

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Использование калькулятора индивидуальных значений NT-proBNP для диагностики хронической сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса

Тачилович И. О. *, Курносова А. А., Кудрявцева А. А., Скрипка А. И., Соколова А. А., Напалков Д. А., Фомин В. В.

ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

Цель. Разработать онлайн-калькулятор индивидуальных пороговых значений N-концевого промозгового натрийуретического пептида (NT-proBNP) для диагностики хронической сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса (ХСНсФВ) и дальнейшего его использования в клинической практике.

Материал и методы. На первом этапе разработан онлайн-калькулятор, вычисляющий индивидуальный пороговый уровень NT-proBNP, в котором используются возраст, пол, индекс массы тела (ИМТ), скорость клубочковой фильтрации (СКФ по формуле СКД-EPI) и наличие фибрилляции предсердий. 128 пациентов (50% женщин, медиана возраста 71 год) с ХСНсФВ, госпитализированных в Университетскую клиническую больницу №1 Сеченовского Университета в период с января по август 2024 г., были включены в исследование для проверки онлайн-калькулятора пороговых значений NT-proBNP. Проводилось сравнение диагнозов, которые были установлены по клиническим рекомендациям, где пороговые значения NT-proBNP равны 125 пг/мл при синусовом ритме и 365 пг/мл при фибрилляции предсердий, и диагнозов, поставленных по клиническим рекомендациям, но с учетом индивидуальных значений, рассчитанных с использованием калькулятора. Был рассчитан коэффициент каппа Коэна, который показывает степень согласия двух методов. Статистическую значимость различий в частоте постановки диагноза оценили с помощью критерия МакНемара.

Результаты. При сравнении диагнозов, установленных с использованием стандартных пороговых значений NT-proBNP и новых индивидуальных значений, в 38 случаях (29,7%) диагноз изменился: у 30 пациентов диагноз ХСНсФВ был установлен, а у 8 пациентов он был исключен. Коэффициент каппа Коэна составил 0,35. Разница между подходами оказалась статистически значимой ($p < 0,001$). Наибольшее расхождение в диагнозах наблюдалось у пациентов моложе 60 лет и у пациентов с ИМТ 30-34 кг/м² и ≥ 40 кг/м². При этом статистически значимые различия в частоте диагностики были выявлены только у пациентов с ИМТ 30-34 кг/м² ($k=0,38$, $p < 0,001$). Минимальным рассчитанным пороговым значением NT-proBNP являлось 45 пг/мл, максимальным — 506 пг/мл, диапазон значений между ними можно выделить как «серую зону».

Заключение. Разработанный онлайн-калькулятор с использованием дополнительных параметров (пол, возраст, ИМТ, СКФ, наличие ФП) позволяет рассчитать индивидуальные пороговые значения NT-proBNP, что может способствовать персонализированному подходу к ведению пациентов с ХСНсФВ.

Ключевые слова: хроническая сердечная недостаточность с сохраненной фракцией выброса, NT-proBNP, онлайн-калькулятор, индекс массы тела, скорость клубочковой фильтрации, фибрилляция предсердий, персонализированная медицина.



Для цитирования: Тачилович И. О., Курносова А. А., Кудрявцева А. А., Скрипка А. И., Соколова А. А., Напалков Д. А., Фомин В. В. Использование калькулятора индивидуальных значений NT-proBNP для диагностики хронической сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса. *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии*. 2026;22(2):139-145. DOI: 10.20996/1819-6446-2026-3274. EDN: QAUQIP

Use of an individual NT-proBNP value calculator in the diagnosis of heart failure with preserved ejection fraction

Tachilovich I. O. *, Kurnosova A. A., Kudryavtseva A. A., Skripka A. I., Sokolova A. A., Napalkov D. A., Fomin V. V.
Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

Aim. To develop an online calculator of individual NT-proBNP thresholds to diagnose heart failure with preserved ejection fraction (HFpEF) and to pilot it in clinical practice.

Material and methods. At the first stage, an online calculator that computes a personalised NT-proBNP threshold based on age, sex, body mass index (BMI), estimated glomerular filtration rate (CKD-EPI), and the presence of atrial fibrillation was developed. A total of 128 patients (50% women; median age, 71 years) with HFpEF hospitalised at University Clinical Hospital No. 1, Sechenov University, between January and August 2024 were enrolled to validate the calculator. Diagnoses based on guideline-recommended NT-proBNP cutoffs were compared with diagnoses incorporating individualised thresholds from the calculator. Agreement between methods was assessed using Cohen's kappa, and differences in diagnosis rates were evaluated with McNemar's test.

Results. When comparing diagnoses based on standard NT-proBNP thresholds with those using individualised values, the diagnosis changed in 38 cases (29.7%): HFpEF was established in 30 patients and excluded in 8. Cohen's kappa was 0.35. The difference between approaches was statistically significant ($p=0.0005$). The greatest diagnostic discrepancies were observed in patients younger than 60 years and in those with BMI 30-34 kg/m² and ≥ 40 kg/m²; statistically significant differences in diagnosis frequency were found only for patients with BMI 30-34 kg/m² ($k=0.38$, $p < 0.001$). The minimum and maximum calculated NT-proBNP thresholds were 45 pg/mL and 506 pg/mL, respectively, delineating a "gray zone" in which the calculator may be particularly useful for refining diagnosis.

Conclusion. NT-proBNP remains a key biomarker in HFpEF diagnosis; however, patient sex, age, and comorbidities affect its circulating levels. We therefore propose using our online calculator to derive individualized NT-proBNP thresholds for HFpEF diagnosis to reduce diagnostic errors, initiate treatment in a timely manner, and avoid unnecessary medication.

Keywords: heart failure with preserved ejection fraction, NT-proBNP, online calculator, body mass index, estimated glomerular filtration rate, atrial fibrillation, personalised medicine.

For citation: Tachilovich I.O., Kurnosova A.A., Kudryavtseva A.A., Skripka A.I., Sokolova A.A., Napalkov D.A., Fomin V.V. Use of an Online Calculator for Individualized NT-proBNP Thresholds in the Diagnosis of Heart Failure with Preserved Ejection Fraction. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2026;22(2): 139-145. DOI: 10.20996/1819-6446-2026-3274. EDN: QAUQIP

*Corresponding Author (Автор, ответственный за переписку): ilya.tach@yandex.ru

Received/Поступила: 24.11.2025

Review received/Рецензия получена: 18.02.2026

Accepted/Принята в печать: 10.04.2026

Введение

Хроническая сердечная недостаточность с сохраненной фракцией выброса (ХСНсФВ) — трудное для диагностики в связи с отсутствием высокоспецифичных и высокочувствительных методов исследования осложнение сердечно-сосудистых заболеваний. В настоящий момент существует ряд шкал, которые помогают врачу выявить ХСНсФВ, используя анамнез, данные эхокардиографического исследования и уровень N-концевого промозгового натрийуретического пептида (NT-proBNP) [1, 2].

Пациенты с ХСНсФВ — достаточно гетерогенная группа, чаще всего это пожилые люди с высокой коморбидностью, что затрудняет своевременную диагностику этого состояния. Типичные симптомы сердечной недостаточности, такие как одышка и отеки нижних конечностей, могут иметь внесердечную этиологию, при этом фракция выброса пациента по данным эхокардиографии будет сохраненной.

За последние несколько десятилетий по данным Фремингемского исследования частота ХСНсФВ увеличилась с 41% до 56%, в то время как частота ХСНнФВ, наоборот, снизилась [3]. При этом выживаемость пациентов с ХСНсФВ не улучшается, что делает разработку новых способов диагностики и лечения крайне актуальным вопросом современной кардиологии [4]. В настоящее время в качестве лабораторного маркера хронической сердечной недостаточности (ХСН) используют неактивную молекулу, образующуюся при синтезе BNP в кардиомиоцитах в ответ на повышение конечно-диастолического напряжения миокарда — NT-proBNP. В клинической практике значение NT-proBNP используют как косвенный признак повышения давления наполнения левого желудочка и маркер развития ХСНсФВ [5].

Однако уровень NT-proBNP в крови зависит не только от его синтеза в кардиомиоцитах, но и от наличия сопутствующих заболеваний пациента. Так, пожилой возраст, снижение скорости клубочковой фильтрации (СКФ) и фибрилляция/трепетание предсердий (ФП/ТП), с высокой частотой желудочковых сокращений

повышают значение NT-proBNP в крови, а ожирение, наоборот, его снижает. Это важно учитывать при интерпретации результатов анализа у конкретного пациента. В одном проспективном одноцентровом исследовании у 159 пациентов была выполнена катетеризация сердца с измерением давления заклинивания лёгочных капиллярах. У 46 пациентов (29%) было доказано наличие ХСНсФВ, но при этом уровень NT-proBNP не был повышен (< 100 пг/мл). Такой результат ученые связывают с тем, что эта группа пациентов была моложе и имела более высокие значения СКФ и индекса массы тела (ИМТ) [6]. Таким образом, низкое значение NT-proBNP в крови не всегда может исключить ХСН. При этом у таких пациентов частота событий (смертность или госпитализации по поводу ХСН) была почти в три раза выше по сравнению с пациентами без ХСН [7], что свидетельствует о важности своевременной диагностики и лечения.

Согласно алгоритмам Европейского общества кардиологов для ранней диагностики ХСН с использованием NT-proBNP, уровень биомаркера зависит от возраста (табл. 1), пола и наличия сопутствующих заболеваний (включая ожирение, хроническую болезнь почек (ХБП), наличие ФП/ТП) [8]. Несмотря на клиническую значимость этих данных, существуют сложности в вычислении NT-proBNP, и отсутствует удобный инструмент для индивидуального расчета его пороговых значений при диагностике ХСНсФВ.

Таблица 1. Пороговые значения NT-proBNP для пациентов без ожирения, почечной недостаточности и фибрилляции/трепетания предсердий (адаптировано из [8]).

Возраст	NT-proBNP (пг/мл)	
	Мужчины (пг/мл)	Женщины (пг/мл)
< 60 лет	> 75	> 125
60-69 лет	> 125	> 175
70-79 лет	> 175	> 225
> 80 лет	> 250	> 250
NT-proBNP — N-концевой промозговой натрийуретический пептид		

Цель настоящего исследования — разработать калькулятор индивидуальных значений NT-proBNP для диагностики ХСНсФВ и определить разницу пороговых значений NT-proBNP, рассчитанную с помощью онлайн-калькулятора с учетом возраста, значений ИМТ, СКФ, частоты желудочковых сокращений при ФП/ТП, по сравнению с его стандартными значениями согласно клиническим рекомендациям.

Материал и методы

На первом этапе исследования была выведена математическая формула, учитывающая возраст, пол, ИМТ, СКФ (по формуле СКD-EPI), наличие ФП, для расчета индивидуального порогового уровня NT-proBNP. Формула калькулятора учитывает данные Европейского общества кардиологов: СКФ <30 мл/мин/1,73 м² пороговое значение NT-

proBNP следует увеличить на 35%; при СКФ от 30 до 45 мл/мин/1,73 м² — на 25%; а при СКФ от 45 до 60 мл/мин/1,73 м² — на 15%. При ИМТ от 30 до 35 кг/м² пороговый уровень NT-proBNP следует снизить на 25%; при ИМТ от 35 до 40 кг/м² — на 30%; а при ИМТ >40 кг/м² — на 40% [8]. В случае ФП/ТП пороговое значение NT-proBNP необходимо увеличить на 50%, если частота желудочковых сокращений в момент взятия крови ≤90 уд./мин, или на 100%, если частота сердечных сокращений (ЧСС) >90 уд./мин. Далее был разработан онлайн-калькулятор: пользовательский интерфейс и алгоритм вычисления, реализованный на языке программирования Python. Дизайн калькулятора и сайта был создан в графическом редакторе Figma, после чего на его основе осуществлена верстка сайта (рис. 1)¹. Пользователь вводит данные пациента: возраст, пол, индекс массы тела, СКФ и наличие ФП, а затем алгоритм рассчитывает индивидуальное пороговое значе-

Сообщить о проблеме

Калькулятор пороговых значений NT-proBNP для диагностики хронической сердечной недостаточности

Пол: М Ж

Возраст: лет

ИМТ: кг/см² ИЛИ Рост: см Вес: кг

СКФ: мл/мин/м² ИЛИ Креатинин: мкмоль/л

Фибрилляция предсердий ЧСС: уд/мин

125 pg/ml Пороговое значение NT-proBNP для постановки диагноза «Хроническая сердечная недостаточность»

СКФ — скорость клубочковой фильтрации, ЧСС — частота сердечных сокращений, ИМТ — индекс массы тела, NT-proBNP — N-концевой промозговой натрийуретический пептид

Рисунок 1. Интерфейс сайта с калькулятором

¹ hf-calc.ru.

ние NT-proBNP, при превышении которого можно поставить диагноз ХСНсФВ.

Для проверки на практике разработанного калькулятора было проведено одноцентровое ретроспективное исследование на установление диагноза ХСНсФВ было проведено одноцентровое ретроспективное исследование с участием 128 пациентов кардиологического отделения Университетской клинической больницы №1 Сеченовского университета, госпитализированных в период с января по сентябрь 2024 г. Из медицинской документации пациентов были получены данные о возрасте, поле, ИМТ, СКФ, наличии ФП, ЧСС и наличии клинически установленного диагноза ХСНсФВ. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом Сеченовского университета (заседание №16-23 от 14.09.2023).

Для каждого пациента определялся пороговый уровень NT-proBNP двумя способами: с использованием клинических рекомендаций «Хроническая сердечная недостаточность» 2024 г. [9] и с применением разработанного онлайн-калькулятора. На основании клинических данных (наличия симптомов и признаков ХСН), данных эхокардиографии и превышения индивидуально рассчитанного порогового значения NT-proBNP устанавливался диагноз ХСНсФВ для дальнейшего сравнения с диагнозами, поставленными с использованием стандартных пороговых значений. Поскольку полученная выборка не соответствовала критериям нормального распределения (проверка нормальности проводилась с помощью теста Шапиро-Уилка), для сравнения пороговых значений, вычисленных двумя методами, был использован непараметрический критерий Уилкоксона. Для снижения ошибки первого рода при анализе подгрупп использовалась поправка Холма-Бонферрони. Был рассчитан коэффициент каппа Коэна, который показывает степень согласия двух методов. Коэффициент согласия оценивался следующим образом: слабый ($k > 0,0,2$), незначимый ($k > 0,21-0,4$), умеренный ($k > 0,41-0,6$), существенный ($k > 0,61-0,8$) и полное согласие ($k > 0,81-1,0$). Статистическую значимость различий в частоте постановки диагноза оценили с помощью критерия МакНемара.

Статистический анализ выполнен с помощью языка Python и специализированных библиотек Pandas, Scipy, Matplotlib. Различия считались статистически значимыми при значении $p < 0,05$.

Результаты

Среди 128 пациентов кардиологического отделения, включенных в исследование, доля как мужчин, так и женщин составила 50% (табл. 2). Медиана возраста пациентов составила 71 год (межквартильный интервал (IQR): 62-77). Медиана ИМТ пациентов составила 30,4 кг/м² (IQR: 26,8-34,3), что указывает на наличие избыточной массы тела и ожирения

Таблица 2. Характеристика пациентов, включенных в исследование

Показатель	Пациенты (n=128)
Мужчины (n, %)	64 (50)
Женщины (n, %)	64 (50)
Возраст (Me, IQR), лет	71,0 (62,0-77,0)
ИМТ (Me, IQR), кг/м ²	30,4 (26,38-34,03)
СКФ (Me, IQR), мл/мин/1,73 м ²	61,0 (49,8-74,1)
Фибрилляция предсердий (n, %)	65 (51)
ХСНсФВ (n, %)	95 (74)

СКФ — скорость клубочковой фильтрации, ИМТ — индекс массы тела, ХСНсФВ — хроническая сердечная недостаточность с сохраненной фракцией выброса, Me — медиана, IQR — межквартильный интервал

у значительной части выборки. При анализе подгрупп выявлены статистически значимые различия между мужчинами и женщинами по СКФ (медиана 63 и 56,5 мл/мин/1,73 м², соответственно, $p=0,037$). Медиана СКФ составила 61 мл/мин/1,73 м² (IQR: 49,8-74,1). Медианная разница между методами определения порогового значения NT-proBNP составила 0 пг/мл (IQR: -73-67).

При сравнении пороговых значений NT-proBNP из клинических рекомендаций и рассчитанных с использованием разработанного онлайн-калькулятора, статистически значимых различий между двумя мето-

Таблица 3. Изменение пороговых значений, рассчитанных с помощью калькулятора по подгруппам

Группа	n	Новые пороговые значения NT-proBNP (Me (IQR))	p	
Общая выборка	128	184,5 (125,0-238,3)	0,37	
Мужчины	<60 лет	14	62,5 (56,0-75,0)	<0,01
	60-69 лет	20	125,0 (94,0-141,0)	0,13
	70-79 лет	22	175,0 (175,0-201,0)	0,50
	≥80 лет	8	352,0 (288,0-375,0)	0,15
Женщины	<60 лет	9	125,0 (94,0-188,0)	0,02
	60-69 лет	17	175,0 (131,0-201,0)	0,89
	70-79 лет	24	225,0 (208,8-270,5)	0,30
	≥80 лет	14	332,0 (304,5-445,5)	<0,01
СКФ	<30	3	304,0 (202,5-405,0)	0,06
	30-44	22	226,5 (211,0-312,0)	<0,01
	45-59	29	197,5 (151,0-223,5)	0,87
	≥60	74	175,0 (105,0-225,0)	0,08
ИМТ	<30	64	201,0 (175,0-284,5)	0,40
	30-34	39	166,5 (94,0-218,5)	0,07
	35-59	11	122,0 (91,3-222,3)	<0,01
	≥40	14	156,5 (102,0-178,8)	<0,01
ФП	Есть	44	211,0 (175,0-291,0)	0,08
	Нет	84	131,0 (94,0-211,0)	0,20

СКФ — скорость клубочковой фильтрации, ИМТ — индекс массы тела, ФП — фибрилляция предсердий, Me — медиана, IQR — межквартильный интервал



Рисунок 2. Изменение порогового уровня NT-proBNP для каждого пациента

дами в общей выборке не выявлено ($p=0,37$). Однако при детальном анализе подгрупп пациентов по полу, возрасту, ИМТ, СКФ и наличию ФП были выявлены статистически значимые различия пороговых значений в следующих подгруппах: женщины старше 80 лет ($n=14$, $p<0,01$), мужчины младше 60 лет ($n=14$, $p<0,01$), женщины младше 60 лет ($n=9$, $p=0,02$), пациенты с СКФ 30-44 мл/мин/1,73 м² ($n=22$, $p<0,01$), ИМТ 35-39 кг/м² ($n=11$, $p<0,01$), ИМТ ≥ 40 кг/м² ($n=14$, $p<0,01$) (табл. 3). После коррекции на множественные сравнения статистическая значимость сохранилась во всех подгруппах, кроме женщин младше 60 лет.

Рис. 2 демонстрирует, как использование персонализированного расчета NT-proBNP повлияли на пороговые значения данного показателя для многих пациентов.

При сравнении диагнозов, установленных с использованием стандартных пороговых значений NT-proBNP и новых индивидуальных значений, в 38 случаях (29,7%) диагноз изменился: у 30 пациентов диагноз ХСНсФВ был установлен, а у 8 пациентов он был исключен (табл. 4). Коэффициент каппа Коэна составил 0,35 (табл. 5). Разница между подходами оказалась статистически значимой ($p<0,01$). При анализе подгрупп статистически значимые различия в частоте диагностики были выявлены только у пациентов с ИМТ 30-34 кг/м² ($k=0,38$, $p<0,01$). Низкая степень согласия между двумя методами говорит о том, что использование стандартных пороговых значений может приводить к недостаточной диагностике ХСНсФВ у пациентов с ожирением (ИМТ 30-34 кг/м²).

Таблица 4. Таблица сопряженности диагнозов, поставленных с использованием разных методов определения порогового значения NT-proBNP

Категория	Использование фиксированных пороговых значений NT-proBNP: нет ХСНсФВ	Использование фиксированных пороговых значений NT-proBNP: есть ХСНсФВ
Использование калькулятора: нет диагноза ХСНсФВ	25	30
Использование калькулятора: есть диагноз ХСНсФВ	8	65

ХСНсФВ — хроническая сердечная недостаточность с сохраненной фракцией выброса, NT-proBNP — N-концевой промозговой натрийуретический пептид

Таблица 5. Согласованность диагнозов, поставленных при использовании фиксированных пороговых значений NT-proBNP и пороговых значений, рассчитанных с помощью калькулятора

Группа		n	Каппа Коэна	p (МакНемара)
Общая выборка		128	0,35	<0,01
Мужчины	<60 лет	14	0,02	0,70
	60-69 лет	20	0,30	0,13
	70-79 лет	22	0,50	0,38
	≥80 лет	8	—	—
Женщины	<60 лет	9	0,14	0,63
	60-69 лет	17	0,54	0,13
	70-79 лет	24	0,33	0,45
	≥80 лет	14	0,59	0,50
СКФ	<30	3	—	—
	30-44	22	0,63	1,00
	45-59	29	0,38	0,45
	≥60	74	0,25	0,52
ИМТ	<30	64	0,34	0,24
	30-34	39	0,38	<0,01
	35-59	11	0,62	0,50
	≥40	14	0,18	0,63
ФП	Есть	44	0,22	0,32
	Нет	84	0,17	1,00

СКФ — скорость клубочковой фильтрации, ИМТ — индекс массы тела, ФП — фибрилляция предсердий

Обсуждение

Нормальный уровень натрийуретических пептидов у нелеченных пациентов практически позволяет исключить поражение сердца, что делает диагноз ХСН маловероятным. Согласно данным клинических рекомендаций значения NT-proBNP и BNP ниже 125 пг/мл и 35 пг/мл (при синусовом ритме) и менее 365 пг/мл и 105 пг/мл (при ФП), соответственно, свидетельствуют об отсутствии ХСН [9].

Согласно данным Европейского общества кардиологов, уровень NT-proBNP зависит от возраста, пола и наличия сопутствующих заболеваний (ожирение, ХБП, наличие ФП/ТП). Несмотря на клиническую значимость этих данных, существуют сложности в вычислении и отсутствует удобный инструмент для индивидуального расчета пороговых значений NT-proBNP при диагностике ХСНсФВ. Единственный существующий на данный момент калькулятор под названием «Cut-off values for NT-proBNP quantification adjusted for age, gender and comorbidities for the diagnosis of heart disease heart failure in patients with diabetes» разработан Португальским обществом кардиологов (calculadorantprobnp.pt) на основании документа Европейского общества кардиологов и отражает ложные результаты в результате ошибок в алгоритме рас-

чета². На сегодняшний день для российских пользователей подобного инструмента не существует, что послужило идеей для разработки онлайн-калькулятора.

В общей выборке различия между пороговыми уровнями NT-proBNP из клинических рекомендаций и рассчитанными с помощью разработанного алгоритма, не оказались статистически значимыми, так как большая часть пациентов не имела факторов, модифицирующих уровень биомаркера. Однако при анализе выявлены уязвимые группы пациентов, у которых индивидуальные характеристики изменяют пороговый уровень NT-proBNP и влияют на постановку диагноза: женщины старше 80 лет, мужчины младше 60 лет, женщины младше 60 лет, пациенты с ХБП СЗБ, ожирением 2 и 3 степени. Так как авторы использовали новый подход к интерпретации уровня NT-proBNP, данные более крупных исследований, с которыми можно было бы сравнить полученные результаты, отсутствуют. В исследовании по сравнению диагностической ценности маркеров сердечной недостаточности было показано, что NT-proBNP значимо изменялся в зависимости от возраста, ИМТ и уровня креатинина пациента, в отличие от других маркеров [10]. Важно отметить, что именно те группы пациентов, у которых меняется уровень NT-proBNP, нуждаются в ранней диагностике и незамедлительном начале лечения. В исследовании по влиянию коморбидных с ХСН состояний было показано, что наличие ХБП приводило к ухудшению прогноза у пациентов с ХСН и увеличивало смертность [11]. Существуют данные, что учет возраста пациента при оценке NT-proBNP повышает специфичность маркера, но снижает его чувствительность [12]. Авторы исследования подчеркивают важность включения других состояний в алгоритмы расчета порогового уровня NT-proBNP для улучшения диагностической ценности. Например, при включении в расчет степени ожирения пороговый уровень будет снижаться, что может улучшить чувствительность метода, однако для этого требуются дальнейшие исследования.

Низкий уровень совпадения диагнозов ХСНсФВ, установленных с помощью стандартного метода или разработанного калькулятора, оказался статистически достоверным (p < 0,01) только для группы пациентов с ожирением 1 степени несмотря на то, что диагноз изменился у 29,7% пациентов в общей выборке. Это можно объяснить тем, что из всех состояний, влияющих на концентрацию биомаркера в крови, это самая многочисленная группа в исследуемой выборке. Необходимы более масштабные исследования для увеличения статистической значимости различий в диагностических подходах при анализе подгрупп.

В соответствии с результатами проведенного исследования можно придерживаться двух подходов: использование калькулятора пороговых значений NT-proBNP у определенных групп пациентов (женщины старше 80 лет, мужчины и женщины младше 60 лет,

² <https://calculadorantprobnp.pt>.

пациенты с ХБП СЗБ, ожирением 2 и 3 степени) или при попадании значения NT-proBNP конкретного пациента в «серую зону» (45-506 пг/мл).

Проведенное исследование подтвердило важность индивидуального подхода к интерпретации значений NT-proBNP с учетом возраста, ИМТ и функции почек. Использование общепринятых пороговых значений без учета особенностей этих групп может приводить к диагностическим ошибкам при выявлении ХСНсФВ. Применение онлайн-калькулятора позволит снизить риск диагностических ошибок у этих категорий пациентов, что может улучшить качество и продолжительность жизни. Дальнейшее изучение эффективности калькулятора в проспективных исследованиях на больших выборках пациентов необходимо для его внедрения в клиническую практику.

Ограничения исследования

Ограничениями представленного исследования были: малый размер выборки в подгруппах и низкая

статистическая мощность, что требует проведения более крупных исследований.

Заключение

Разработан онлайн-калькулятор индивидуальных пороговых значений NT-proBNP для диагностики ХСНсФВ. Использование дополнительных параметров (пола, возраста, ИМТ, СКФ, наличия ФП) при расчете порогового значения биомаркера позволяет персонализированно подходить к диагностике ХСН. Валидация данного калькулятора в более крупных проспективных исследованиях может открыть перспективы его применения в клинической практике.

Отношения и Деятельность. Нет.
Relationships and Activities. None.

References / Литература

1. Pieske B, Tschope C, de Boer RA, et al. How to diagnose heart failure with preserved ejection fraction: the HFA-PEFF diagnostic algorithm: a consensus recommendation from the Heart Failure Association (HFA) of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J.* 2019;40(40):3297-317. DOI:10.1093/eurheartj/ehz641. Erratum in: *Eur Heart J.* 2021;42(13):1274. DOI:10.1093/eurheartj/ehaa1016.
2. Reddy YNV, Carter RE, Obokata M, et al. A Simple, Evidence-Based Approach to Help Guide Diagnosis of Heart Failure With Preserved Ejection Fraction. *Circulation.* 2018;138(9):861-70. DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.118.034646.
3. Vasan RS, Xanthakis V, Lyass A, et al. Epidemiology of Left Ventricular Systolic Dysfunction and Heart Failure in the Framingham Study: An Echocardiographic Study Over 3 Decades. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2018;11(1):1-11. DOI:10.1016/j.jcmg.2017.08.007.
4. Owan TE, Hodge DO, Herges RM, et al. Trends in prevalence and outcome of heart failure with preserved ejection fraction. *N Engl J Med.* 2006;355(3):251-9. DOI:10.1056/NEJMoa052256.
5. Mueller C, McDonald K, de Boer RA, et al.; Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. Heart Failure Association of the European Society of Cardiology practical guidance on the use of natriuretic peptide concentrations. *Eur J Heart Fail.* 2019;21(6):715-31. DOI:10.1002/ehf.1494.
6. Anjan VY, Loftus TM, Burke MA, et al. Prevalence, clinical phenotype, and outcomes associated with normal B-type natriuretic peptide levels in heart failure with preserved ejection fraction. *Am J Cardiol.* 2012;110(6):870-6. DOI:10.1016/j.amjcard.2012.05.014.
7. Shah SJ. BNP: Biomarker Not Perfect in heart failure with preserved ejection fraction. *Eur Heart J.* 2022;43(20):1952-4. DOI:10.1093/eurheartj/ehac121.
8. Bayes-Genis A, Docherty KF, Petrie MC, et al. Practical algorithms for early diagnosis of heart failure and heart stress using NT-proBNP: A clinical consensus statement from the Heart Failure Association of the ESC. *Eur J Heart Fail.* 2023;25(11):1891-8. DOI:10.1002/ehf.3036.
9. Galyavich AS, Tereshchenko SN, Uskach TM, et al. 2024 Clinical practice guidelines for Chronic heart failure. *Russ J Cardiol.* 2024;29(11):6162 (In Russ.) [Галевич А.С., Терещенко С.Н., Ускач Т.М. и др. Хроническая сердечная недостаточность. Клинические рекомендации 2024. Российский кардиологический журнал. 2024;29(11):6162]. DOI:10.15829/1560-4071-2024-6162.
10. Guo M, Luo J, Zhao J, et al. Combined Use of Circulating miR-133a and NT-proBNP Improves Heart Failure Diagnostic Accuracy in Elderly Patients. *Med Sci Monit.* 2018;24:8840-8. DOI:10.12659/MSM.911632.
11. Murad K, Goff DC Jr, Morgan TM, et al. Burden of Comorbidities and Functional and Cognitive Impairments in Elderly Patients at the Initial Diagnosis of Heart Failure and Their Impact on Total Mortality. *JACC Heart Fail.* 2015;3(7):542-50. DOI:10.1016/j.jchf.2015.03.004.
12. Taylor CJ, Taylor KS, Jones NR, et al. Age-adjusted natriuretic peptide thresholds for a diagnosis of heart failure in the community: Diagnostic accuracy study. *ESC Heart Fail.* 2025;12(5):3552-68. DOI:10.1002/ehf2.15383.

Сведения об Авторах/About the Authors

Тачилович Илья Олегович [Ilya O. Tachilovich]

eLibrary SPIN 6170-3944, ORCID 0000-0003-1612-7631

Курносова Анна Алексеевна [Anna A. Kurnosova]

eLibrary SPIN 1139-4224, ORCID 0009-0002-0555-9404

Кудрявцева Анна Александровна [Anna A. Kudryavtseva]

eLibrary SPIN 7378-4788, ORCID 0000-0003-0160-6015

Скрипка Алена Игоревна [Alena I. Skripka]

eLibrary SPIN 1060-6320, ORCID 0000-0001-6753-1365

Соколова Анастасия Андреевна [Anastasiya A. Sokolova]

eLibrary SPIN 2153-3542, ORCID 0000-0001-5938-8917

Напалков Дмитрий Александрович [Dmitry A. Napalkov]

eLibrary SPIN 2894-5010, ORCID 0000-0001-6241-2711

Фомин Виктор Викторович [Victor V. Fomin]

eLibrary SPIN 8465-2747, ORCID 0000-0002-2682-4417

Адрес организации авторов: ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2, Москва, 119048, Россия.

Addresses of the authors' institutions: Sechenov First Moscow State Medical University, 8-2 Trubetskaya str., Moscow, 119048, Russia.