени эректильной дисфункции (ЭД) на основе опросника МИЭФ-15 по клиническим характеристикам

Figure 3. Predictive dendrogram of the degree of erectile dysfunction (ED) based on the IIEF-15 data according to clinical characteristics

чественных, так и зарубежных коллег. По данным работы F. Iacono et al. (2012), ЭД, оценённая путём измерения ночных пенильных тумесценций с использованием RigiScan-теста, была более распространена среди мужчин в возрасте 65 лет и старше. Установлено, что риск развития ЭД для мужчин указанной возрастной группы в 7,5 раз выше (ДИ = 5,1 – 9,9), чем для пациентов младше 65 лет, что связывали с развитием кавернозного фиброза за счёт чрезмерного отложения жировой ткани на фоне метаболических нарушений (в том числе повышенного уровня мочевой кислоты) [12], курения, сердечно-сосудистых заболеваний [13]. Похожие данные были получены отечественными коллегами при оценке эректильной функции с помощью опросника МИЭФ-15. Показано, что тяжесть эректильной функции положительно коррелировала с возрастом опрошенных пациентов. Так для мужчин до 50 лет тяжёлая степень ЭД встречается реже чем в 3% случаев, в то время как в возрастной группе 71 – 80 лет — в 56,5% случаев. Параллельно с увеличением тяжёлых нарушений эректильной функции с возрастом была отмечена тенденция уменьшения доли пациентов с лёгкими формами ЭД [14]. Результаты настоящего исследования объединяют полученные отечественными и зарубежными коллегами данные. Выраженность эректильных нарушений, оценённых как с помощью МИЭФ-15, так и с использованием аппарата «Андроскан-МИТ», зависит от возраста пациентов. Среди пациентов старшего возраста тяжёлые формы ЭД как по объективным, так и по субъективным данным распространены чаще, чем среди пациентов более молодого возраста.

Результаты опросника МИЭФ-15 не всегда согласуются с результатами объективной оценки эректильной функции [15]. По данным Z. Tokatli et al. (2006), на основании результатов опросника МИЭФ-15 87% пациентов (78 пациентов) имели ЭД, однако 55 из них при измерении ночных пенильных тумесценций имели нормальную эректильную функцию. Принимая оценку ЭД с помощью аппарата RigiScan, за золотой стандарт диагностики и метод контроля ЭД исследователями было установлено, что чувствительность, специфичность, прогностическая ценность положительных и отрицательных результатов составили 100%,

17,9%, 29,4% и 100% соответственно [16]. Это указывает на отсутствие тенденции завышать субъективную оценку эректильной функции, что было отмечено также в работе A. Melman et al. (2006) [17] и подтверждено в настоящем исследовании, согласно которому все опрошенные пациенты имели ЭД разной степени тяжести, в то время как при андросканировании у 2 пациентов (5%) нарушений эрекции обнаружено не было.

Доказано, что гиперлипидемия является одним из наиболее значимых факторов риска ЭД и сердечно-сосудистых заболеваний. По данным E.A. Saltzman et al. (2004), коррекция уровня общего холестерина, ЛПНП и триглицеридов на фоне гиполипидемической терапии аторвастатином сопряжена с улучшением показателей ригидности полового члена во время ночных пенильных тумесценций, измеренных с использованием аппарата RigiScan. При этом повышенный уровень липидов сопряжён с более тяжёлым течением ЭД [18]. Похожие результаты были получены в работе A.A. El-Sisi et al. (2013). Назначение аторвастатина приводило к значительному улучшению эректильной функции, оценённой как по результатам опросника МИЭФ-15 (увеличение баллов МИЭФ-15 на 53,1%), так и путём измерения ночных пенильных тумесценций (увеличение количества эрекций с достаточной ригидностью головки полового члена и основания на 16,6% и 17,2% соответственно). Помимо этого, в изучаемой группе синхронно с улучшением эрекции наблюдалось снижение С-реактивного белка на 57,9%, а также увеличение концентрации основного вазодилатора кавернозных сосудов, оксида азота, что говорит об улучшении функционального состояния эндотелия на фоне проводимой терапии [19]. Полученные зарубежными коллегами данные были подтверждены в настоящем исследовании, проведённом с использованием аппаратного комплекса «Андроскан-МИТ». Гиперлипидемические нарушения, связанные в первую очередь с повышенным уровнем ЛПНП, триглицеридов, холестерина ассоциированы с нарушением эректильной функции, причём более выраженные метаболические расстройства сопряжены с более тяжёлым нарушением эректильной функции, оценённой как субъективными, так и объективными методами. Аналогичная тенденция была показана

и для уровня С-реактивного белка, который, несмотря на нормальные значения во всех исследуемых группах, стремился к верхней границе нормы с увеличением степени ЭД, по данным МИЭФ-15 и андросканирования.

ЛПВП, в отличие от холестерина и ЛПНП, оказывают протективный эффект на состояние сердечно-сосудистой системы. Аналогичная взаимосвязь была установлена для ЛПВП и эректильной функции. Повышенный уровень ЛПВП по данным Z-H. Xu et al. (2021) был сопряжён с высокой ригидностью головки и основания полового члена во время мониторинга ночных пенильных тумесценций аппаратом RigiScan [20]. Положительная взаимосвязь между баллами МИЭФ-15 и уровнем ЛПВП была продемонстрирована в исследовании M. Molina-Vega et al. (2020), что ещё раз указывает на благоприятное влияние ЛПВП на эректильную функцию [21]. В настоящем исследовании уровень ЛПВП был ассоциирован с выраженностью эректильных нарушений, выявленных как по результатам опросника МИЭФ-15, так и по результатам андросканирования, что также согласуется с полученными зарубежными коллегами данными. Помимо этого, при оценке ранга значимости предикторов уровень ЛПВП был признан одним из наиболее значимых маркёров ЭД, выявленной с помощью измерения ночных пенильных тумесценций, в то время как для субъективной оценки эректильной функции наиболее значимым предиктором являлись только баллы опросника МИЭФ-15.

Для пациентов с гиперлипидемическими нарушениями, как правило, характерно гиперстеническое телосложение с чрезмерным отложением подкожной жировой клетчаткой, что в свою очередь, подобно гиперлипидемии, влияет на ухудшение эректильной функции, а также ведёт к развитию сердечно-сосудистых заболеваний. Так, по данным работы G. Corona et al. (2011), повышенный ИМТ ассоциирован с прогрессивным снижением качества ночных пенильных тумесценций, измеренных с использованием аппаратного комплекса RigiScan [22]. По данным похожего исследования D.P. Andersson et al. (2015), ИМТ имел значимую отрицательную корреляционную взаимосвязь с числом ночных эрекций, их длительностью, ригидностью

головки и основания, оценённых с помощью RigiScan теста [23]. Среди пациентов с повышенным ИМТ ЭД, выявленная с помощью опросника МИЭФ-15, по результатам китайского исследования Y. Lu et al. (2021) встречается в 1,2 раза чаще, чем среди пациентов с нормальным весом [24]. Аналогичные результаты были получены для российской популяции пациентов, опрошенных на предмет эректильных нарушений в рамках исследования I.A. Korneyev et al. (2016). Для пациентов с ИМТ более 25 кг/м² риск развития ЭД в 1,21 раз выше, чем для пациентов с более низкой массой тела. Степень ЭД положительно коррелировала с ИМТ опрошенных пациентов [14]. По результатам нашей работы все обследуемые пациенты с ЭД страдали ожирением, причём выраженность ожирения росла пропорционально увеличению тяжести эректильных нарушений как при их субъективной, так и объективной оценке, что согласуется с данными мировой литературы.

Установлено, что сопутствующие заболевания, вызванные или вызывающие нарушения эндотелиальной функции также связаны с нарушениями эрекции и выраженностью данных нарушений. Уже в 1999 году в исследовании S.G. McMahon и K. Touma было показано, что пациенты с сердечно-сосудистыми заболеваниями, такими как ГБ, ишемическая болезнь сердца в 5 раз чаще имеют эректильные нарушения, выявленные при мониторинге ночных пенильных тумесценций [25]. Похожие результаты были получены и позднее. Так, согласно результатам исследования отечественных коллег под руководством I.A. Korneyev (2016) было обнаружено, что тяжесть ЭД, по данным субъективной оценки эректильной функции с помощью опросника МИЭФ-15, была ассоциирована с наличием сахарного диабета и артериальной гипертензии. При этом у пациентов с СД нарушения эрекции встречались в 4,71 раз чаще, чем среди мужчин без нарушений гликемического профиля, в то время как риск развития ЭД при наличии ГБ увеличивался в 4,38 раз [14]. Пациенты с СД и повышенным уровнем HbA1c по результатам RigiScan теста также имеют более низкие показатели, аналогично результатам опросника МИЭФ-15. В исследовании D.P. Andersson et al. (2016) установлено, что число ночных эрекций, длительность эрек-

ций, ригидность головки и основания у пациентов с СД значительно ниже по сравнению с контрольной группой пациентов с ЭД без метаболических нарушений [23]. Имеющиеся литературные данные полностью согласуются с результатами настоящего исследования. Так, пропорционально увеличению тяжести ЭД, выявленной как субъективными, так и объективными методами, увеличивается уровень гликированного гемоглобина. Наличие ГБ чаще было ассоциировано со средними формами ЭД. Тяжелые и легкие нарушения эрекции были равномерно распределены в изучаемой выборке, что может связано с небольшим объемом выборки, а также с амбулаторным характером обследования пациентов, что не даёт полной картины о выраженности подъёмов артериального давления в течение дня.

При сравнении эректильной функции курящих и некурящих пациентов с использованием RigiScan теста в исследовании S. Elhanbly et al. (2004) было установлено, что, несмотря на более молодой возраст курящих пациентов, показатели измерения ночных пенильных тумесценций, таких как ригидность и объём головки и основания во время эрекции, оказались нарушены в большей степени чем у некурящих пациентов более старшего возраста, что подтверждало органическую природу ЭД на фоне табакокурения [26]. Похожие данные были впервые получены в 1992 году M. Hirshkowitz et al. Было показано, что длительность ночных пенильных тумесценций с достаточной ригидностью полового члена отрицательно коррелирована с количеством выкуренных в день сигарет. У пациентов, выкуривающих более 40 сигарет в сутки, длительность эрекции, как правило, минимальная [27]. Среди пациентов с ЭД, выявленной по результатам опросника МИЭФ-15, курение встречается значительно чаще, чем среди пациентов без ЭД (38% и 22,8% соответственно) [24]. Помимо этого, возникающие нарушения до определённого момента носят обратимый характер. Так, после отказа от курения у пациентов всех возрастных групп было отмечено увеличение баллов МИЭФ-15, за исключением пациентов с индексом пачка-лет более 101, что говорит о необратимости нарушений кавернозной ткани при длительном воздействии табачного дыма на организм [28].

В настоящем исследовании для курящих пациентов была характерна ЭД средней и тяжёлой степени, в то время как лёгкие нарушения эректильной функции встречались значительно реже, что согласуется с имеющимися литературными данными. Преобладание ЭД 2 степени среди курящих пациентов как по данным МИЭФ-15, так и по данным андросканирования, может быть связано с небольшой длительностью курения, что не успевало приводить к необратимым тяжёлым нарушениям эрекции, однако подобный анализ в рамках данного исследования не проводился.

В рамках проведённого исследования была впервые оценена функция предикторов ЭД, выявленной как с помощью опросника МИЭФ-15, так и с помощью аппарата «Андроскан —МИТ». Установлено, что для объективной оценки наличия ЭД и её тяжести основную роль играют параметры благополучия сердечно-сосудистой системы, такие как уровень ХС, ЛПВП, ЛПНП, С-реактивного белка, триглицеридов, ИМТ, уровень HbA1c, причём наибольшую предиктивную функцию выполняют показатели липидного обмена. Похожие исследования были проведены и ранее [23], однако факторы, влияющие на эректильную функцию, были поставлены в один ряд, не показывая превосходство какого-либо одного предиктора над другими. Для ЭД, выставленной с помощью опросника МИЭФ-15 ключевым предиктором было признано только значение баллов опросника без опоры на клинические и лабораторные данные. Таким образом, при диагностировании ЭД на основании субъективных данных не всегда понятно, какие нарушения необходимо корректировать, в то время как ЭД, выявленная при регистрации ночных пенильных тумесценций, требует тщательной оценки состояния сердечно-сосудистой системы с первичной коррекцией именно липидного профиля, играющего наиболее значимую роль в возникновении органической формы ЭД.

Вышеописанные факторы риска приводят к развитию эндотелиальной дисфункции, которая, как известно, является основным этиологическим фактором как сердечно-сосудистых заболеваний, так и нарушений эректильной функции [1]. Нарушения вазодилатирующей способности эндотелия под действием экзо- и эндо-

генных факторов приводит к первичному системному поражению сосудов мелкого калибра с последующим поражением крупных артерий, что легло в основу так называемой теории диаметра артерий или теории Montorsi [3]. Таким образом, при развитии ЭД, регистрируемой с использованием аппаратного комплекса «Андроскан-МИТ», необходимо обратить внимание на состояние сердечно-сосудистой системы, понимая, что обратимые измерения начались и в коронарных сосудах. И наоборот, при выявлении гиперлипидемических нарушений на основе построенных деревьев классификаций можно судить о выраженности эректильных нарушений и уже до получения данных андросканирования прогнозировать ту или иную степень ЭД.

Основным ограничением данной работы является объём выборки, не позволяющий использовать все возможности дискриминативного анализа и достоверно оценить построенные деревья классификации, однако предложенный метод является своеобразной предпосылкой для создания объектив-

ных критериев классификации степеней ЭД на основании данных андросканирования с учётом соматического статуса.

Заключение

Тяжесть ЭД сосудистого генеза, оценённая с помощью объективных и субъективных методов диагностики, зависит от возраста, выраженности нарушений липидного и углеводного обменов, курения, а также от наличия сердечно-сосудистых заболеваний. Наиболее значимым предиктором выявления ЭД с помощью андросканирования является дислипидемия, на основании тяжести которой можно судить о выраженности эректильных нарушений. Субъективная оценка тяжести ЭД с помощью опросника МИЭФ-15 не опирается на клинические данные и соматический статус пациента, что не позволяет достоверно судить о выраженности сосудистых нарушений по одному опроснику. Лишь комплексный подход к диагностике ЭД, способен оценить истинные причины нарушения и разработать тактику дальнейшего лечения.

Литература

1. Камалов А.А., Мацкеплишвили С.Т., Чалый М.Е., Охоботов Д.А., Сорокин Н.И., Стригунов А.А., Нестерова О.Ю., Афанасьевская Е.В., Тивтикян А.С. Эректильная дисфункция сосудистого генеза: комплексный подход к диагностике. *Экспериментальная и клиническая урология*. 2021;14(1):68-76. DOI: 10.29188/2222-8543-2021-14-1-68-76.
2. Yannas D, Frizza F, Vignozzi L, Corona G, Maggi M, Rastrelli G. Erectile Dysfunction Is a Hallmark of Cardiovascular Disease: Unavoidable Matter of Fact or Opportunity to Improve Men's Health? *J Clin Med*. 2021;10(10):2221. DOI: 10.3390/jcm10102221.
3. Montorsi P, Montorsi F, Schulman CC. Is erectile dysfunction the "tip of the iceberg" of a systemic vascular disorder? *Eur Urol*. 2003;44(3):352-4. DOI: 10.1016/s0302-2838(03)00307-5.
4. Baumhäkel M, Böhm M. Erectile dysfunction correlates with left ventricular function and precedes cardiovascular events in cardiovascular high-risk patients. *Int J Clin Pract*. 2007;61(3):361-6. DOI: 10.1111/j.1742-1241.2006.01274.x.
5. Roth GA, Johnson C, Abajobir A, Abd-Allah F, Abera SF, Abyu G, Ahmed M, Aksut B, Alam T, Alam K, Alla F, Alvis-Guzman N, Amrock S, Ansari H, Ärnlöv J, Asayesh H, Atey TM, Avila-Burgos L, Awasthi A, Banerjee A, Barac A, Bärnighausen T, Barregard L, Bedi N, Belay Ketema E, Bennett D, Berhe G, Bhutta Z, Bitew S, Carapetis J, Carrero JJ, Malta DC, Castañeda-Orjuela CA, Castillo-Rivas J,

References

1. Kamalov A.A., Matskeplishvili S.T., Chaliy M.E., Okhobotov D.A., Sorokin N.I., Strigunov A.A., Nesterova O.Yu., Afanasevskaya E.V., Tivtikyan A.S. Vascular erectile dysfunction: a comprehensive approach to diagnosis. *Experimental and Clinical Urology*. 2021;14(1):68-76. (In Russ.). DOI: 10.29188/2222-8543-2021-14-1-68-76.
2. Yannas D, Frizza F, Vignozzi L, Corona G, Maggi M, Rastrelli G. Erectile Dysfunction Is a Hallmark of Cardiovascular Disease: Unavoidable Matter of Fact or Opportunity to Improve Men's Health? *J Clin Med*. 2021;10(10):2221. DOI: 10.3390/jcm10102221.
3. Montorsi P, Montorsi F, Schulman CC. Is erectile dysfunction the "tip of the iceberg" of a systemic vascular disorder? *Eur Urol*. 2003;44(3):352-4. DOI: 10.1016/s0302-2838(03)00307-5.
4. Baumhäkel M, Böhm M. Erectile dysfunction correlates with left ventricular function and precedes cardiovascular events in cardiovascular high-risk patients. *Int J Clin Pract*. 2007;61(3):361-6. DOI: 10.1111/j.1742-1241.2006.01274.x.
5. Roth GA, Johnson C, Abajobir A, Abd-Allah F, Abera SF, Abyu G, Ahmed M, Aksut B, Alam T, Alam K, Alla F, Alvis-Guzman N, Amrock S, Ansari H, Ärnlöv J, Asayesh H, Atey TM, Avila-Burgos L, Awasthi A, Banerjee A, Barac A, Bärnighausen T, Barregard L, Bedi N, Belay Ketema E, Bennett D, Berhe G, Bhutta Z, Bitew S, Carapetis J, Carrero JJ, Malta DC, Castañeda-Orjuela CA, Castillo-Rivas J,

- Catalá-López F, Choi JY, Christensen H, Cirillo M, Cooper L Jr, Criqui M, Cundiff D, Damasceno A, Dandona L, Dandona R, Davletov K, Dharmaratne S, Dorairaj P, Dubey M, Ehrenkranz R, El Sayed Zaki M, Faraon EJA, Esteghamati A, Farid T, Farvid M, Feigin V, Ding EL, Fowkes G, Gebrehiwot T, Gillum R, Gold A, Gona P, Gupta R, Habtewold TD, Hafezi-Nejad N, Hailu T, Hailu GB, Hankey G, Hassen HY, Abate KH, Havmoeller R, Hay SI, Horino M, Hotez PJ, Jacobsen K, James S, Javanbakht M, Jeemon P, John D, Jonas J, Kalkonde Y, Karimkhani C, Kasaeian A, Khader Y, Khan A, Khang YH, Khera S, Khoja AT, Khubchandani J, Kim D, Kolte D, Kosen S, Krohn KJ, Kumar GA, Kwan GF, Lal DK, Larsson A, Linn S, Lopez A, Lotufo PA, El Razek HMA, Malekzadeh R, Mazidi M, Meier T, Meles KG, Mensah G, Meretoja A, Mezgebe H, Miller T, Mirrakhimov E, Mohammed S, Moran AE, Musa KI, Narula J, Neal B, Ngalesoni F, Nguyen G, Obermeyer CM, Owolabi M, Patton G, Pedro J, Qato D, Qorbani M, Rahimi K, Rai RK, Rawaf S, Ribeiro A, Safiri S, Salomon JA, Santos I, Santric Milicevic M, Sartorius B, Schutte A, Sepanlou S, Shaikh MA, Shin MJ, Shishehbor M, Shore H, Silva DAS, Sobngwi E, Stranges S, Swaminathan S, Tabarés-Seisdedos R, Tadele Atnafu N, Tesfay F, Thakur JS, Thrift A, Topor-Madry R, Truelsen T, Tyrovolas S, Ukwaja KN, Uthman O, Vasankari T, Vlassov V, Vollset SE, Wakayo T, Watkins D, Weintraub R, Werdecker A, Westerman R, Wysong CS, Wolfe C, Workicho A, Xu G, Yano Y, Yip P, Yonemoto N, Younis M, Yu C, Vos T, Naghavi M, Murray C. Global, Regional, and National Burden of Cardiovascular Diseases for 10 Causes, 1990 to 2015. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70(1):1-25. DOI: 10.1016/j.jacc.2017.04.052.
- Пушкарь Д.Ю., Камалов А.А., АльШукри С.Х., Еркович А.А., Коган М.И., Павлов В.Н., Журавлев В.Н., Берников А.Н. Эпидемиологическое исследование распространенности эректильной дисфункции в Российской Федерации. *PMJ*. 2012;20(3):112-115. eLIBRARY ID: 17826950.
- van Kollenburg RAA, de Bruin DM, Wijkstra H. Validation of the Electronic Version of the International Index of Erectile Function (IIEF-5 and IIEF-15): A Crossover Study. *J Med Internet Res*. 2019;21(7):e13490. DOI: 10.2196/13490.
- Wang ZY, Song LJ. [Application of nocturnal penile tumescence test in the diagnosis of erectile dysfunction]. *Zhonghua Nan Ke Xue*. 2019;25(5):356-359. (In Chinese). PMID: 32216219.
- Lloyd-Jones DM, Hong Y, Labarthe D, Mozaffarian D, Appel LJ, Van Horn L, Greenland K, Daniels S, Nichol G, Tomaselli GF, Arnett DK, Fonarow GC, Ho PM, Lauer MS, Masoudi FA, Robertson RM, Roger V, Schwamm LH, Sorlie P, Yancy CW, Rosamond WD; American Heart Association Strategic Planning Task Force and Statistics Committee. Defining and setting national goals for cardiovascular health promotion and disease reduction: the American Heart Association's strategic Impact Goal through 2020 and beyond. *Circulation*. 2010;121(4):586-613. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192703.
- Чалый М.Е., Охоботов Д.А., Сорокин Н.И., Кадрев А.В., Дячук Л.И., Стригунов А.А., Нестерова О.Ю., Михальченко А.В., Камалов А.А. Нормативные показатели мониторинга ночных пенильных тумесценций: систематический обзор и разработка алгоритма. *Урология*. 2021;(6):110-117. DOI: 10.18565/urology.2021.6.00-00.
- Feldman HA, Johannes CB, Derby CA, Kleinman KP, Mohr BA, Araujo AB, McKinlay JB. Erectile dysfunction and coronary risk factors: prospective results from the Massachusetts male aging study. *Prev Med*. 2000;30(4):328-38. DOI: 10.1006/pmed.2000.0643.
- Catalá-López F, Choi JY, Christensen H, Cirillo M, Cooper L Jr, Criqui M, Cundiff D, Damasceno A, Dandona L, Dandona R, Davletov K, Dharmaratne S, Dorairaj P, Dubey M, Ehrenkranz R, El Sayed Zaki M, Faraon EJA, Esteghamati A, Farid T, Farvid M, Feigin V, Ding EL, Fowkes G, Gebrehiwot T, Gillum R, Gold A, Gona P, Gupta R, Habtewold TD, Hafezi-Nejad N, Hailu T, Hailu GB, Hankey G, Hassen HY, Abate KH, Havmoeller R, Hay SI, Horino M, Hotez PJ, Jacobsen K, James S, Javanbakht M, Jeemon P, John D, Jonas J, Kalkonde Y, Karimkhani C, Kasaeian A, Khader Y, Khan A, Khang YH, Khera S, Khoja AT, Khubchandani J, Kim D, Kolte D, Kosen S, Krohn KJ, Kumar GA, Kwan GF, Lal DK, Larsson A, Linn S, Lopez A, Lotufo PA, El Razek HMA, Malekzadeh R, Mazidi M, Meier T, Meles KG, Mensah G, Meretoja A, Mezgebe H, Miller T, Mirrakhimov E, Mohammed S, Moran AE, Musa KI, Narula J, Neal B, Ngalesoni F, Nguyen G, Obermeyer CM, Owolabi M, Patton G, Pedro J, Qato D, Qorbani M, Rahimi K, Rai RK, Rawaf S, Ribeiro A, Safiri S, Salomon JA, Santos I, Santric Milicevic M, Sartorius B, Schutte A, Sepanlou S, Shaikh MA, Shin MJ, Shishehbor M, Shore H, Silva DAS, Sobngwi E, Stranges S, Swaminathan S, Tabarés-Seisdedos R, Tadele Atnafu N, Tesfay F, Thakur JS, Thrift A, Topor-Madry R, Truelsen T, Tyrovolas S, Ukwaja KN, Uthman O, Vasankari T, Vlassov V, Vollset SE, Wakayo T, Watkins D, Weintraub R, Werdecker A, Westerman R, Wysong CS, Wolfe C, Workicho A, Xu G, Yano Y, Yip P, Yonemoto N, Younis M, Yu C, Vos T, Naghavi M, Murray C. Global, Regional, and National Burden of Cardiovascular Diseases for 10 Causes, 1990 to 2015. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70(1):1-25. DOI: 10.1016/j.jacc.2017.04.052.
- Pushkar D.U., Kamalov A.A., Al-Shukri S.H., Erkovich A.A., Kogan M.I., Pavlov V.N., Zhuravlev V.N., Bernikov A.N. Epidemiological study of the prevalence of erectile dysfunction in the Russian Federation. *RMJ*. 2012;20(3):112-115. (In Russ.). eLIBRARY ID: 17826950.
- van Kollenburg RAA, de Bruin DM, Wijkstra H. Validation of the Electronic Version of the International Index of Erectile Function (IIEF-5 and IIEF-15): A Crossover Study. *J Med Internet Res*. 2019;21(7):e13490. DOI: 10.2196/13490.
- Wang ZY, Song LJ. [Application of nocturnal penile tumescence test in the diagnosis of erectile dysfunction]. *Zhonghua Nan Ke Xue*. 2019;25(5):356-359. (In Chinese). PMID: 32216219.
- Lloyd-Jones DM, Hong Y, Labarthe D, Mozaffarian D, Appel LJ, Van Horn L, Greenland K, Daniels S, Nichol G, Tomaselli GF, Arnett DK, Fonarow GC, Ho PM, Lauer MS, Masoudi FA, Robertson RM, Roger V, Schwamm LH, Sorlie P, Yancy CW, Rosamond WD; American Heart Association Strategic Planning Task Force and Statistics Committee. Defining and setting national goals for cardiovascular health promotion and disease reduction: the American Heart Association's strategic Impact Goal through 2020 and beyond. *Circulation*. 2010;121(4):586-613. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192703.
- Chaliy M.E., Okhobotov D.A., Sorokin N.I., Kadrev A.V., Dyachuk L.I., Strigunov A.A., Nesterova O.YU., Mikhailchenko A.V., Kamalov A.A. Normative parameters for monitoring of nocturnal penile tumescences: a systematic review and algorithm development. *Urologiia*. 2021;(6):110-117. (In Russ.). DOI: 10.18565/urology.2021.6.110-117.
- Feldman HA, Johannes CB, Derby CA, Kleinman KP, Mohr BA, Araujo AB, McKinlay JB. Erectile dysfunction and coronary risk factors: prospective results from the Massachusetts male aging study. *Prev Med*. 2000;30(4):328-38. DOI: 10.1006/pmed.2000.0643.

12. Salavati A, Mehraei A, Allameh F, Alizadeh F, Namdari F, Hosseini M, Salimi E, Heidari F, Pourmand G. Is Serum Uric Acid Level Correlated with Erectile Dysfunction in Coronary Artery Disease Patients? *Acta Med Iran.* 2016;54(3):173-5. PMID: 27107521.
13. Iacono F, Prezioso D, Ruffo A, Illiano E, Romis L, Di Lauro G, Romeo G, Amato B. Testosterone deficiency causes penile fibrosis and organic erectile dysfunction in aging men. Evaluating association among Age, TDS and ED. *BMC surgery.* 2012;12 Suppl 1(Suppl 1):S24. DOI:10.1186/1471-2482-12-S1-S24.
14. Korneyev IA, Alexeeva TA, Al-Shukri SH, Bernikov AN, Erkovich AA, Kamalov AA, Kogan MI, Pavlov VN, Zhuravlev VN, Pushkar DY. Prevalence and risk factors for erectile dysfunction and lower urinary tract symptoms in Russian Federation men: analysis from a national population-based multicenter study. *Int J Impot Res.* 2016;28(2):74-9. DOI: 10.1038/ijir.2016.8.
15. Yang CC, Porter MP, Penson DF. Comparison of the International Index of Erectile Function erectile domain scores and nocturnal penile tumescence and rigidity measurements: does one predict the other? *BJU Int.* 2006;98(1):105-9; discussion 109. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2006.06246.x.
16. Tokatli Z, Akand M, Yaman O, Gulpinar O, Anafarta K. Comparison of international index of erectile function with nocturnal penile tumescence and rigidity testing in evaluation of erectile dysfunction. *Int J Impot Res.* 2006;18(2):186-9. DOI: 10.1038/sj.ijir.3901390.
17. Melman A, Fogarty J, Hafron J. Can self-administered questionnaires supplant objective testing of erectile function? A comparison between the International Index Of Erectile Function and objective studies. *Int J Impot Res.* 2006;(18):126-129. DOI: 10.1038/sj.ijir.3901361.
18. Saltzman EA, Guay AT, Jacobson J. Improvement in erectile function in men with organic erectile dysfunction by correction of elevated cholesterol levels: a clinical observation. *J Urol.* 2004;172(1):255-8. DOI: 10.1097/01.ju.0000132368.10458.66.
19. El-Sisi AA, Hegazy SK, Salem KA, AbdElkawy KS. Atorvastatin improves erectile dysfunction in patients initially irresponsive to Sildenafil by the activation of endothelial nitric oxide synthase. *Int J Impot Res.* 2013;25(4):143-8. DOI: 10.1038/ijir.2012.46.
20. Xu ZH, Xu HX, Jiang S, Xu QF, Ding K, Zhang DX, Guan Y, Zhao ST. Effect of high-density lipoprotein on penile erection: A cross-sectional study. *Andrologia.* 2021;53(5):e13979. DOI: 10.1111/and.13979.
21. Molina-Vega M, Asenjo-Plaza M, Banderas-Donaire MJ, Hernández-Ollero MD, Rodríguez-Moreno S, Álvarez-Millán JJ, Cabezas-Sanchez P, Cardona-Díaz F, Alcaide-Torres J, Garrido-Sánchez L, Castellano-Castillo D, Tinahones FJ, Fernández-García JC. Prevalence of and risk factors for erectile dysfunction in young nondiabetic obese men: results from a regional study. *Asian J Androl.* 2020;22(4):372-378. DOI: 10.4103/aja.aja_106_19.
22. Corona G, Rastrelli G, Balercia G, Sforza A, Forti G, Mannucci E, Maggi M. Perceived reduced sleep-related erections in subjects with erectile dysfunction: psychological correlates. *J Sex Med.* 2011;8(6):1780-8. DOI: 10.1111/j.1743-6109.2011.02241.x.

23. Andersson DP, Ekström U, Lehtihet M. Rigiscan Evaluation of Men with Diabetes Mellitus and Erectile Dysfunction and Correlation with Diabetes Duration, Age, BMI, Lipids and HbA1c. *PLoS One*. 2015;10(7):e0133121. DOI: 10.1371/journal.pone.0133121.
24. Lu Y, Kang J, Li Z, Wang X, Liu K, Zhou K, Wang W, Shen C. The association between plant-based diet and erectile dysfunction in Chinese men. *Basic Clin Androl*. 2021;31(1):11. DOI: 10.1186/s12610-021-00129-5.
25. McMahon CG, Touma K. Predictive value of patient history and correlation of nocturnal penile tumescence, colour duplex Doppler ultrasonography and dynamic cavernosometry and cavernosography in the evaluation of erectile dysfunction. *Int J Impot Res*. 1999;11(1):47-51. DOI: 10.1038/sj.ijir.3900369.
26. Elhanbly S, Abdel-Gaber S, Fathy H, El-Bayoumi Y, Wald M, Niederberger CS. Erectile dysfunction in smokers: a penile dynamic and vascular study. *J Androl*. 2004;25(6):991-5. DOI: 10.1002/j.1939-4640.2004.tb03172.x.
27. Hirshkowitz M, Karacan I, Howell JW, Arcasoy MO, Williams RL. Nocturnal penile tumescence in cigarette smokers with erectile dysfunction. *Urology*. 1992;39(2):101-7. DOI: 10.1016/0090-4295(92)90263-v.
28. Sahin MO, Sen V, Gunduz G, Ucer O. Effect of smoking cessation on sexual functions in men aged 30 to 60 years. *Int Braz J Urol*. 2020;46(4):642-648. DOI: 10.1590/S1677-5538.IBJU.2019.0541.
23. Andersson DP, Ekström U, Lehtihet M. Rigiscan Evaluation of Men with Diabetes Mellitus and Erectile Dysfunction and Correlation with Diabetes Duration, Age, BMI, Lipids and HbA1c. *PLoS One*. 2015;10(7):e0133121. DOI: 10.1371/journal.pone.0133121.
24. Lu Y, Kang J, Li Z, Wang X, Liu K, Zhou K, Wang W, Shen C. The association between plant-based diet and erectile dysfunction in Chinese men. *Basic Clin Androl*. 2021;31(1):11. DOI: 10.1186/s12610-021-00129-5.
25. McMahon CG, Touma K. Predictive value of patient history and correlation of nocturnal penile tumescence, colour duplex Doppler ultrasonography and dynamic cavernosometry and cavernosography in the evaluation of erectile dysfunction. *Int J Impot Res*. 1999;11(1):47-51. DOI: 10.1038/sj.ijir.3900369.
26. Elhanbly S, Abdel-Gaber S, Fathy H, El-Bayoumi Y, Wald M, Niederberger CS. Erectile dysfunction in smokers: a penile dynamic and vascular study. *J Androl*. 2004;25(6):991-5. DOI: 10.1002/j.1939-4640.2004.tb03172.x.
27. Hirshkowitz M, Karacan I, Howell JW, Arcasoy MO, Williams RL. Nocturnal penile tumescence in cigarette smokers with erectile dysfunction. *Urology*. 1992;39(2):101-7. DOI: 10.1016/0090-4295(92)90263-v.
28. Sahin MO, Sen V, Gunduz G, Ucer O. Effect of smoking cessation on sexual functions in men aged 30 to 60 years. *Int Braz J Urol*. 2020;46(4):642-648. DOI: 10.1590/S1677-5538.IBJU.2019.0541.

Сведения об авторах

Армаис Альбертович Камалов — доктор медицинских наук, профессор, академик РАН; заведующий кафедрой урологии и андрологии факультета фундаментальной медицины, директор медицинского научно-образовательного центра ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»
г. Москва, Россия
<https://orcid.org/0000-0003-4251-7545>
e-mail: armais.kamalov@rambler.ru

Симон Теймуразович Мацкеплишвили — доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН; заместитель директора по научной работе медицинского научно-образовательного центра ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»
г. Москва, Россия
<https://orcid.org/0000-0002-5670-167X>
e-mail: simonmats@yahoo.com

Михаил Евгеньевич Чалый — доктор медицинских наук, профессор; ведущий научный сотрудник медицинского научно-образовательного центра ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»
г. Москва, Россия
<https://orcid.org/0000-0003-1736-9085>
e-mail: chalyy@bk.ru

Андрей Алексеевич Стригунов — аспирант кафедры урологии и андрологии факультета фундаментальной медицины ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»
г. Москва, Россия
<https://orcid.org/0000-0003-4518-634X>
e-mail: an-strigunov@yandex.ru

Information about the authors

Armais A. Kamalov — M.D., Dr.Sc.(Med), Full Prof., Academician of the Russian Academy of Sciences; Head, Dept. of Urology and Andrology, Faculty of Fundamental Medicine, Lomonosov Moscow State University; Headmaster, Medical Research and Educational Centre, Lomonosov Moscow State University
Moscow, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-4251-7545>
e-mail: armais.kamalov@rambler.ru

Simon T. Matskeplishvili — M.D., Dr.Sc.(Med), Full Prof., Corr. Member of the Russian Academy of Sciences; Vice-Headmaster for Science, Medical Research and Education Center, Lomonosov Moscow State University
Moscow, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-5670-167X>
e-mail: simonmats@yahoo.com

Michail E. Chaliy — M.D., Dr.Sc.(Med), Full Prof.; Leading Researcher, Medical Research and Education Center, Lomonosov Moscow State University
Moscow, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-5670-167X>
e-mail: simonmats@yahoo.com

Andrey A. Strigunov — M.D.; Postgraduate student, Dept. of Urology and Andrology, Faculty of Fundamental Medicine, Lomonosov Moscow State University
Moscow, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-4518-634X>
e-mail: an-strigunov@yandex.ru

Дмитрий Александрович Охоботов — кандидат медицинских наук; доцент кафедры урологии и андрологии факультета фундаментальной медицины, врач-уролог медицинского научно-образовательного центра ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»
г. Москва, Россия
<https://orcid.org/0000-0002-6768-9004>
e-mail: 14072003@rambler.ru

Николай Иванович Сорокин — доктор медицинских наук, профессор; профессор кафедры урологии и андрологии факультета фундаментальной медицины, ведущий научный сотрудник отдела урологии и андрологии медицинского научно-образовательного центра ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»
г. Москва, Россия
<https://orcid.org/0000-0001-9466-7567>
e-mail: nisorokin@mail.ru

Ольга Юрьевна Нестерова — ординатор кафедры урологии и андрологии факультета фундаментальной медицины ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»
г. Москва, Россия
<https://orcid.org/0000-0003-3355-4547>
e-mail: oy.nesterova@gmail.com

Алексей Викторович Кадрев — кандидат медицинских наук; заведующий отделением ультразвуковой диагностики, научный сотрудник отдела урологии и андрологии медицинского научно-образовательного центра ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»; ассистент кафедры ультразвуковой диагностики ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России
г. Москва, Россия
<https://orcid.org/0000-0002-6375-8164>
e-mail: akadrev@yandex.ru

Лариса Ивановна Дячук — кандидат медицинских наук; заведующая отделением кардиологии медицинского научно-образовательного центра ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»
г. Москва, Россия
<https://orcid.org/0000-0003-0368-9408>
e-mail: cardio-heart@yandex.ru

Роман Кириллович Богачев — ординатор кафедры урологии и андрологии факультета фундаментальной медицины ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»
г. Москва, Россия
<https://orcid.org/0000-0002-7887-7932>
e-mail: roman28bogachev@gmail.com

Dmitry A. Ohobotov — M.D. Cand.Sc.(Med); Assoc. Prof. (Docent), Dept. of Urology and Andrology, Faculty of Fundamental Medicine, Lomonosov Moscow State University; Urologist, Medical Research and Education Center, Lomonosov Moscow State University
Moscow, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-6768-9004>
e-mail: 14072003@rambler.ru

Nikolay I. Sorokin – M.D., Dr.Sc.(Med), Full Prof.; Prof., Dept. of Urology and Andrology, Faculty of Fundamental Medicine, Leading Researcher, Urology and Andrology Division, Medical Research and Education Center, Lomonosov Moscow State University
Moscow, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-9466-7567>
e-mail: nisorokin@mail.ru

Olga Y. Nesterova — Resident, Dept. of Urology and Andrology, Faculty of Fundamental Medicine, Lomonosov Moscow State University
Moscow, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-3355-4547>
e-mail: oy.nesterova@gmail.com

Alexey V. Kadrev — M.D., Cand.Sc.(Med); Head, Ultrasound Diagnostics Division; Researcher, Urology and Andrology Division, Medical Research and Educational Center, Lomonosov Moscow State University; Assist. Prof., Dept. of Ultrasound Diagnostics, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-6375-8164>
e-mail: akadrev@yandex.ru

Larisa I. Dyachuk — M.D., Cand.Sc.(Med); Head, Cardiology Division, Medical Research and Educational Center, Lomonosov Moscow State University
Moscow, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-0368-9408>
e-mail: cardio-heart@yandex.ru

Roman K. Bogachev — Resident, Dept. of Urology and Andrology, Faculty of Fundamental Medicine, Lomonosov Moscow State University
Moscow, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-7887-7932>
e-mail: roman28bogachev@gmail.com