

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ У МОЛОДЫХ МУЖЧИН С ВЫСОКИМ НОРМАЛЬНЫМ АРТЕРИАЛЬНЫМ ДАВЛЕНИЕМ



А. Н. Заяц, В. И. Шишко

Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь

Известно, что высокое нормальное артериальное давление (ВНАД) ассоциируется с повышенным риском развития артериальной гипертензии (АГ).

Цель исследования. Выявить предикторы развития АГ у молодых мужчин с ВНАД, оценить их прогностическую значимость.

Материал и методы. Из выборки 50 мужчин в возрасте 18-29 лет с зарегистрированным ВНАД сформированы группы: 1-я группа – 18 пациентов с диагностированной в течение 10 лет АГ, 2-я группа – 32 пациента, у которых АГ не была диагностирована. Анализировались факторы сердечно-сосудистого риска, показатели суточного мониторирования АД, велоэргометрии (ВЭМ), вариабельности ритма сердца (ВРС) при выполнении активной ортостатической пробы, эхокардиографии, скорость распространения пульсовой волны.

Результаты. Предикторами развития АГ у молодых мужчин с ВНАД являются показатели ВРС при выполнении активной ортостатической пробы (ΔSDNN, ΔHF) и показатели ВЭМ (частота сокращений сердца (ЧСС) на высоте нагрузки, диастолическое АД (ДАД) в конце восстановительного периода).

Выводы. Предикторы развития АГ у молодых мужчин с ВНАД: ΔSDNN и ΔHF при выполнении активной ортостатической пробы, ЧСС на высоте нагрузки и уровень ДАД в восстановительном периоде при выполнении ВЭМ (чувствительность – 88,89%, специфичность – 93,75%, точность – 92,0%). Полученная прогностическая модель может быть применена как метод определения индивидуального риска развития АГ.

Ключевые слова: молодой возраст, мужской пол, артериальная гипертензия, высокое нормальное артериальное давление.

Для цитирования: Заяц, А. Н. Прогнозирование развития артериальной гипертензии у молодых мужчин с высоким нормальным артериальным давлением / А. Н. Заяц, В. И. Шишко // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2023. Т. 21, № 6. С. 569-574. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2023-21-6-569-574>.

Введение

Артериальная гипертензия (АГ) остается одним из самых распространенных факторов сердечно-сосудистого риска (ССР) среди населения Республики Беларусь. Распространенность АГ увеличивается с 24,1% в возрасте 18-29 лет до 29,7% в возрасте 30-44 лет и почти вдвое (59,3%) в возрасте 45-59 лет, ухудшая прогноз развития заболеваний сердечно-сосудистой системы (ССС) [1].

Ранее состояние, характеризующееся высоким нормальным артериальным давлением (ВНАД), считалось «предгипертензией» и представляло мощный фактор риска АГ [2]. Согласно рекомендациям АСС/АНА 2017 г., уровень АД, соответствующий 130-139 мм рт. ст. для систолического АД (САД) и 80-89 мм рт. ст. для диастолического (ДАД) считается первой стадией заболевания [3]. Лица с ВНАД – категория пациентов, представляющая клинический интерес в диагностике и прогнозировании АГ.

Цель исследования – выявить предикторы развития АГ у молодых мужчин с ВНАД.

Материал и методы

На первом этапе исследования в 2010-2012 гг. на базе кардиологического отделения городской клинической больницы № 2 г. Гродно обследованы 209 мужчин в возрасте 18-29 лет. Все обследуемые подписывали информированное согласие на участие в исследовании. Из обследованных пациентов отобран 91 мужчи-

на без верифицированной АГ, у которых АД при офисном измерении соответствовало ВНАД. В дополнение к общепринятым методикам обследования выполнялись суточное мониторирование АД (СМАД), анализ вариабельности сердечного ритма (ВРС) при выполнении активной ортостатической пробы, велоэргометрия (ВЭМ), эхокардиография (ЭхоКГ), определение скорости распространения пульсовой волны (СРПВ) по артериям мышечного типа.

На втором этапе исследования через 10 лет проанализированы амбулаторные карты 50 мужчин, регулярно проходивших диспансерное наблюдение. По результатам работы с документацией сформированы 2 группы: 1-я группа представлена 18 пациентами с развившейся АГ, 2-я группа – 32 пациента, у которых в течение 10-летнего периода АГ не была диагностирована. На основании анализа результатов обследования, выполненного на первом этапе исследования, определены возможные предикторы развития АГ, построена логит-модель прогнозирования АГ и оценена ее значимость.

СМАД выполнялось аппаратом WatchBP 03 фирмы Microlife (Швеция). Исследование начиналось в утренние часы и длилось на протяжении суток с фиксацией АД каждые 30 минут днем и 60 минут ночью. Анализировали уровень САД и ДАД (мм рт. ст.), нагрузку давлением, вариабельность АД за сутки, днем и ночью, суточный индекс и скорость утреннего подъема АД.

ВЭМ выполняли на велоэргометре фирмы «Kettler» (Германия) с использованием аппаратно-программного комплекса «Поли-Спектр-8Е/8В» (Россия). Оценивали показатели толерантности к физической нагрузке: длительность пробы, пороговую мощность, объем выполненной работы, двойное произведение, коронарный, хронотропный и инотропный резервы, прирост ДАД на высоте нагрузки. Определяли тип гемодинамического ответа на физическую нагрузку: физиологический, гиперреактивный, гипертензивный, гипердинамический [4].

Определение ВСП проводилось на аппаратно-программном комплексе «Поли-Спектр-8Е/8В» (Россия) с использованием модуля анализа ВСП «Поли-Спектр-Ритм». Оценивались показатели временного (RRNN, SDNN, RMSSD, pNN50) и спектрального (TP, VLF, LF, HF, %VLF, %LF, %HF) анализа ВСП в состоянии покоя, при выполнении 7-минутной активной ортостатической пробы, их динамика (Δ – отношение показателя в ортостазе к показателю в покое).

ЭхоКГ выполнялась на ультразвуковом аппарате Medison SA-8000 (Samsung, Корея) с использованием одномерного, двухмерного и доплеровского режима. Производилась оценка размера камер сердца, систолической и диастолической функций сердца, ремоделирования миокарда.

СРПВ определяли реографическим методом на компьютерном реографе «Импекард-М» на отрезке между сонной артерией и лучевой артерией на нерабочей руке.

Статистическая обработка результатов проведена методами непараметрической статистики с использованием программ статистической обработки данных Statistica 10.0 и ExcelAttestat. Межгрупповые различия выявляли с использованием теста Манна-Уитни. Для сравнения количественных показателей ВСП исходно и в ортостазе применяли критерий знаков (Sing test). Для оценки значимости различий частот и долей определенного признака применяли критерий хи-квадрат Пирсона; при значении частот от 5 до 9 хи-квадрат рассчитывали с поправкой Йетса, при значении менее 5 – при помощи точного критерия р Фишера. Для построения модели регрессии использовался метод нелинейной логистической регрессии с бинарным откликом с логит-функцией связи и определением прогностической значимости и порога отсечения в результате ROC-анализа. Данные в работе представлены в виде медианы и 25-го и 75-го перцентилей (Me (25%; 75%)). Критическим уровнем статистической значимости считали $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Сравнительная характеристика факторов ССР, выявленных на первом этапе исследования, представлена в таблице 1.

У мужчин в 1-й группе значимо выше частота сердечных сокращений (ЧСС), по другим показателям группы не различались.

Курение выявлено у 10 (55,6%) пациентов 1-й группы и у 12 (37,5%) пациентов 2-й группы,

Таблица 1. – Факторы ССР в группах исследования

Table 1. – CV risk factors in study groups

Показатель	1-я группа (n=18)	2-я группа (n=32)	H; p
САД, мм рт. ст.	135 (131; 139)	135 (131; 138)	>0,05
ДАД, мм рт. ст.	85 (82; 89)	83 (79; 86)	>0,05
ЧСС, уд/мин	93 (76; 95)	77 (72; 82)	164; 0,013
ИМТ, кг/м ²	22,8 (22,2; 25,4)	23,8 (21,3; 26,7)	>0,05
ОТ, см	81,0 (80,0; 91,0)	83,5 (79,8; 94,8)	>0,05
Холестерин, ммоль/мл	5,2 (4,9; 5,5)	4,6 (3,8; 5,2)	>0,05
Креатинин, ммоль/мл	66 (60; 80)	78 (68; 91)	>0,05
Глюкоза, ммоль/мл	4,8 (4,3; 5,0)	4,9 (4,5; 5,0)	>0,05

ожирение – у 1 (5,6%) и 0 пациентов, абдоминальный тип ожирения – у 2 (11,1%) и 1 (3,1%) пациента, гиперхолестеринемия – у 10 (55,6%) и 6 (18,8%) пациентов, низкая физическая активность – у 2 (11,1%) и 1 (3,1%) пациента, соответственно. Гиперхолестеринемия среди пациентов 1-й группы встречалась чаще, чем во 2-й группе ($\chi^2=5,58$, $p=0,018$).

При сравнении показателей СМАД выявлено, что у пациентов 1-й группы скорость утреннего подъема ДАД была выше, чем во 2-й группе; по другим показателям группы не различались.

По данным ВЭМ в 1-й группе тест выполнен полностью у 6 (33,3%) пациентов, толерантность к физической нагрузке оценена как высокая. У 12 (66,7%) пациентов толерантность к физической нагрузке была снижена – на 2-й ступени нагрузки пробу завершили 8 (44%) пациентов, на 3-й ступени – 2 пациента. Во 2-й группе протокол ВЭМ выполнен полностью и высокая толерантность к физической нагрузке выявлена у 12 (37,5%) пациентов. У 20 (62,5%) пациентов толерантность к физической нагрузке была снижена – на 2-й ступени нагрузки пробу завершили 8 (25%) пациентов, на 3-й ступени – 12 (37,5%) пациентов. В таблице 2 представлено распределение пациентов с разными типами гемодинамического ответа на физическую нагрузку.

Таблица 2. – Распределение типов гемодинамического ответа на физическую нагрузку в группах исследования

Table 2. – Distribution of types of hemodynamic response on physical load in the study groups

Тип гемодинамического ответа на физическую нагрузку	1-я группа	2-я группа
Физиологический	6 (33,3%)	12 (37,5%)
Гиперреактивный	6 (33,3%)	16 (50%)
Гипертензивный	2 (11,1%)	4 (12,5%)
Гипердинамический	4 (22,2%)	0

В 1-й группе были пациенты с гипердинамическим типом гемодинамического ответа на физическую нагрузку, что значимо отличало 1-ю группу от 2-й группы ($p=0,013$).

Анализ результатов ВЭМ продемонстрировал отсутствие различий в группах исследования по показателям толерантности к физической нагрузке. В нагрузочном периоде ВЭМ уровень ДАД у пациентов 1-й группы в нагрузочном периоде составил 90 (85; 90) мм рт. ст. и был значимо выше, чем во 2-й группе – 80 (79; 85) мм рт. ст., $N=142$; $p=0,003$; ЧСС на высоте нагрузки также была выше в 1-й группе – 163 (158; 169), 108 (100; 120) уд/мин, $N=185$; $p=0,042$). У пациентов 1-й группы уровень ДАД в восстановительном периоде ВЭМ был значимо выше по сравнению с аналогичным показателем у пациентов 2-й группы (85 (80; 90), 80 (75; 80) мм рт. ст., $N=128$; $p=0,001$).

При сравнении показателей ВСР исходно выявлено, что в 1-й группе в сравнении со 2-й группой значимо ниже значения показателей SDNN (41 (32; 58), 60 (45; 67) мс, $N=174$, $p=0,022$) и TP (1557 (1361; 3246), 3497 (2373; 4751) мс²/Гц, $N=180$, $p=0,03$).

При выполнении активной ортостатической пробы показатели SDNN и TP у пациентов 2-й группы не изменились ($p>0,05$), в то время как у пациентов 1-й группы показатели увеличились ($Z=2,67$, $p=0,008$, $Z=2,67$, $p=0,008$). Следует также отметить еще две особенности: отсутствие динамики показателя HF у пациентов 1-й группы ($p>0,05$) при значимом снижении HF у пациентов 2-й группы ($Z=2,25$, $p=0,024$), значимый прирост показателя VLF у пациентов 1-й группы ($Z=2,0$, $p=0,046$) при отсутствии динамики показателя у пациентов 2-й группы ($p>0,05$).

Таблица 3. – Динамика показателей ВСР при активной ортостатической пробе в группах исследования

Table 3. – Dynamics of HRV indicators during active orthostatic test in the study groups

Показатель	1-я группа (n=18)	2-я группа (n=32)	H; p
$\Delta RRNN$, мс	0,84 (0,75; 0,90)	0,81 (0,71; 0,85)	$>0,05$
$\Delta SDNN$, мс	1,33 (1,25; 1,54)	1,02 (0,92; 1,19)	88; 0,00006
$\Delta RMSSD$, мс	0,72 (0,52; 0,83)	0,47 (0,35; 0,68)	170; 0,018
$\Delta p NN50$, %	0,31 (0,24; 0,66)	0,10 (0,07; 0,27)	90; 0,0003
ΔTP , мс ² /Гц	2,13 (1,58; 2,70)	1,33 (0,93; 1,62)	104; 0,0003
ΔVLF , мс ² /Гц	2,14 (1,84; 2,49)	1,42 (1,01; 1,78)	124; 0,001
ΔLF , мс ² /Гц	3,28 (2,59; 4,89)	2,0 (1,30; 2,94)	174; 0,022
ΔHF , мс ² /Гц	0,77 (0,64; 1,05)	0,28 (0,22; 0,64)	138; 0,003
$\Delta LF/HF$	4,17 (3,37; 7,66)	4,34 (3,26; 9,43)	$>0,05$

Таким образом, вегетативное обеспечение пробы у пациентов 1-й группы происходит при парадоксальном росте SDNN и VLF-компонента вегетативного спектра и отсутствии динамики HF-компонента, что свидетельствует о перестройке вегетативной регуляции на неэкономичный уровень у пациентов 1-й группы.

Анализ показателей ЭхоКГ не выявил значимых межгрупповых различий.

СРПВ в 1-й группе составила 10,2 (8,7; 11,2) м/с и была значимо выше, чем во 2-й группе (7,6 (6,9; 7,6) м/с, $N=12$, $p=0,005$).

Выполненный в исследовании анализ позволил выявить особенности структурного и функционального состояния ССС, характерные для формирования АГ у мужчин молодого возраста категории ВНАД: высокая ЧСС при офисном измерении, наличие гиперхолестеринемии, ускоренный утренний подъем ДАД, высокий уровень ДАД при выполнении ВЭМ, высокая ЧСС на высоте ВЭМ, наличие гипердинамического типа гемодинамического ответа на физическую нагрузку, парадоксальный рост SDNN при активной ортостатической пробе с ростом мощности VLF-компонента и снижением реактивности HF-компонента, высокая СРПВ.

На выборке из 50 наблюдений построена обобщенная модель логистической регрессии с бинарным откликом с логит-функцией связи ($\chi^2=37,41$, $p<0,001$). Наиболее значимыми показателями оказались рост показателей SDNN и HF при выполнении активной ортостатической пробы, ЧСС на высоте ВЭМ и уровень ДАД в конце восстановительного периода ВЭМ (табл. 4).

Таблица 4. – Сводные данные по итоговой модели

Table 4. – Summary of the final model

	Оценка	Стандартная ошибка	p
Свободный член	-101,763	45,913	0,027
$\Delta SDNN$	11,606	4,468	0,009
ΔHF	-2,01	0,943	0,044
ЧСС _{вэ}	0,254	0,123	0,038
ДАД _{вэ}	0,584	0,275	0,034

Уравнение модели имеет следующий вид:

$$Y = 11,606 * \Delta SDNN - 2,01 * \Delta HF + 0,254 * ЧСС_{вэ} + 0,584 * ДАД_{вэ} - 101,763,$$

где Y – показатель прогностической модели, $\Delta SDNN$ – рост показателя SDNN при активной ортостатической пробе, ΔHF – рост показателя HF при активной ортостатической пробе, ЧСС_{вэ} (уд/мин) – ЧСС при ВЭМ на высоте нагрузки, ДАД_{вэ} (мм рт. ст.) – ДАД в конце восстановительного периода ВЭМ.

Полученная математическая модель оценена при помощи ROC-анализа (рис.). Вычисленная площадь под ROC-кривой составила 0,94 (95% ДИ 0,86-1,02). При расчетном значении Y, равном или более 0,162, риск формирования АГ в течение 10 лет высокий. Чувствительность метода составляет 88,89%, специфичность – 93,75%, диагностическая точность – 92,0%, предсказательная ценность положительного результата – 88,89%, предсказательная ценность отрицательного результата – 93,75%, отношение правдоподобия положительного результата – 14,22%, отношение правдоподобия отрицательного результата – 11,85%.

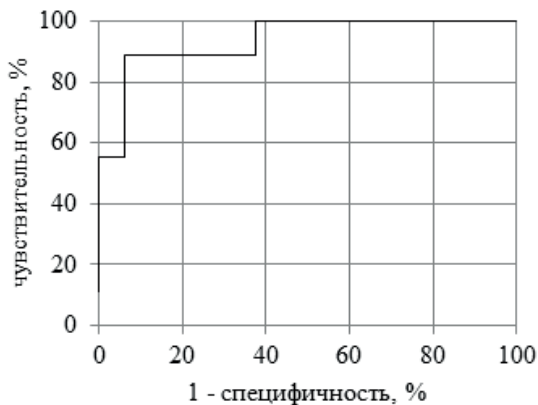


Рисунок – ROC-кривая модели
Figure – ROC-curve of the model

Неоднократно указывалось прогностическое значение показателей ВСП, в том числе при выполнении активной ортостатической пробы. По данным Е. В. Скланной [5], факторы риска развития АГ у молодых лиц – ВНАД, что подтверждает актуальность исследования проблемы ВНАД. Одним из факторов риска развития АГ был также гиперсимпатикотонический тип ортостатической реакции; участие симпатической нервной системы в обеспечении ортостаза оценивали по динамике САД, ДАД и ЧСС. В нашем исследовании также продемонстрировано прогностическое значение вегетативного дисбаланса в виде снижения парасимпатической реактивности, которое, вероятно, вносит больший вклад, чем симпатическая реактивность, в формирование гемодинамики у молодого населения.

В исследовании В. П. Подпалова и соавт. [6], в модель риска развития АГ вошли показатели ВСП: отношение SDNN в положении пациента стоя к SDNN в положении его лежа и отношение LF в положении пациента стоя к LF в положении его лежа. В нашем исследовании в прогностическую модель вошел также показатель динамики SDNN при выполнении активной ортостатической пробы, т. е. в группу риска развития АГ вошли пациенты с неадекватной реакцией на ортостаз, у которых произошел парадоксальный рост показателя SDNN, ассоциирующийся с нелинейностью процессов вегетативной регуляции и перестройкой регуляции на неэкономичный уровень. Однако в нашем исследовании с развитием АГ у молодых мужчин ассоциировалась парасимпатическая ареактивность в ортостазе. Такие различия результатов исследований мы можем объяснить отличием объекта исследования. В нашем случае это молодые люди, в обеспечении ортостаза которых большее значение

имеет парасимпатическая реактивность, чем симпатическая.

В исследованиях CARDIA [7], Framingham Heart Study [8], PRISMA [9] в качестве возможного предиктора АГ и сердечно-сосудистых событий обсуждается избыточное повышение АД при проведении кардиопульмонального тестирования. Наше исследование показало, что наиболее прогностически ценным показателем ВЭМ у молодых мужчин следует считать ДАД, в частности в восстановительном периоде пробы, хотя предложенный нами гипердинамический тип гемодинамического ответа на физическую нагрузку, как вариант общепринятого гипертензивного ответа, встречается значимо чаще у мужчин с развившейся АГ.

У лиц с ВНАД предикторами развития АГ в ближайшие 5 лет, по данным Д. В. Ковалева и соавт. [10], могут стать повышение САД/ДАД в ходе ВЭМ более 210/110 мм рт. ст. – гипертензивный ответ на физическую нагрузку. Уровень толерантности к физической нагрузке, согласно исследованию, не может быть предиктором АГ, с чем согласуются и наши результаты.

ЧСС покоя более 80 уд/мин признана фактором ССР [11]. Наше исследование демонстрирует прогностическую ценность показателя не только в состоянии покоя, но и на высоте нагрузки при выполнении ВЭМ.

Выводы

Определены особенности структурно-функционального состояния ССС молодых мужчин с ВНАД, у которых в течение 10 лет развилась АГ: по данным общего осмотра – высокая ЧСС в покое, по данным СМАД – высокая скорость утреннего подъема ДАД, по данным ВЭМ – высокая ЧСС на высоте нагрузки, высокий уровень ДАД в нагрузочном и восстановительном периодах, по данным анализа ВСП – низкий показатель SDNN исходно, парадоксальный рост SDNN в ортостазе, большая динамика показателей SDNN, TP, VLF, LF и меньшая динамика показателей RMSSD, pNN50, HF, а также увеличение СРПВ по артериям мышечного типа.

Предикторы развития АГ у молодых мужчин – рост показателей SDNN и HF при выполнении активной ортостатической пробы, ЧСС на высоте нагрузки и уровень ДАД в восстановительном периоде при выполнении ВЭМ (чувствительность – 88,89%, специфичность – 93,75%, точность – 92,0%). Полученная прогностическая модель может быть применена как метод определения индивидуального 10-летнего риска развития АГ, позволяет формировать группу риска для обеспечения комплекса диагностических и профилактических мероприятий.

Литература

1. STEPS: распространенность факторов риска неинфекционных заболеваний в Республике Беларусь, 2020 г. [Электронный ресурс] // Европейское региональное бюро Всемирной организации здравоохранения. – Режим доступа: <https://iris.who.int/handle/10665/358798?&locale-attribute=ru>. – Date of access: 11.08.2023.
2. Egan, B. M. Prehypertension – prevalence, health risks, and management strategies / B. M. Egan, S. Stevens-Fabry // Nat Rev Cardiol. – 2015. – Vol. 12, № 5. – P. 289-300. – doi: 10.1038/nrcardio.2015.17.
3. 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: A Report of the American College

- of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines / P. K. Whelton [et al.] // *Hypertension*. – 2018. – Vol. 71, № 6. – P. e13-e115. – doi: 10.1161/HYP.0000000000000065.
4. Метод определения типов гемодинамического ответа на дозированную физическую нагрузку у мужчин в возрасте 18-29 лет, страдающих синдромом артериальной гипертензии : инструкция по применению № 187-1220 : утверждена Министерством здравоохранения Республики Беларусь 28.01.2021 / А. Н. Заяц, В. И. Шишко. – Гродно : ГрГМУ, 2021. – 8 с.
 5. Складная, Е. В. Роль ортостатической пробы в прогнозировании развития артериальной гипертензии у молодых лиц / Е. В. Складная // *Клиницист*. – 2018. – Т. 12, № 2. – С. 16-21. – doi: 10.17650/1818-8338-2018-12-2-16-21. – edn: VMVPBP.
 6. Подпалов, В. П. Прогнозирование развития артериальной гипертензии: нелинейные модели риска / В. П. Подпалов, В. П. Сиваков, А. Д. Деев // *Вестник Витебского государственного медицинского университета*. – 2004. – Т. 3, № 2. – С. 46-53. – edn: MVALPZ.
 7. Exercise blood pressure response and 5-year risk of elevated blood pressure in a cohort of young adults: the CARDIA study / T. A. Manolio [et al.] // *Am J Hypertens*. – 1994. – Vol. 7, № 3. – P. 234-241. – doi: 10.1093/ajh/7.3.234.
 8. Blood pressure response during treadmill testing as a risk factor for new-onset hypertension. The Framingham heart study / J. P. Singh [et al.] // *Circulation*. – 1999. – Vol. 99, № 14. – P. 1831-6. – doi: 10.1161/01.cir.99.14.1831.
 9. Impact of exaggerated blood pressure response in normotensive individuals on future hypertension and prognosis: Systematic review according to PRISMA guideline / K. Keller [et al.] // *Adv Med Sci*. – 2017. – Vol. 62, № 2. – P. 317-329. – doi: 10.1016/j.advms.2016.11.010.
 10. Прогнозирование трансформации высокого нормального артериального давления в артериальную гипертонию по результатам субмаксимального нагрузочного тестирования / Д. В. Ковалев [и др.] // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 1-4. – С. 766-773. – edn: TWTOSH.
 11. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension / B. Williams [et al.] // *Eur Heart J*. – 2018. – Vol. 39, № 33. – P. 3021-3104. – doi: 10.1093/eurheartj/ehy339.
- References**
1. Evropejskoje regionalnoje bjuro Vsemirnoj organizacii zdravoohraneniya. STEPS: rasprostranennost faktorov riska neinfekcionnyh zabolevanij v Respublike Belarus, 2020 g [Internet]. Available from: <https://iris.who.int/handle/10665/358798?&locale-attribute=ru> (Russian).
 2. Egan BM, Stevens-Fabry S. Prehypertension--prevalence, health risks, and management strategies. *Nat Rev Cardiol*. 2015;12(5):289-300. doi: 10.1038/nrcardio.2015.17.
 3. Whelton PK, Carey RM, Aronow WS, Casey DE Jr, Collins KJ, Dennison Himmelfarb C, DePalma SM, Gidding S, Jamerson KA, Jones DW, MacLaughlin EJ, Muntner P, Oviagele B, Smith SC Jr, Spencer CC, Stafford RS, Taler SJ, Thomas RJ, Williams KA Sr, Williamson JD, Wright JT Jr. 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Hypertension*. 2018;71(6):e13-e115. doi: 10.1161/HYP.0000000000000065.
 4. Zajac AN, Shishko VI, inventors. Metod opredelenija tipov gemodinamicheskogo otveta na dozirovanuju fizicheskiju nagruzku u muzhchin v vozraste 18-29 let, stradajushchih sindromom arterialnoj gipertenzii. Instrukcija po primeneniju BY № 187-1220. Grodno; 2021. 8 p. (Russian).
 5. Sklyannaya, EV. The role of orthostatic test in prognosis of arterial hypertension development in young adults. *The Clinician*. 2018;12(2):16-21. doi: 10.17650/1818-8338-2018-12-2-16-21. edn: VMVPBP. (Russian).
 6. Podpalov VP, Sivakov VP, Deev AD. Prognozirovaniye razvitiya arterialnoj gipertenzii: nelinejnyje modeli riska. *Vitebsk medical journal*. 2004;3(2):46-532004. edn: MVALPZ. (Russian).
 7. Manolio TA, Burke GL, Savage PJ, Sidney S, Gardin JM, Oberman A. Exercise blood pressure response and 5-year risk of elevated blood pressure in a cohort of young adults: the CARDIA study. *Am J Hypertens*. 1994;7(3):234-41. doi: 10.1093/ajh/7.3.234.
 8. Singh JP, Larson MG, Manolio TA, O'Donnell CJ, Lauer M, Evans JC, Levy D. Blood pressure response during treadmill testing as a risk factor for new-onset hypertension. The Framingham heart study. *Circulation*. 1999;99(14):1831-6. doi: 10.1161/01.cir.99.14.1831.
 9. Keller K, Stelzer K, Ostad MA, Post F. Impact of exaggerated blood pressure response in normotensive individuals on future hypertension and prognosis: Systematic review according to PRISMA guideline. *Adv Med Sci*. 2017;62(2):317-329. doi: 10.1016/j.advms.2016.11.010.
 10. Kovalev DV, Kurzanov AN, Skibitskiy VV, Ponomareva AI. Prediction of transformation of high normal blood pressure to hypertension by submaximal exercise-testings results. *Fundamental research*. 2015;(1-4):766-773. edn: TWTOSH
 11. Williams B, Mancia G, Spiering W, Agabiti Rosei E, Azizi M, Burnier M, Clement DL, Coca A, de Simone G, Dominiczak A, Kahan T, Mahfoud F, Redon J, Ruilope L, Zanchetti A, Kerins M, Kjeldsen SE, Kreutz R, Laurent S, Lip GYH, McManus R, Narkiewicz K, Ruschitzka F, Schmieder RE, Shlyakhto E, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur Heart J*. 2018;39(33):3021-3104. doi: 10.1093/eurheartj/ehy339.

PREDICTION OF ARTERIAL HYPERTENSION DEVELOPMENT IN YOUNG MEN WITH HIGH NORMAL BLOOD PRESSURE

A. N. Zayats, V. I. Shyshko

Grodno State Medical University, Grodno, Belarus

High normal blood pressure (HNBP) is known to be associated with an increased risk of arterial hypertension (AH) development.

The purpose of the study is to identify predictors of the development of AH in young men with HNBP, to assess their prognostic significance.

Materials and methods. From a sample of 50 men aged 18-29 years with registered HNBP, groups were formed: group 1 – 18 patients with AH diagnosed within 10 years, group 2 – 32 patients in whom AH was not diagnosed. Cardiovascular risk factors, indicators of 24-hour blood pressure monitoring, bicycle ergometry, heart rate variability (HRV) during an active orthostatic test, echocardiography, and pulse wave velocity were analyzed.

Results. Predictors of the development of AH in young men with HNBP are HRV indicators during active orthostatic test (Δ SDNN, Δ HF) and bicycle ergometry indicators (heart rate (HR) at the end of the physical load, diastolic BP (DBP) at the end of the recovery period).

Conclusions. Predictors of the development of AH in young men with HNBP are Δ SDNN and Δ HF during active orthostatic test, HR in peak physical load and the level of DBP in the recovery period of bicycle ergometry (sensitivity – 88.89%, specificity – 93.75%, accuracy – 92.0%). The resulting prognostic model can be used as a method for determining the individual risk of AH development.

Keywords: young age, male gender, arterial hypertension, high normal blood pressure.

For citation: Zayats AN, Shyshko VI. Prediction of arterial hypertension development in young men with high normal blood pressure. *Journal of the Grodno State Medical University.* 2023;21(6):569-574. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2023-21-6-569-574>.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.
Financing. The study was performed without external funding.

Соответствие принципам этики. Исследование одобрено локальным этическим комитетом.
Conformity with the principles of ethics. The study was approved by the local ethics committee.

Об авторах / About the authors

*Заяц Анастасия Николаевна / Zayats Anastasiya, e-mail: po_an_ni@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5940-7628

Шишко Виталий Иосифович / Shyshko Vitaliy, e-mail: vshyshko@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8244-2747

* – автор, ответственный за переписку / corresponding author

Поступила / Received: 17.10.2023

Принята к публикации / Accepted for publication: 20.11.2023