

Прогнозирование развития эректильной дисфункции и сердечно-сосудистых заболеваний на основании профиля факторов риска

О.И. Аполихин, Е.А. Ефремов, И.А. Шадеркин, О.В. Золотухин, Ю.Ю. Мадькин, М.М. Зеленский, С.С. Красняк

НИИ урологии и интервенционной радиологии имени Н. А. Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России

Сведения об авторах:

Аполихин О.И. – д.м.н., профессор, чл.-корр. РАН, директор НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, e-mail: sekr.urology@gmail.com

Apolikhin O.I. – Dr. Sc., professor, corresponding Member of RAS, Head of N.A. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology – branch of the National Medical Research Centre of Radiology of the Ministry of Health of Russian Federation, e-mail: sekr.urology@gmail.com

Ефремов Е.А. – д.м.н., заведующий отделом андрологии и репродукции человека НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, e-mail: konfandrology@rambler.ru

Efremov E.A. – Dr. Sc., head of the department of andrology and human reproductive health of N.A. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology – branch of the National Medical Research Centre of Radiology of the Ministry of Health of Russian Federation, e-mail: konfandrology@rambler.ru

Шадеркин И.А. – зав. отделом региональных программ развития урологии с группой телемедицины НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, e-mail: info@uroweb.ru

Shaderkin I.A. – head of department of regional urology programs with the telemedicine group of N.A. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology – branch of the National Medical Research Centre of Radiology of the Ministry of Health of Russian Federation, e-mail: info@uroweb.ru

Золотухин О.В. – к.м.н., заместитель главного врача по медицинской части БУЗ ВО «Воронежская областная клиническая больница №1», доцент кафедры Онкологии и специализированных хирургических дисциплин ИДПО Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко, главный внештатный уролог Департамента здравоохранения Воронежской области, e-mail: zolotuhin-o@yandex.ru

Zolotuhin O.V. – PhD, deputy chief doctor of the Voronezh regional hospital №1, associate professor of Voronezh state medical university named after N.N. Burdenko, the main urologist of the department of health of the Voronezh region, e-mail: zolotuhin-o@yandex.ru

Мадькин Ю.Ю. – к.м.н., доцент кафедры Онкологии и специализированных хирургических дисциплин ИДПО Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко, главный внештатный специалист по репродуктивному здоровью Департамента здравоохранения Воронежской области, e-mail: madykin@mail.ru

Madikin Yu. Yu. – PhD, associate professor of Voronezh state medical university named after N.N. Burdenko, the main specialist in reproductive health of the department of health of the Voronezh Region, e-mail: madykin@mail.ru

Зеленский М.М. – руководитель группы телемедицины НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, e-mail: mz-uro@yandex.ru

Zelenskiy M.M. – head of the telemedicine group of N.A. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology – branch of the National Medical Research Centre of Radiology of the Ministry of Health of Russian Federation, e-mail: mz-uro@yandex.ru

Красняк С.С. – младший научный сотрудник отд. андрологии и репродукции человека НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, e-mail: krasnyakss@mail.ru

Krasnyak S.S. – researcher of the department of andrology and human reproductive health of N.A. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology – branch of the National Medical Research Centre of Radiology of the Ministry of Health of Russian Federation, e-mail: krasnyakss@mail.ru

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются основной причиной смерти во всем мире: ни по какой другой причине ежегодно не умирает столько людей, сколько от ССЗ.

По данным Всемирной организации здравоохранения, в 2015 году от ССЗ умерло 17,7 миллиона человек, что составило 31% всех случаев смерти в мире. Из этого числа в мире 7,4 млн. человек умерло от ишемической болезни сердца и 6,7 млн. человек – в результате инсульта [1].

По данным Федеральной службы государственной статистики всего в Российской Федерации в 2015 году болезни системы крово-

обращения были впервые зарегистрированы у 4563 тыс. человек. При этом число впервые диагностированных заболеваний сердца и сосудов в абсолютном и относительном выражении выросло по сравнению с 2010 годом на 22,3% и 19,5%, соответственно. Смертность от ишемической болезни сердца в России в 2016 году составила 328,3 на 100 тыс. населения. В 2000 году аналогичный показатель составлял 397,3 на 100 тыс. человек. За последние 17 лет этот показатель продолжал неуклонно снижаться (снижение составило 17,3%) [2].

В последние годы накапливается все больше данных о том, что сердечно-сосудистые заболевания имеют очень схожий профиль фак-

торов риска с таким распространенным репродуктивным нарушением, как эректильная дисфункция (ЭД). В частности, самыми значимыми факторами риска ЭД являются курение, дислипидемия, повышенное артериальное давление, сахарный диабет, метаболический синдром, абдоминальное ожирение [3]. При этом, большинство из них являются модифицируемыми, то есть, предотвратимыми, и их устранение может уменьшить тяжесть ЭД, улучшить результаты лечения, а в ряде случаев полностью избавить пациента от нарушения эрекции. По данным некоторых исследователей, корреляция между ЭД и сердечно-сосудистыми заболеваниями настолько сильная,

что ее предполагается использовать с целью определения сердечно-сосудистого риска в дополнение к Фрамингемской шкале [4].

В ходе двух крупнейших эпидемиологических исследований (Массачусетское Исследование Старения Мужчин (MMAS) и Исследование Мужского Отношения к Жизни и Сексуальности (MALES)) частота ЭД, оцениваемая по самозаполнению анкеты международного индекса эректильной функции составила 75,9% среди мужчин в возрасте 55-85 лет [5]. Кроме того, у 51% пациентов в исследовании MMAS и у 28% пациентов в исследовании MALES отмечена прогрессия эректильной дисфункции в течение трех лет [6].

Риск развития эректильной дисфункции с возрастом значительно возрастает. Так, по данным шведского исследования, проведенного на основании обследования 10 845 мужчин, частота встречаемости ЭД у лиц в возрасте 45 лет составляет 2,9%, а в возрасте 70 лет – уже 18,8% [6]. Результаты другого крупного эпидемиологического исследования ЭД показывают гораздо большую встречаемость ЭД, распространенность ЭД в возрастных группах 18-39 лет, 40-49 лет, 50-59 лет, 60-69 лет, 70 лет и старше составляет 20%, 40%, 26%, 40% и 61%, соответственно [7].

В Бразилии было также проведено эпидемиологическое исследование ЭД. Было показано, что в возрасте 40-69 лет эректильная дисфункция встречается у 49% мужчин [8].

Д.Ю. Пушкаръ и соавт. провели эпидемиологическое исследование распространенности ЭД в Российской Федерации. При анализе опросника МИЭФ-5 было выявлено, что лишь у 10,1% опрошенных мужчин отсутствуют признаки ЭД, в то время как легкая степень ЭД отмечена у 71,3%, средняя степень ЭД – у 6,6% и тяжелая степень – у 12% респондентов. Таким образом, из 1225 опрошенных мужчин симптомы ЭД присутствовали

у 1101 респондента. Из 1225 мужчин 115 ответили, что прекратили половую жизнь, причем 69,6% из них причиной прекращения назвали ЭД. Столь высокая распространенность сочетается с высокой частотой поведенческих факторов риска, таких как курение, употребление алкоголя, проблемы в браке, хроническая депрессия [9].

Согласно исследованию М.И. Когана и соавт., распространенность ЭД у мужчин в России в 3 раза меньше, чем по данным Д.Ю. Пушкаря и составляет 31,1%, при этом неполная ЭД имеет место у 17% и полная ЭД – у 14,1% мужчин. Если принять за единицу распространенность ЭД в возрасте до 30 лет, то в возрастной группе 40-49 лет встречается более чем в 2 раза чаще, в возрасте 50-59 лет почти в 3 раза чаще и почти в 4,5 раза чаще – у мужчин старше 60 лет, у мужчин старше 70 лет ЭД отмечается во всех случаях [10].

Может сложиться впечатление, что столь высокая распространенность ЭД связана с регистрацией психогенных нарушений эрекции, особенно у пациентов среднего и молодого возраста. Однако необходимо обращать пристальное внимание и на пациентов с мягкой симптоматикой. Пренебрежение незначительными симптомами может влиять на качество жизни пациентов и их партнеров и, более того, может отсрочить адекватное лечение более тяжелых фоновых заболеваний [11].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Согласно государственному заданию НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина на 2016 год г. и плану-графику выполнения научно-исследовательской работы в пилотных регионах (Бобровский район Воронежской области, Советский район Воронежа и г. Калуга) было проведено исследование распространенности ЭД, симптомов нарушения функции нижних мочевых путей (СНМП) и факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний.

Всего в пилотных субъектах проживает 7765 мужчин в возрасте 40-65 лет. Из них первый этап Программы прошли 1261 человек, 1718 мужчин отказались от участия в данной Программе. Коэффициент отклика составил 0,414. Таким образом данное исследование является крупнейшим в России по числу мужчин, вошедших в исследование.

С целью оптимизации работы с первичной документацией в рамках научно-исследовательской работы была создана электронная система регистрации участников скрининга на исследуемой территории. Система электронной регистрации участников скрининга размещена на интернет-странице программы на сайте: <http://www.nethealth.ru/> (рис. 1).

Врачи со слов пациентов заполняли анкеты International

Пациент: Чепрасов Игорь Иванович

Рост	180	Вес	92	Окружность живота	86
Артериальное давление	130 / 80			Пульс	68
Пациент курит?	Нет	Сколько сигарет в день обычно выкуривает пациент?		Стаж курения	

Международная система оценки симптомов Болезни простаты IPSS	Ни разу	Один раз в сутки	Менее половин случаев	Примерно половин случаев	Более половин случаев	Почти всегда
	-	-	-	-	-	-

Рис. 1. Интерактивная анкета участника скрининговой программы

Prostate Symptom Score (IPSS) и Международный индекс эректильной функции (МИЭФ-5). Помимо данных анкетирования в электронную систему регистрации вносились анамнестические данные (статус курения, число выкуриваемых сигарет, длительность курения) результаты антропометрии (рост, вес, индекс массы тела (ИМТ), окружность живота), а также результаты лабораторных методов исследования (анализ крови на содержание общего холестерина, и глюкозы крови).

С целью дальнейшего мониторинга состояния участников программы предварительно в электронную систему регистрации были внесены паспортные данные исследуемого контингента (Ф.И.О., возраст, почтовый адрес, телефон), предоставленные территориальным фондом ОМС.

Доступ для внесения данных в электронную систему регистрации осуществлялся после предварительной регистрации и подтверждения личности. Доступ получали лица, назначаемые руководителем медицинской организации, которая принимала участие в программе.

Статистический анализ проводился при помощи программного обеспечения PS ClementinePro™1.8 (Predictive Solution) на базе платформы IBM SPSS Modeler™ 18 (IBM Corporation). Одной из задач данной работы было построение прогностической модели, которая позволила бы предсказать развития эректильной дисфункции и сердечно-сосудистых событий.

Для этого мы применили алгоритм CHAID (Chi-squared Automatic Interaction Detection – автоматическое обнаружение взаимодействия хи-квадрат) – это метод классификации для построения деревьев решений с использованием статистики хи-квадрат для нахож-

дения оптимальных расщеплений. Алгоритм формирует дерево решений, которое последовательно разбивает всю группу пациентов на дочерние категории в соответствии с тем или иным фактором риска, которые в свою очередь также разбиваются на несколько категорий и так далее, пока алгоритм не сможет сделать конкретный прогноз. Алгоритм автоматически определяет не только по какому признаку и в каком порядке необходимо делить пациентов на группы, но и устанавливает конкретные значения количественных признаков. Пример из данного исследования:

1. Оценивается наличие СНМП (Да/Нет),
2. Оценивается наличие или отсутствие гиперлипидемии (Да/Нет)
3. Оценивается окружность талии (автоматически определенные категории: ≤ 74 см; >74 , но ≤ 79 см; >79 , но < 90 см; ≥ 90 см).
4. Оценивается индекс массы тела (автоматически определенные категории: $\leq 23,661$ или $>23,661$).

И алгоритм формирует правило: «Если у пациента есть СНМП + отсутствует гиперлипидемия + у него окружность талии между 74 и 79 см + у него ИМТ более 23,661 = у него присутствует ЭД с вероятностью 98,4%». Подобные правила формируются для множества категорий с разной степенью достоверности.

Также с целью прогностического моделирования мы применили механизм нейронной сети. Искусственная нейронная сеть – это математическая модель, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей в головном мозге. Она состоит из множества элементарных процессоров, соединенных и взаимодействующих между собой, каждый из которых решает простую задачу.

Нейронные сети не программируются в привычном смысле этого слова, они обучаются. Возможность обучения — одно из главных преимуществ нейронных сетей перед традиционными алгоритмами. В процессе обучения нейронная сеть способна выявлять сложные зависимости между входными и выходными данными. После обучения сеть способна предсказать будущее значение интересующего нас признака на основе нескольких предыдущих значений и (или) каких-то существующих в настоящий момент факторов. В данном исследовании сеть была обучена прогнозированию развития артериальной гипертензии и эректильной дисфункции на основании профиля факторов риска. Однако, одним из недостатков нейронных сетей является то, что они работают по принципу «черного ящика», то есть конкретный алгоритм принятия ею решений узнать невозможно. Исследователь получает только результат, но без объяснения как именно он был получен.

Для обучения нейронной сети исследуемая выборка была разбита на обучающую и контрольную в соотношении 70/30%.

РЕЗУЛЬТАТЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

В настоящий момент получены результаты анализа данных 1256 участников (254 из них – жители г. Боброва, 883 – жители г. Воронежа, 119 – жители г. Калуги).

Эректильная дисфункция была выявлена у 51,04% мужчин (641 человек). При этом легкая степень нарушения эректильной функции отмечена у 38% мужчин, умеренная и тяжелая степень – у 10,5% и 2,5%, соответственно. Нормальная эректильная функция отмечалась у 48,96% обследованных.

Также в рамках Программы оценивалось наличие и выраженность симптомов нарушения функции нижних мочевых путей. Слабовыраженные СНМП отмечены у 42% мужчин, симптомы средней выраженности – у 10%, выраженные симптомы – у 6,4%. Нормальное мочеиспускание наблюдалось только у 523 (41,6%) мужчин. При корреляционном анализе была выявлена умеренная отрицательная взаимосвязь между количеством баллов по шкалам IIEF-5 и IPSS, то есть при наличии у мужчины жалоб со стороны нижних мочевых путей, у него увеличивается вероятность обнаружения эректильной дисфункции. Это обуславливает необходимость активного выявления врачом обоих состояний независимо от причины обращения мужчины к урологу.

Также была выявлена достоверная связь между возрастом мужчины и выраженностью ЭД.

В ходе работы была проанализирована распространенность факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний и эректильной дисфункции и их взаимосвязь. Распространенность абдоминального ожирения (по критериям IDF, 2005) в исследуемой популяции составила 20,7%. Кроме того, была выявлена слабая, но достоверная корреляция между окружностью талии и суммой баллов по шкале эректильной функции.

Если использовать индекс массы тела в качестве критерия избыточного веса и ожирения, то в таком случае достоверная корреляция с эректильной функцией и СНМП исчезает. Это означает, что для оценки риска развития репродуктивных нарушений и жизнеугрожающих заболеваний сердечно-сосудистой системы необходимо использовать окружность живота, а не индекс массы тела.

Распространенность курения среди мужчин составила 22,5%, что существенно ниже, чем в общей популяции. Относительный риск развития ЭД у курящих мужчин составляет 1,48. При этом оказалось, что число выкуриваемых сигарет не влияло на наличие ЭД и сумму баллов по шкале МИЭФ-5, влиял только сам факт курения.

Уровень глюкозы в крови оказался повышенным у 5,5% исследуемой популяции. Относительный риск наличия гипергликемии у пациентов, имеющих гиперхолестеринемию, оказался равен 5,31. То есть мужчины с повышенным уровнем холестерина имеют крайне высокий риск развития сахарного диабета.

В среднем исследованная популяция по характеристикам заболеваемости и распространенности факторов риска не показала значительных отличий от общей популяции. Единственным существенным отличием оказалась низкая распространенность курения – в 2,56 раза меньше, чем в среднем по России.

По результатам комплексного обследования мужчины были stratифицированы по группам риска развития сердечно-сосудистых заболеваний (низкий, умеренный, вы-

сокий) в соответствии с выявленными у них факторами риска, ЭД, и ССЗ на ранней стадии.

После применения алгоритма дерева решений CHAID было выявлено, что наиболее выраженным фактором риска возникновения ЭД являются: степень тяжести СНМП (коэффициент важности 0,64), затем со значительным отставанием следуют окружность талии (0,08), уровень холестерина (0,05), гипертензия (0,05) (рис. 2)

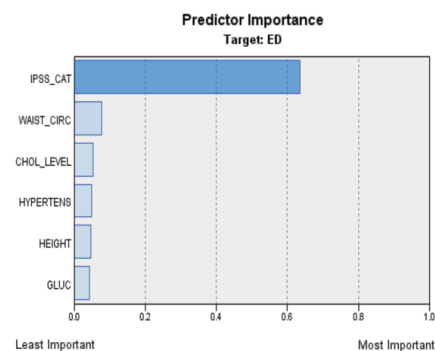


Рис. 2. Относительная значимость предикторов ЭД в соответствии с алгоритмом CHAID. Обозначения: IPSS_CAT – степень тяжести СНМП; WAIST_CIRC – окружность талии; CHOL_LEVEL – уровень общего холестерина; HYPERTENS – наличие гипертензии; HEIGHT – рост; GLUC – уровень глюкозы в крови

На рисунке 3 отображено дерево решений, которое позволяет классифицировать всех мужчин на множество подгрупп риска, в зависимости от сочетания факторов

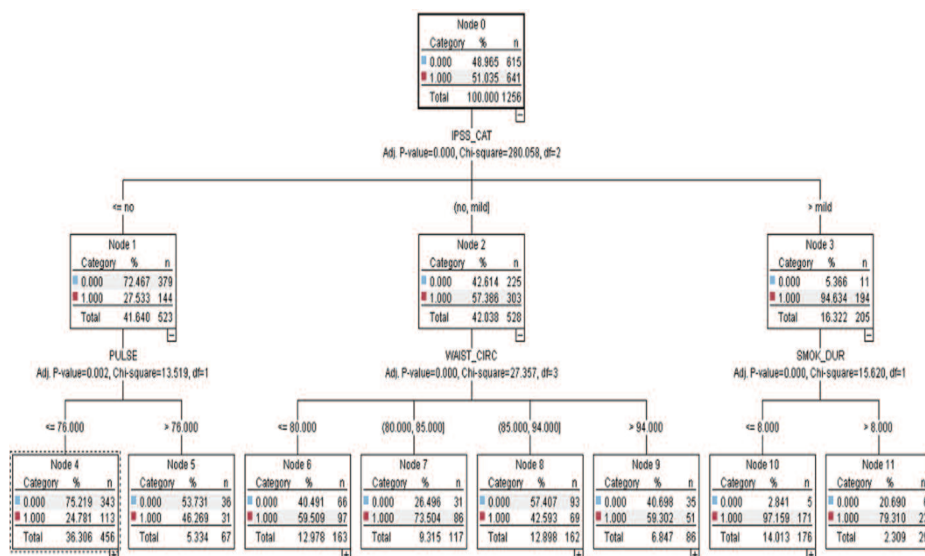


Рис. 3. Фрагмент дерева принятия решения на основании алгоритма CHAID

риска и спрогнозировать у них развитие ЭД. Пример одного из узлов дерева решений с пояснениями изображен на рисунке 4.

Применение модели нейронной сети (рис. 5) с использованием в качестве выходного слоя наличие эректильной дисфункции и алгоритмом «Обучение с учителем» позволило создать прогностическую модель, способную с общей вероятностью в 81,9% предсказать у человека наличие ЭД по профилю факторов риска. При этом наиболее эффективным оказалось именно предсказание положительного исхода (наличия ЭД). В этом случае

прогнозируемое и наблюдаемое значение совпали в 88,2% случаев (рис. 6).

Observed	Predicted	
	0.000	1.000
0.000	59.2%	40.8%
1.000	11.8%	88.2%

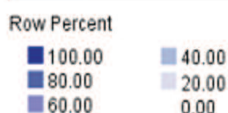


Рис. 6. Таблица сопряжения результатов прогнозирования эректильной дисфункции

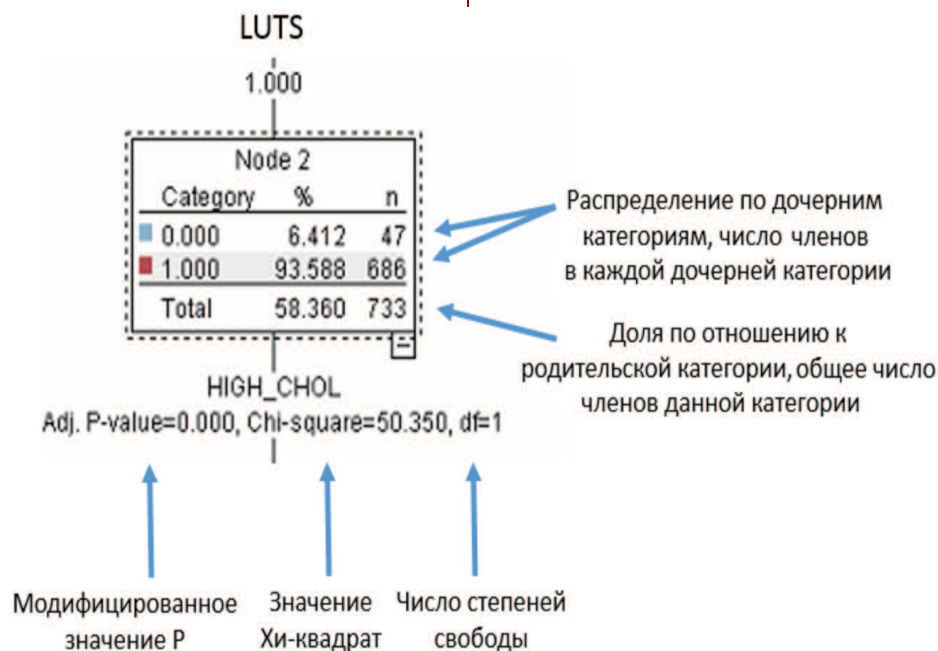


Рис. 4. Пример узла дерева решений CHAID

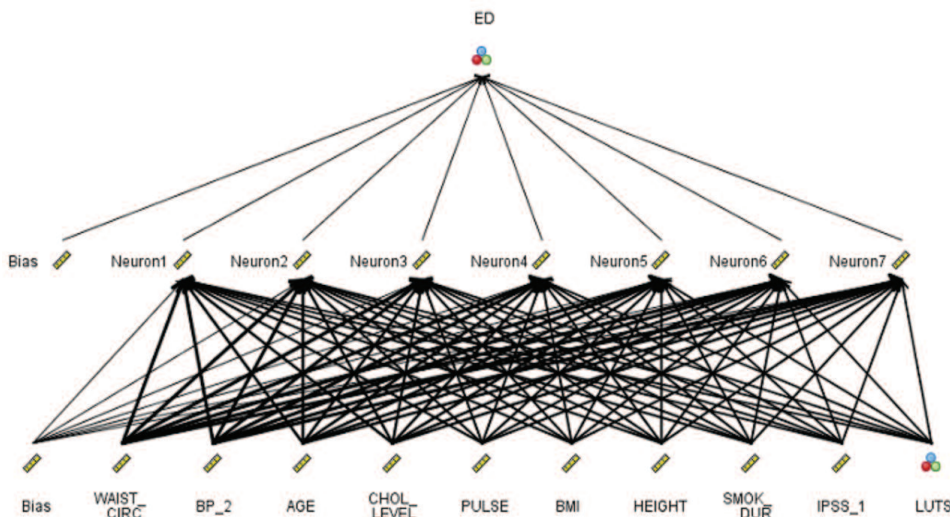


Рис. 5. Модель нейронной сети

Для оценки и сравнения моделей прогноза был создана диаграмма выигрыша, которая показала, что наилучшим образом в данной ситуации подходит модель дерева принятия решения (рис. 7).

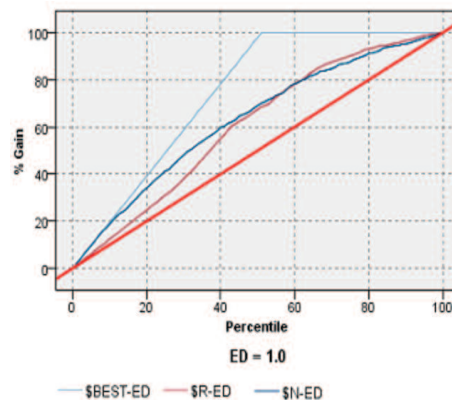


Рис. 7. Диаграмма выигрыша для модели на основе алгоритма CHAID и на основе нейронной сети

Сравнение прогнозов обеих моделей показал коэффициент согласия между моделями в 84,8%. Это означает, что независимо друг от друга обе модели давали одинаковый прогноз на основании одних и тех же входных данных в 84,8% случаев.

Для изучения прогностической значимости ЭД и иных факторов риска как ранних маркеров сердечно-сосудистых заболеваний мы также построили две прогностические модели методами CHAID и нейронной сети.

Алгоритм CHAID показал следующую относительную значимость предикторов артериальной гипертензии (рис. 8): частота пульса – 0,3; степень тяжести СНМП – 0,26; возраст и масса тела – по 0,11; уровень общего холестерина – 0,1; индекс массы тела – 0,07; и статус курильщика – 0,03. То есть наибольший вес в прогноз вносят 2 показателя: частота пульса и симптомы нижних мочевых путей.

Модель нейронной сети с целевой категорией «Гипертензия» показала точность в 80,3%. При

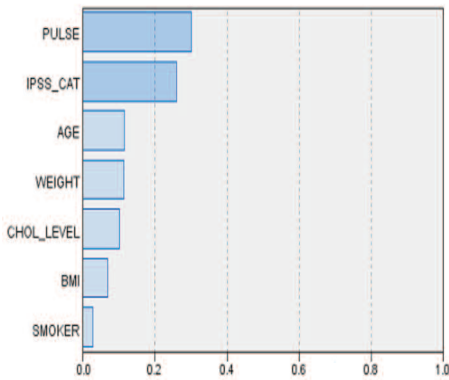


Рис. 8. Относительная значимость предикторов артериальной гипертензии. Обозначения: PULSE – частота пульса; IPSS_CAT – степень тяжести СНМП; AGE – возраст; WEIGHT – вес; CHOL_LEVEL – уровень общего холестерина; BMI – индекс массы тела; SMOKER – статус курения

этом модель оказалась наиболее точной в прогнозировании отрицательного значения, то есть нормального артериального давления (рис. 9). То есть, если сеть предсказывала отсутствие артериальной гипертензии, то ее прогноз оправдывался в 94,4%.

Observed	Predicted	
	0.000	1.000
0.000	94.4%	5.6%
1.000	68.0%	32.0%

Row Percent

100.00	40.00
80.00	20.00
60.00	0.00

Рис. 9. Таблица сопряжения результатов прогнозирования артериальной гипертензии

Коэффициент согласия между моделями составил 78%.

Следует отметить высокий уровень отказов в участии в исследовании и, несмотря на просветительскую работу среди целевой группы, низкая мотивация мужчин к продолжению обследования даже при наличии множественных фак-

торов риска сердечно-сосудистых заболеваний.

Для преодоления подобных трудностей необходима подготовка системы мотивации мужчин репродуктивного возраста к прохождению профилактического обследования. Также необходимо усиление просветительской работы среди целевой аудитории: проведение Школ здоровья и активного социального долголетия, проведение просветительской кампании в СМИ. Необходимо применение инструментов, совмещенных с современными информационными технологиями (просветительские интернет-сайты с интерактивными анкетами и мультимедийными информационными роликами).

Необходимо изменение акцента системы оказания медицинской помощи с куративной (ориентированной на лечение максимального числа больных людей), на превентивную (ориентированную на максимальное сохранение здоровья людей). Основным принципом должна стать активная выявляемость, а не пассивная обращаемость.

Выводы

Предварительные результаты статистического анализа данных позволяют сделать следующие выводы:

1. Распространенность ЭД в мужской популяции в возрасте 40-65 лет составила 51,04%. Легкая степень нарушения эректильной функции отмечается у 38% мужчин, умеренная и тяжелая степень – у 10,5% и 2,5%, соответственно.
2. Слабовыраженные СНМП

отмечены у 42% мужчин, симптомы средней выраженности – у 10%, выраженные симптомы – у 6,4%. Нормальное мочеиспускание наблюдалось у 41,6%.

3. Факторами риска ЭД являются умеренные и тяжелые СНМП, абдоминальное ожирение и повышенный уровень общего холестерина; что в целом соответствует профилю риска сердечно-сосудистых заболеваний.

4. Факторами риска артериальной гипертензии являются: высокая частота пульса, умеренные и тяжелые СНМП, возраст, избыточная масса тела, повышенный уровень общего холестерина; увеличенный индекс массы тела; статус курильщика.

5. В группу умеренного и высокого риска развития сердечно-сосудистых заболеваний входят 10,8% и 2,9% мужского населения в возрасте 40-65 лет.

6. По результатам работы создана прогностическая модель, которая позволяет рассчитать индивидуальный риск эректильной дисфункции и сердечно-сосудистых заболеваний.

Применение методов прогнозной аналитики, таких как построение деревьев решений и применение нейронных сетей может выявить нетривиальные закономерности между факторами риска репродуктивных нарушений и соматических заболеваний, лежащие за пределами корреляции или регрессии. Однако они требуют больших объемов выборки с десятками тысяч пациентов, поэтому для успешного продолжения работы необходимо проведение дальнейшего набора пациентов. ■

Ключевые слова: эректильная дисфункция, симптомы нарушения функции нижних мочевых путей, сердечно-сосудистые заболевания.

Key words: erectile dysfunction, low urinary tract symptoms, cardiovascular diseases.

Резюме:

Введение. Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются основной причиной смерти во всем мире. По данным литературы ССЗ имеют очень схожий профиль факторов риска с таким распространенным репродуктивным нарушением, как эректильная дисфункция (ЭД). В то же время, существуют различные мнения о распространенности ЭД и симптомов нарушения функции нижних мочевых путей (СНМП) в Российской популяции и их связи с соматическими заболеваниями.

Материалы и методы. В настоящем исследовании представлены данные обследования 1261 мужчин в возрасте 40-65 лет, проживающих в Воронежской и Калужской областях.

Результаты. Распространенность ЭД составила 51,04%. В результате анализа показано, что самыми значимыми факторами риска развития ЭД являются: умеренные и тяжелые СНМП, абдоминальное ожирение и повышенный уровень общего холестерина. Предикторами развития артериальной гипертензии были повышенная частота пульса, умеренные и тяжелые СНМП, возраст и повышенная масса тела. Применение методов прогнозной аналитики (алгоритм CHAID, нейронная сеть) позволило сформировать алгоритм предсказания развития сердечно-сосудистых заболеваний с точностью в 80,3%.

Выводы. Применение методов прогнозной аналитики позволяет предсказать развитие ССЗ у пациентов с репродуктивными нарушениями.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Summary:**Prediction of development of erectile dysfunction and cardiovascular diseases based on the risk factors profile**

O.I. Apolikhin, E.A. Efremov, I.A. Shaderkin, O.V. Zolotukhin, Y.Y. Madykin, M.M. Zelensky, S.S. Krasnyak

Introduction. Cardiovascular diseases (CVD) are the leading cause of death worldwide. According to literature, CVDs have a very similar profile of risk factors with such a common reproductive disorder as erectile dysfunction (ED). At the same time, there are different opinions about the prevalence of ED and lower urinary tract symptoms (LUTS) in the Russian population and their relationship to physical illnesses.

Materials and methods. We present data from evaluation of 1261 men aged 40-65 years living in the Voronezh and Kaluga regions.

Results. Prevalence of ED was 51.04%. The analysis showed that the most significant risk factors are the moderate and severe LUTS, abdominal obesity and high total cholesterol level. Predictors of development of arterial hypertension were pulse frequency, severity of LUTS age and body weight. The use of predictive analytics methods (algorithm CHAID, neural network) allowed to generate an algorithm for predicting the development of cardiovascular diseases with an accuracy of 80.3%.

Conclusion. The use of predictive analytics methods allows predicting the development of CVD in patients with reproductive disorders.

Authors declare lack of the possible conflicts of interests.

ЛИТЕРАТУРА

1. Alwan AD, Galea G, Stuckler D. Development at risk: addressing non-communicable diseases at the United Nations high-level meeting. *Bull World Health Organ* 2011;89:546-546A. doi:10.2471/BLT.11.091074.
2. Здравоохранение в России. 2015: Статистический сборник. Росстат. М.: 2011, 326 с.
3. Ewane KA, Lin H-C, Wang R. Should patients with erectile dysfunction be evaluated for cardiovascular disease? *Asian J Androl* 2012;14(1):138-144. doi:10.1038/aja.2011.137.
4. Miner MM. Erectile dysfunction: a harbinger or consequence: does its detection lead to a window of curability? *J Androl* 2011;32(2):125-34. doi:10.2164/jandrol.110.011338.
5. O'Donnell AB, Araujo AB, Goldstein I, McKinlay JB. The validity of a single-question self-report of erectile dysfunction. Results from the Massachusetts Male Aging Study. *J Gen Inter Med* 2005;20(6): 515-9
6. Trivison TG, Sand MS, Rosen RC, Shabsigh R, Eardley I, McKinlay JB. The natural progression and regression of erectile dysfunction: follow-up results from the MMAS and MALES Studies. *J Sexual Med* 2011;8(7):1917-1924
7. Bacon CG, Mittleman MA, Kawachi I, Giovannucci E, Glasser DB, Rimm EB. Sexual function in men older than 50 years of age: results from the health professionals follow-up study. *Ann Inter Med* 2003;139 (3):161-168
8. Moreira ED Jr, Lbo CF, Diament A, Nicolosi A, Glasser DB. Incidence of erectile dysfunction in men 40 to 69 years old: results from a population-based cohort study in Brazil. *Urology* 2003;61(2): 431-6.
9. Пушкарь Д.Ю., Камалов А.А., Аль-Шукри С.Х., Ерквич А.А., Коган М.И., Павлов В.Н., др. Анализ результатов эпидемиологического исследования распространенности эректильной дисфункции в Российской Федерации. *Урология* 2012;(6):5-9
10. Коган М.И. Эректильная дисфункция (текущее мнение). Ростов-на-Дону: «Книга», 2005, 334 с.
11. Deng C., Zhang Y., Chen X. [Adequate attention is required to the diagnosis and treatment of mild-symptom erectile dysfunction]. *Zhonghua nan ke xue = National journal of andrology*. 2015;21(1):6-10.

REFERENCES (9, 10)

9. Pushkar D.Yu., Kamalov A.A., Al-Shukri S.H., Erkovich A.A., Kogan M.I., Pavlov V.N., dr. Analiz rezultatov epidemiologicheskogo issledovaniya rasprostranennosti erektilnoy disfunktsii v Rossiyskoy Federatsii. [Analysis of the results of epidemiological study on prevalence of erectile dysfunction in the russian federation] *Urologiya* 2012;(6):5-9 (In Russian)
10. Kogan M.I. *Erektlnaya disfunktsiya* (tekushee mnenie). [Erectile dysfunction (current opinion)]. Rostov-na-Donu: «Kniga», 2005, 334 p. (In Russian)



ТЫ - Альфа?