РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) 2 813 029 (13) C1

(51) МПК
A61B 5/029 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
A61B 5/029 (2023.08)

(21)(22) Заявка: **2023114568, 02.06.2023**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.06.2023

Дата регистрации:
06.02.2024

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **02.06.2023**

(45) Опубликовано: **06.02.2024** Бюл. № **4**

Адрес для переписки:
101000, Москва, Петроверигский пер., 10, стр. 3, ФГБУ "НМИЦ ТПМ"

(72) Автор(ы):
Королев Андрей Игоревич (RU),
Горшков Александр Юрьевич (RU),
Чащин Михаил Георгиевич (RU),
Федорович Андрей Александрович (RU),
Дадаева Валида Арсланалиевна (RU),
Драпкина Оксана Михайловна (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное бюджетное учреждение "Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины" Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБУ "НМИЦ ТПМ" Минздрава России) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2134058 C1, 10.08.1999. RU 2623455 C1, 26.06.2017. BY 19833 C1, 28.02.2016. BY 22665 C1, 30.08.2019. Горшков А. Ю. и др., Параметры кожной перфузии по данным дистанционной лазерной допплеровской флоуметрии у мужчин с впервые выявленной артериальной гипертензией, Профилактическая медицина, 2022, Т. 25, 5-2, С.19-20. Strain WD, Chaturvedi N,** (см. прод.)

(54) Способ прогнозирования наличия артериальной гипертензии у мужчин с низким или умеренным сердечно-сосудистым риском

(57) Реферат:

Изобретение относится к медицине, а именно к кардиологии, и может быть использовано в определении вероятности наличия артериальной гипертензии (АГ) у мужчин трудоспособного возраста с низким или умеренным сердечно-сосудистым риском (ССР). У мужчин с низким и умеренным ССР на основании данных контурного анализа пульсовой волны (ПВ) при проведении ФПГ «на просвет» в области дистальной фаланги пальцев верхней конечности по расчетной формуле определяют вероятность наличия АГ. Способ позволяет без использования сложных технических устройств осуществить прогнозирование наличия АГ у мужчин с низким или умеренным ССР 35 лет и более, что позволяет своевременно подобрать адекватную терапию. 2 ил., 5 табл., 4 пр.

RU 2813029 C1

RU 2813029 C1

(56) (продолжение):
Hughes A, et al. Associations between cardiac target organ damage and microvascular dysfunction: the role of blood pressure. J Hypertens. 2010;28(5):952-8.

RU 2813029 C1

RU 2813029 C1

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 813 029** (13) **C1**

(51) Int. Cl.
A61B 5/029 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC
A61B 5/029 (2023.08)

(21)(22) Application: **2023114568, 02.06.2023**

(24) Effective date for property rights:
02.06.2023

Registration date:
06.02.2024

Priority:
(22) Date of filing: **02.06.2023**

(45) Date of publication: **06.02.2024** Bull. № **4**

Mail address:
101000, Moskva, Petroverigskij per., 10, str. 3, FGBU "NMITS TPM"

(72) Inventor(s):
Korolev Andrej Igorevich (RU),
Gorshkov Aleksandr Yurevich (RU),
Chashchin Mikhail Georgievich (RU),
Fedorovich Andrej Aleksandrovich (RU),
Dadaeva Valida Arslanalievna (RU),
Drapkina Oksana Mikhajlovna (RU)

(73) Proprietor(s):
Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe uchrezhdenie "Natsionalnyj meditsinskij issledovatelskij tsentr terapii i profilakticheskoj meditsiny" Ministerstva zdravookhraneniya Rossijskoj Federatsii (FGBU "NMITS TPM" Minzdrava Rossii) (RU)

(54) METHOD OF PREDICTING PRESENCE OF ARTERIAL HYPERTENSION IN MEN WITH LOW OR MODERATE CARDIOVASCULAR RISK

(57) Abstract:

FIELD: medicine; cardiology.

SUBSTANCE: invention can be used in determining the likelihood of arterial hypertension (AH) in men of working age with low or moderate cardiovascular risk (CVR). In men with low and moderate CVR, based on the data of contour analysis of the pulse wave (PV), when conducting PPG “through the light” in the area of the distal phalanx of the fingers of the upper limb, the probability of the presence of hypertension is determined using a calculation formula.

EFFECT: predicting the presence of hypertension in men with low or moderate cardiovascular risk of 35 years or more, which allows to timely select the adequate therapy.

1 cl, 2 dwg, 5 tbl, 4 ex

RU 2813029 C1

RU 2813029 C1

Изобретение относится к медицине, а именно к кардиологии, и может быть использовано в определении вероятности наличия артериальной гипертензии (АГ) у мужчин трудоспособного возраста с низким или умеренным сердечно-сосудистым риском (ССР).

АГ является самым распространенным хроническим неинфекционным заболеванием, одним из ведущих факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), цереброваскулярных болезней (ЦВБ) и поражения почек [Cardiovascular disease, chronic kidney disease, and diabetes mortality burden of cardiometabolic risk factors from 1980 to 2010: a comparative risk assessment, 2014], которые являются одними из основных причин преждевременной потери трудоспособности, инвалидизации и смертности мужчин трудоспособного возраста. Имеющиеся данные демонстрируют больший риск развития АГ в течение жизни у мужчин по сравнению с женщинами [Vasan RS, 2002], и, как следствие, большую распространенность АГ среди лиц мужского пола [Tsunoda S, 2007], в том числе и в молодом возрасте [Kawada N, 2015]. Согласно данным исследования ЭССЕ-РФ-2 стандартизированная по возрасту распространенность АГ в Российской Федерации составила 44,2%, статистически значимо выше - среди мужчин, чем у женщин (49,1% против 39,9%, $p<0,0005$), при этом в некоторых регионах распространенность АГ среди мужского населения достигает 52,8% [Balanova Yu.A., 2019]. По оценкам экспертов, к 2025 г. число лиц с АГ увеличится на 15-20%, достигнув 1,5 млрд человек [Kearney P.M., 2005].

Несмотря на имеющиеся данные по исследованию причин и механизмов развития заболевания, патогенез эссенциальной АГ полностью не выяснен. Считается, что одним из патогенетических механизмов повышения артериального давления (АД), наряду с повышением сердечного выброса, является увеличение общего периферического сосудистого сопротивления (ОПСС) [Frohlich E.D., Ventura H, 2009], большая часть которого формируется в системе резистивных сосудов микроциркуляторного русла (МЦР) и зависит от тонуса и диаметра просвета микрососудов [Struijker Boudier H.A., 1992; Laurent S., 2015], что связано с особенностями их структурно-функционального состояния. Характерными изменениями МЦР у пациентов с АГ являются эндотелиальная дисфункция, нарушение нейрогенной регуляции сосудистого тонуса с гиперактивацией симпатической нервной системы, спазм артериол, пролиферация гладкомышечных клеток (ГКМ) и эндотелиальных клеток (ЭК), отложение коллагена и фибронектина, эутрофическое ремоделирование микрососудов, уменьшение плотности капиллярной сети, расширение венул с развитием застойных явлений крови. Подобные изменения не только являются причиной повышения ОПСС, как одного из основных патогенетических механизмов развития АГ, но и обусловливают нарушение адекватного трофического обеспечения тканей, что приводит к поражению органов-мишеней (ПОМ) [Kaplan N., 2002; Strain W.D., 2010], которое ассоциировано с увеличением риска развития ССЗ, ЦВБ и поражения почек у пациентов с АТ [Lockhart C.J., 2009]. Несомненно, ранняя диагностика и своевременное начало лечения АГ с целью нормализации АД и коррекции микроциркуляторных расстройств на стадии функциональных изменений, являются ключевыми факторами в предотвращении развития подобных осложнений и улучшении качества жизни пациентов.

В соответствии с клиническими рекомендациями Министерства здравоохранения Российской Федерации (РФ) по диагностике и лечению АГ у взрослых от 2022 г. [Клинические рекомендации Артериальная гипертензия у взрослых, 2022], диагноз АГ устанавливается при уровне систолического АД (САД)≥140 и/или диастолического АД (ДАД)≥90 мм рт.ст. на двух разных приемах у врача в медицинском учреждении. Другим

методом выявления данной патологии является домашний мониторинг АД (ДМАД), при проведении которого АГ диагностируется при среднем уровне САД ≥135 мм рт.ст. или ДАД≥85 мм рт.ст .по результатам неоднократных самоизмерений. Несмотря на эти простые критерии, диагностика АГ может быть затруднена в связи с тем, что АД, измеренное в состоянии покоя, может не отражать истинный уровень амбулаторного АД. Например, пациенты с гипертонией белого халата (ГБХ) имеют повышенный уровень АД только во время посещения врача, что может приводить к гипердиагностике АГ и необоснованному назначению антигипертензивной терапии (АГТ), что является не только экономически нецелесообразным, но и может способствовать развитию медикаментозной артериальной гипотензии. С другой стороны, пациенты с маскированной АГ (МАГ) имеют нормальный уровень АД при офисных или домашних измерениях, но имеют повышенный уровень амбулаторного АД, что может являться причиной гиподиагностики данной патологии и сохранении повышенного риска развития ПОМ и ассоциированных клинических состояний у данной категории пациентов [Hanninen M.R., 2013; Hinderliter A.L., 2022]. В настоящее время для выявления АГ, в том числе идентификации ГБХ и МАГ, широко применяется метод 24-часового амбулаторного мониторирования АД (АМАД), который является «золотым» стандартом диагностики АГ. Несмотря на имеющиеся преимущества, среди которых основными являются возможность фенотиггарования АГ и измерение уровня АД в ночное время, данный метод не лишен недостатков, среди которых наиболее значимыми являются дороговизна и иногда ограниченная доступность данного метода, длительность исследования и частота выполняемых автоматических измерений, а также возможный дискомфорт и стресс для пациента при проведении АМАД, которые сами по себе могут являться причиной повышения уровня амбулаторного АД и получения ложноположительных результатов. Таким образом, разработка простого в применении неинвазивного инструментального метода диагностики повышения амбулаторного АД, а также выявления ГБХ, представляет собой несомненную значимость в практической медицине.

В настоящее время в научной и клинической практике широко применяются неинвазивные методы исследования МЦР различных органов, таких как: глазное дно, слизистая оболочка конъюнктивы и ротовой полости, кожа; у пациентов с АГ. Результаты проведенных исследований демонстрируют, что изменения структурно-функционального состояния сосудов МЦР могут быть выявлены до клинической манифестации заболевания, прогрессируют по мере развития патологии при неудовлетворительном контроле уровня АД, и могут использоваться в качестве критериев для ранней диагностики АТ [Jung F, 2013; Junqueira C.L.C., 2018; Ciaffi J., 2020].

Одним из наиболее распространенных методов изучения состояния периферического кровотока является фотоплетизмография (ФПГ) «на просвет». В основе данного метода лежит регистрация пульсовой волны (ПВ) объема с помощью оптического датчика, который устанавливается на ногтевой фаланге пальцев конечностей [Millasseau S.C., 2006]. Используемые для регистрации сигнала светодиоды, работающие в ближней инфракрасной области спектра, позволяют фотонам проходить через всю толщу ногтевой фаланги, что позволяет оценивать эластотонические свойства артериол [Park J., 2021]. Метод ФПГ с контурным анализом ПВ широко используется в научной и клинической практике [Bhagat A., 2011] для определения некоторых параметров состояния периферических артериальных сосудов [Cavalcante J.L., 2011]. Индекс жесткости (SI - stiffness index) характеризует СРПВ по артериальному древу и является показателем сосудистой жесткости, которая зависит от структурных особенностей

стенки артериальных сосудов (соотношение эластин/коллаген, наличие фиброза, атероматозных включений). Индекс отражения (RJ - reflection index) используется для оценки вклада отраженного компонента в ПВ и характеризует тонус ГМК резистивных артерий. Для оценки жесткости сосудистой стенки также используется индекс аугментации (Alp - augmentation index). Данный показатель характеризует вклад давления отраженной волны в пульсовое АД (ПАД). Именно эта составляющая ПАД существенно увеличивается при повышении артериальной жесткости, способствуя росту центрального АД и увеличению постнагрузки на миокард. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о достоверной ассоциации увеличения индекса аугментации с повышением риска развития ишемической болезни сердца, неблагоприятных ССС, а также риска общей смертности и смертности от ССЗ [Niimberger J., 2002; Weber T., 2004]. Имеющиеся на сегодняшний день данные свидетельствуют о том, что оценка состояния сосудистой стенки у пациентов с АГ посредством контурного анализа ПВ позволяет диагностировать нарушения демпфирующей и проводящей способности артериальных сосудов на более раннем этапе, чем выявление структурных изменений при ультразвуковом дуплексном сканировании брахиоцефальных артерий (БЦА) [Mitchell G.F., 2010].

Известен способ диагностики АГ [RU 2134058, МПК A61B 5/02, 5/0295 опубл. 10.08.1999 Бюл. №35] методом венозной окклюзионной плетизмографии на верхней конечности путем измерения объемной скорости кровотока (ОСК) и использования его при вычислении регионарного сопротивления, отличающийся тем, что измеряют АД, вычисляют его среднее значение (АДср=САД - ДАД/ 3+ДАД), производят расчет регионарного сопротивления (АДср/ОСК) в покое и при выполнении изометрической нагрузки 50% максимальной произвольной силы в течение 2 мин, затем определяют показатель прироста регионарного сопротивления на изометрическую нагрузку по следующей формуле:

$$\Delta R = \frac{R_{и.н.} - R_{п}}{R_{п}} \cdot 100\%,$$ где:

ΔR - прирост сопротивления;

$R_{п}$ - регионарное сопротивление в покое;

$R_{и.н.}$ - регионарное сопротивление при изометрической нагрузке.

При положительном значении показателя диагностируют АГ, при его отрицательном значении исключают данное заболевание.

Однако данный метод является трудоемким, а его проведение требует от пациента выполнения изометрической нагрузки 50% максимальной произвольной силы в течение 2 минут, что может являться ограничением для ряда пациентов. Более того, в данном способе диагностики АГ учитывается офисное АД, повышение которого может являться следствием ГБХ и не отражать истинные значения амбулаторного АД.

Технический результат изобретения заключается в простом методе прогнозирования наличия АГ у мужчин с низким или умеренным ССР 35 лет и более на основании данных ФПГ «на просвет» с использованием показателей скорости распространения пульсовой волны (СРПВ) (SI) и тонуса ГМК (RI).

Технический результат достигается за счет того, что в способе прогнозирования наличия АГ у мужчин с низким и умеренным ССР на основании данных контурного анализа ПВ при проведении ФПГ «на просвет» в области дистальной фаланги пальцев верхней конечности, по расчетной формуле определяют вероятность наличия АГ (P):

$$P = 1 / (1 + e^{-z}) \times 100\%,$$

где e - основание натурального логарифма, число Эйлера

z - значение дискриминантной функции, определяемое по формуле:

$$z = -2{,}066 + 1{,}142 \cdot X_{SI} + 1{,}378 \cdot X_{RI} + 0{,}959 \cdot X_{возраст}$$

где X - признаки, представленные в виде бинарных переменных (0 - отсутствие признака; 1 - наличие признака):

X_{SI} - имеет значение 1 при значении SI (stiffness index - индекс жесткости) ≥7,9 м/с и значение равное 0 при значении SI <7,9 м/с;

X_{RI} - имеет значение 1 при значении RI (reflection index - индекс отражения) ≥30,6% и значение равное 0 при значении RI <30,6%;

$X_{возраст}$ - имеет значение 1 при значении ≥35 лет и значение равное 0 при значении <35 лет;

-2,066 - значение интерсепта логистической регрессии;

1,142 - коэффициент регрессии для переменной индекс жесткости;

1,378 - коэффициент регрессии для переменной индекс отражения;

0,959 - коэффициент регрессии для переменной возраст.

При значении P≥0,567, с чувствительностью 78,0% и специфичностью 62,1% прогнозируют наличие АГ у мужчин с низким или умеренным ССР, а при значении P≤0,567 прогнозируют отсутствие АГ у мужчин с низким или умеренным ССР.

Далее для подтверждения или исключения АГ у мужчин с низким или умеренным ССР при значении P≥0,567 проводилось СМАД.

Влияние предложенных показателей на результат:

1) Увеличение жесткости артериальной сосудистой стенки и сопутствующее увеличение СРПВ играют важную роль в повышении АД и являются характерными изменения сердечнососудистой системы у пациентов с АГ. Увеличение СРПВ является признаком асимптомного ПОМ при АГ и увеличивает риск развития ССЗ, ЦВБ и болезни почек. При значении SI>7,9, шансы наличия АГ возрастают в 3,69 раза (ОШ 3,69; 95% ДИ: 1,4-9,67; p=0,0196).

2) Повышение тонуса ГМК с развитием вазоконстрикции артериол также являются ключевыми патогенетическими механизмами повышения ОПСС и характерными изменениями сосудистой системы у пациентов с АГ. Повышение RI≥30,6% увеличивает вероятность наличия АГ в 4,6 раза (ОШ 4,6; 95% ДИ: 1,93-10,98; p=0,0476).

3) С возрастом наблюдается увеличение жесткости артериальной сосудистой стенки [Lee H.Y., 2010; Ferreira I., 2012], что положительно ассоциируется с повышением АД [Wen W., 2015; Wu S., 2019] и риском развития АГ [Sun Z., 2015; Zhang Y., 2020]. У мужчин с низким и умеренным ССР в возрасте ≥35 лет вероятность наличия АГ увеличена в 5,64 раза (ОШ 5,64; 95% ДИ: 1,43-22,35; p=0,0232).

Изобретение поясняется фигурой 1 на которой представлен метод фотоплетизмографии: А - расположение датчика на концевой фаланге указательного пальца левой кисти; Б - фотоплетизмограмма; В - контурный анализ пульсовой волны, и фигурой 2, на которой представлена ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности наличия АГ от значения логистической функции P.

Способ осуществляется следующим образом.

В проспективное наблюдательное исследование «сердечно-сосудистый континуум» (ГЗ №АААА-А18-118042890137-6) включали 270 мужчин в возрасте 30-60 лет, которые проходили профилактический осмотр в ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины» Минздрава России. Все участники исследования субъективно считали себя здоровыми, не предъявляли

никаких жалоб и не принимали медикаментозных препаратов на регулярной основе.

Критерии включения:

- мужской пол;
- возраст от 30 до 60 лет;
- отсутствие приема любых вазоактивных препаратов на регулярной основе;
- подписание информированного согласия на участие в исследовании.

Исследование проводилось в три этапа и состояло из двух скрининговых этапов и одного основного.

На первом этапе скрининга проводился сбор анамнеза, объективный осмотр, измерение АД и частоты сердечных сокращений (ЧСС), антропометрия и электрокардиография (ЭКГ). Критериями исключения на первом этапе являлись:

1) наличие в анамнезе:

- ишемической болезни сердца, включая стенокардию и инфаркт миокарда; ЦВБ, включая острое нарушение мозгового кровообращения, транзиторную ишемическую атаку; облитерирующего атеросклероза периферических сосудов, реваскуляризации в любом сосудистом бассейне;
- кардиомиопатии;
- вторичных форм АГ;
- сахарного диабета (СД) 1-го или 2-го типов;
- трансплантации органов;
- онкологических заболеваний;
- психических заболеваний;

2) по данным ЭКГ:

- признаки ишемии и Рубцовых изменений миокарда;
- признаки гипертрофии миокарда левого желудочка (ГЛЖ) (индекс Соколова-Лайона ≥35 мм, амплитуда зубца R в отведении aVL≥11 мм, корнельское произведение ≥2440 мс или корнельский вольтажный индекс ≥28 мм);
- нарушения ритма и проводимости сердца: наджелудочковые и желудочковые тахикардии, экстрасистолия по типу бигеминии; синоатриальные и атриовентрикулярные блокады 2-й и 3-й ст.,

3) морбидное ожирение (ИМТ ≥40 кг/м^2);

4) уровень САД≥180 мм рт.ст. и ДАД≥110 мм рт.ст.;

5) симптомы сердечной недостаточности;

6) инфекционные заболевания;

7) обострение хронических неинфекционных заболеваний;

8) алкоголизм, прием наркотических препаратов;

9) диффузные болезни соединительной ткани;

10) отказ от дальнейшего участия в исследовании, обработки персональных данных.

По результатам первого этапа скрининга у 4 испытуемых выявлено повышение офисного САД≥180 мм рт.ст. и/или ДАД ≥110 мм рт.ст., у 2 - нарушения ритма сердцу по типу фибрилляции предсердий и желудочковой бигеминии, и у 2 - ИМТ≥40 кг/м2, в связи с чем данные участники (n=8) не были включены в дальнейший этап исследования.

Всем испытуемым (n=262), с отсутствием критериев исключения по результатам первого этапа скрининга, был проведен второй этап скрининга, который включал в себя: ультразвуковое исследование (УЗИ) сердца, ультразвуковое дуплексное сканирование БЦА и бедренных артерий (БА), объемную сфигмографию (ОС), лабораторные методы исследования крови, проведение перорального глюкозотолерантного теста (ПГТТ).

Критериями исключения на втором этапе являлись:

- анемия со снижением гемоглобина <110 г/л;
- гликемия натощак ≥7 ммоль/л;
- СД, нарушение толерантности к глюкозе по результатам ПГТТ;
- хроническая болезнь почек 3-5-й стадий (скорость клубочковой фильтрации<60 мл/мин/1,73 м2);
- повышение уровня печеночных трансаминаз (АЛТ/АСТ) >3 норм;
- повышение уровня общего холестерина (ОХС) >8 ммоль/л и/или холестерина лпиопротеинов низкой плотности (ХС-ЛПНП) >4,9 ммоль/л;
- повышение уровня С-реактивного белка (СРБ)>5 мг/л;
- cardio-ankle vascular index (сердечно-лодыжечный сосудистый индекс) (CAVI) ≥9;
- лодыжечно-гшечевой индекс (ЛПИ) <0,9;
- ГЛЖ с индексом массы миокарда (ИММ) левого желудочка (ЛЖ) >115 г/м2;
- патология клапанов сердца (стеноз, недостаточность умеренной и тяжелой степени);
- нарушение систолический функции миокарда со снижением фракции выброса (ФВ) ЛЖ <50%;
- наличие атеросклеротического поражения БЦА и БА >25%.

Всем участникам исследования старше 40 лет была произведена оценка 10-летнего риска развития смертельного сердечно-сосудистого заболевания с использованием Европейской шкалы SCORE [Graham I, 2007] с целью дополнительной стратификации общего ССР.

По результатам второго этапа скрининга у 4 испытуемых выявлена ГЛЖ по данным эхокардиографиии (ЭхоКГ), у 3 - повышение ОХС>8 ммоль/л или ХС-ЛШТП >4,9 ммоль/л, у 10 - гликемия натощак ≥7 ммоль/л, у 17 - нарушение толерантности к глюкозе, у 4 - повышение уровня СРБ >5 мг/л, у 7 - наличие атеросклероза некоронарных артерий (стеноз(-ы) >25-49%) и у 5 - риск по шкале SCORE≥5%, в связи с чем данные участники (n=50) были исключены из исследования и направлены на консультацию к соответствующим специалистам с целью дообследования и лечения.

В основной этап исследования было включено 212 испытуемых, которые в связи с отсутствием критериев исключения по результатам двух этапов скрининга были расценены как лица с низким и умеренным ССР. Основной этап исследования включал в себя проведение ФПГ «на просвет» и СМАД.

В основе метода ФПГ «на просвет» заложена регистрация ПВ объема (Рисунок 1Б) с помощью оптического датчика, который устанавливается на ногтевой фаланге пальцев конечностей. Использовался программно-аппаратный комплекс «Ан-гиоскан-01», производства ООО «Ангиоскан» (Москва, Россия). В приборе в качестве источников излучения применяются светодиоды с двумя длинами волн в ближней инфракрасной области спектра (680 нм и 870 нм), что позволяет фотонам проходить через все толщу ногтевой фаланги пальца и захватывать более крупные артериолы, в которых доминирует нейрогенный механизм регуляции вазомоторной активности. Оптический датчик устанавливался на концевую фалангу указательного пальца левой кисти (фиг. 1, А).

По результатам контурного анализа ПВ (фиг. 1, В) на протяжении 10 минут определялись следующие параметры:

1) ЧП - частота пульса;

2) Alp75 (augmentation index) (%) - расчетный индекс аугментации, корригированный по ЧСС 75 уд/мин, который характеризует вклад давления отраженной ПВ в ПАД;

3) VA (vascular aging) (лет) - возраст сосудистой системы;

4) SpO2 (%) - сатурация (насыщение) крови кислородом;

5) индекс жесткости (SI - stiffness index) (м/с) - расчетный показатель, отражающий среднюю СРПВ по крупным эластическим сосудам;

6) индекс отражения (RI - reflection index) (%) - расчетный параметр, использующийся для оценки вклада отраженного компонента в ПВ и характеризующий тонус ГМК мелких мышечных артерий и артериол;

7) ED (ejection duration) (мс) - продолжительность систолы;

8) Spa (мм рт.ст.) - центральное систолическое давление, показатель, соответствующий уровню АД в проксимальном отделе аорты и БЦА.

По результатам СМАД у 8 мужчин была диагностирована ГБХ, что являлось критерием исключения на данном этапе, и у 15 участников исследование СМАД не соответствовало основным критериям качества (отсутствие пробелов в записи данных длительностью более 60 минут, количество успешных проанализированных измерений >70%), в связи с чем данные испытуемые (n=23) не были включены в статистический анализ.

После проведения всех этапов исследования в конечный анализ включено 189 участников. В зависимости от уровня АД по данным СМАД все испытуемые были разделены на 2 группы. Первую группу (НАД) составили 70 мужчин с нормальным уровнем АД (среднесуточное АД <130/80 мм рт.ст., дневное АД<135/85 мм рт.ст. и ночное АД <120/70 мм рт.ст). Вторую группу (АГ) составили 119 мужчин, у которых в соответствии с рекомендациями ЕОК по диагностике и лечению АГ (2018) [Williams B., 2018] была впервые выявлена АГ (среднесуточное АД ≥130/80 мм рт.ст. и/или дневное АД≥135/85 мм рт.ст. и/или ночное АД≥120/70 мм рт.ст.).

Статистическая обработка данных выполнялась с помощью программных пакетов Excel 2016 («Microsoft», США), Statistica 10.0 («StatSoft Inc.», США) и SAS JMP 11 («SAS», США). Для оценки вида распределения признака использовался критерий Шапиро-Уилка. Проверка количественных показателей на нормальность распределения осуществлялась с использованием критерия Колмогорова-Смирнова с коррекцией Лильефорса. Различия между изучаемыми группами для непрерывных переменных проверялись с помощью непараметрического критерия U-Манна-Уитни. Статистическая значимость различных значений для бинарных и номинальных показателей определялась с использованием критерия χ^2-квадрат Пирсона или точного критерия Фишера для малых выборок. Корреляции рассчитывались непараметрическим методом Спирмена. Для изучения возможной связи между определенными факторами и наличием признаков был использован анализ в модели бинарной логистической регрессии с определением отношения шансов (ОШ) и 95%-го доверительного интервала (ДИ). В регрессионный анализ включались показатели, продемонстрировавшие значимость различий на уровне 0,1. Для оценки диагностической значимости количественных признаков при прогнозировании наличия качественных признаков, применялся метод анализа ROC-кривых. Отрезные точки для количественных признаков определялись в соответствии с наивысшим значением индекса Юдена. За уровень статистической значимости было принято значение p<0,05.

Испытуемые группы АГ и группы НАД были сопоставимы по возрасту - 45 [38; 51] лет vs. 43,5 [36; 48] лет (p=0,087) и росту - 178 [174; 183] см vs. 178 [175; 182] см (p=0,663). Испытуемые с АГ имели более высокий уровень офисного САД - 130 [119; 134,5] мм рт.ст. vs 118 [110; 121,5] мм рт.ст. (p<0,0001) и ДАД - 85 [80;90] мм рт.ст. vs 79 [70; 80] мм рт.ст. (p<0,0001), а также достоверно более высокие массу тела (МТ) - 87,5 [81,25; 100,75] кг vs. 81 [74,05; 90,38] кг (p<0,0001), ИМТ - 27,8 [25,75; 31,09] кг/м^2 vs. 25,95

[22,85; 28,18] кг/м^2 (p<0,0001), окружность талии (ОТ) - 101 [93; 108,5] см vs. 92,5 [86; 98] см (p<0,0001) и окружность бедер (ОБ) - 106 [101; 110] см vs. 104 [99; 107] см (p= 0,036).

По результатам ФПГ мужчины с АГ имели более высокие значения Alp75 минус 3,4% [-5,85; 12,35] против минус 4,7% [-14,3; 4,9] (p=0,0004) в группе НАД, RI - 35,6% [29,45; 45,2] против 29,9% [25,3; 38,4] (p=0,0002) и SI - 7,6 м/с [7,2; 8,1] против 7,4 м/с [7; 7,8] (p=0,0213), соответственно.

Для исключения влияния на конечный результат исследования различий по ИМТ, был проведен propensity score matching анализ (PSM) между группой НАД и группой АГ с использованием метода поиска «ближайшего соседа» (nearest neighbor matching) в отношении подбора пар 1:1.

После проведения псевдорандомизации в дальнейший анализ было включено 118 мужчин: 59 пар, сопоставимые по возрасту, ИМТ и другим антропометрическим показателям. Испытуемые с АГ имели более высокий уровень офисного САД - 124 [115,5; 136,5] мм рт.ст. vs 120 [110; 123] мм рт.ст. p=0,0008) и ДАД - 82 [80;90] мм рт.ст. vs 78 [70; 80] мм рт ст. (p<0,0001). Основные клинические характеристики групп испытуемых после проведения псевдорандомизации представлены в таблице 1.

В группе АГ количество мужчин с нормальной МТ (ИМТ 18,5-24,99 кг/м2) составило 15 (25,4%), с избыточной МТ- 37 (ИМТ 25-29,99 кг/м2) (62,7%) участников, с ожирением 1 степени (ИМТ 30-34,99 кг/м2) - 7 мужчин (11,9%); в группе НАД - 20 (33,9%), 32 (54,2%) и 7 (11,9%) мужчин, соответственно, что между группами достоверно не различалось (p=0,5841). Доля мужчин с низким ССР составила 5,1% (n - 3) в группе АГ и 13,6% (n= 8) в группе НАД, с умеренным ССР - 94,9% (n=8) и 86,4% (n=51) соответственно, что между группами достоверно не различалось (p=0,1286).

Таблица 1

Клиническая характеристика анализируемых групп

Параметр	НАД (N = 59)	АГ (N = 59)	p
Возраст (годы)	42 [35; 48]	44 [38,5; 51]	0,1406
Рост (см)	178 [175; 182]	178 [174; 184]	0,6179
Масса тела (кг)	85 [77; 91,9]	85 [76,15; 90]	0,9378
ИМТ (кг/м^2)	26,5 [24,6; 28,4]	26,46 [24,8; 28,37]	0,9699
ОТ (см)	94 [90; 100]	95 [89,5; 102]	0,4315
ОБ (см)	104 [100,5; 107]	103 [99; 108]	0,507
Показатели центральной гемодинамики			
САД (мм рт. ст.)	120 [110; 123]	124 [115,5; 136,5]	0,0008
ДАД (мм рт. ст.)	78 [70; 80]	82 [80; 90]	< 0,0001
ЧСС (уд/мин)	64 [58; 71,5]	64 [56; 70,5]	0,6961

Примечание – Сравнение дискретных величин методом χ^2; сравнение непрерывных величин с помощью U-критерия Манна–Уитни; данные представлены в виде медианы и интерквартильного размаха Me [Q25; Q75]

По результатам ЭхоКГ испытуемые с АГ имели достоверно более высокий ИММ ЛЖ - 84 [75; 92] г/м^2 vs 78 [69; 87] г/м^2 (p=0,0415) и меньший конечно-диастолический

размер (КДР) ЛЖ - 4,9 [4,65; 5,2] см vs 5,0 [4,8; 5,3] см (p=0,0321). При этом испытуемые с АГ чаще имели нарушение диастолической функции миокарда ЛЖ по I типу (12 (20,3%) против 2 (3,4%); p=0,0031). По данным УЗИ БЦА и БА достоверных различий по толщине комплекса интима-медиа (ТИМ) и количеству АСБ с максимальным стенозированием просвета сосуда не более 25% между группами не выявлено. По результатам ОС мужчины с АГ имели достоверно более высокие значения CAVI по сравнению с группой НАД (7,13 [6,7; 7,63] vs 6,55 [5,98; 7,05] (p<0,0001), хотя превышения возрастных значений нормы данного показателя не выявлено ни у одного испытуемого. По результатам лабораторных анализов крови достоверных различий между группами не выявлено ни по одному из анализируемых параметров (p>0,05). По результатам СМАД испытуемые группы АГ имели достоверно более высокие значения САД, ДАД и среднего АД независимо от времени суток, а также большую вариабельность ДАД в ночные часы, по сравнению с группой НАД (p<0,0001).

По данным ФПГ мужчины с АГ имели достоверно более высокие значения Alp75, VA, SI, RI, SPA и более низкие значения ED по сравнению с группой НАД (таблица 2).

Таблица 2

Результаты ФПГ в исследуемых группах

Параметр	НАД (N = 59)	АГ (N = 59)	p
ЧП (уд/мин)	63 [58; 71,75]	64 [56,5; 71,5]	0,7026
Alp75 (%)	-5,25 [-14,18; 4,08]	3,8 [-4,65; 12,8]	0,0011
VA (лет)	43 [39; 47,75]	49 [41,5; 54]	0,0110
SpO_2 (%)	95,8 [94,6; 96,58]	95,8 [94,98; 96,58]	0,9559
SI (м/с)	7,35 [7; 7,8]	7,6 [7,25; 8,1]	0,0241
RI (%)	28,4 [25,3; 38,35]	36,5 [28,6; 44,3]	0,0045
ED (мсек)	323,5 [311,25; 333,75]	305 [289,5; 318,5]	0,0002
Spa (мм рт. ст.)	116 [111; 124,5]	120 [116; 132]	0,0172
Примечание – Сравнение непрерывных величин с помощью U-критерия Манна–Уитни; данные представлены в виде медианы и интерквартильного размаха Me [Q25; Q75]			

С целью оценки влияния данных ФПГ на вероятность наличия АГ, показатели, достоверно различавшиеся между исследуемыми группами, были включены в однофакторный анализ (таблица 3).

Затем показатели, продемонстрировавшие уровень значимости p<0,1, пошагово включены в многофакторный анализ.

Таблица 3

Характеристики связи предикторов с вероятностью выявления артериальной гипертензии

Фактор	*ОШ (95%-й ДИ)*	*p*
Однофакторный анализ		
Alp75 (%)	1,04 (1,02; 1,07)	0,0027
RI (%)	1,04 (1,01; 1,08)	0,0182
SI (м/сек)	1,74 (0,98; 3,06)	0,0566
VA (лет)	1,05 (1,01; 1,09)	0,0197
ED (мсек)	0,98 (0,96; 0,99)	0,0064
SPa (мм рт. ст.)	1,04 (1,01; 1,07)	0,0182
Многофакторный анализ		
RI (%)	1,05 (1,01; 1,10)	0,014
SI (м/сек)	1,94 (1,02; 3,68)	0,043

В результате многофакторного анализа выявлено, что при увеличении показателя "SI" на 1 шансы наличия АГ увеличивались в 1,94 раза (ОШ 1,94; 95% ДИ: 1,02-3,68; p= 0,043).

При увеличении показателя "RI" на 1 шансы наличия АГ увеличивались в 1,05 раза (ОШ 1,05; 95% ДИ: 1,01-1,1; p=0,014).

Далее с помощью ROC-анализа для выделенных показателей были определены отрезные точки (таблица 4).

Таблица 4

Отрезные точки для количественных показателей, ассоциирующихся с наличием артериальной гипертензии

Фактор	*AuROC*	*Точка отсечения*	*ОШ*	*95%-й ДИ%*	*SE (%)*	*SP (%)*	*P*
RI	0,65	30,6	3,50	(1,62; 7,55)	71,19	58,62	0,0012
SI	0,63	7,9	2,73	(1,18; 6,32)	38,98	81,03	0,0171
Возраст	0,59	35,0	6,36	(1,73; 23,37)	94,92	25,42	0,0021

На основании полученных данных разработана многофакторная регрессионная модель для расчета вероятности наличия АГ в зависимости от показателя "SI≥7,9", показателя "RI≥30,6" с поправкой на возраст пациентов (таблица 5).

Полученная зависимость описывается уравнением:

$$P = 1 / (1 + e^{-z}) \times 100\%,$$

где e - основание натурального логарифма, число Эйлера

z - значение дискриминантной функции, определяемое по формуле:

$$z = -2{,}066 + 1{,}142 \cdot X_{SI} + 1{,}378 \cdot X_{RI} + 0{,}959 \cdot X_{возраст}$$

где X - признаки, представленные в виде бинарных переменных (0 - отсутствие признака; 1 - наличие признака):

X_{SI} - имеет значение 1 при значении SI (stiffness index - индекс жесткости) ≥7,9 м/с и

значение, равное 0 при значении SI <7,9 м/с;

X_{RI} - имеет значение 1 при значении RI (reflection index - индекс отражения) ≥30,6% и значение, равное 0 при значении RI <30,6%;

$X_{возраст}$ - имеет значение 1 при значении ≥35 лет и значение, равное 0 при значении <35 лет;

-2,066 - значение интерсепта логистической регрессии;

1,142 - коэффициент регрессии для переменной индекс жесткости;

1,378 - коэффициент регрессии для переменной индекс отражения;

0,959 - коэффициент регрессии для переменной возраст.

Таблица 5

Структура логистической регрессионной модели для целевого показателя «Артериальная гипертензия»

Фактор	*ОШ (95%-й ДИ)*	*Коэфф. регрессии*	*p*
Константа		-2,066	0,0031
Возраст ≥ 35	5,64 (1,43; 22,35)	0,959	0,0232
RI ≥ 30,6	4,60 (1,93; 10,98)	1,378	0,0476
SI ≥ 7,9	3,69 (1,40; 9,67)	1,142	0,0196

Полученная регрессионная модель является статистически значимой (p<0,0001). Исходя из значения коэффициента детерминации (R^2) Найджелкерка, модель объясняет 24,3% наблюдаемой дисперсии пациентов с АГ.

При оценке зависимости вероятности АГ от значения логистической функции P с помощью ROC-анализа была получена следующая кривая (фиг. 2).

Площадь под ROC-кривой составила 0,744±0,045 (95% ДИ: 0,655-0,833). Полученная модель была статистически значимой (p<0,0001).

Пороговое значение логистической функции P в точке cut-off, которому соответствовало наивысшее значение индекса Юдена, составило 0,567. Наличие АГ прогнозировалось при значении логистической функции P выше данной величины или равном ей. Чувствительность и специфичность модели составили 78,0% и 62,1%, соответственно.

Примеры осуществления изобретения:

Пример 1

Пациент мужчина 52 лет, проходил профилактический осмотр в ФГБУ «НМИЦ ТПМ». На момент осмотра жалобы активно не предъявляет, считает себя условно здоровым. ИМТ 31,6 кг/м^2. ОТ 123 см. АД на левой руке 140/90 мм рт.ст. ЧСС 72 уд/мин. Пульс ритмичный, удовлетворительного наполнения. Дыхание везикулярное, равномерно проводится по всем легочным полям, патологических дыхательных шумов нет. SpO_2=98% на фоне дыхания атмосферным воздухом. Живот при пальпации мягкий, безболезненный. Физиологические отправления не затруднены.

На ЭКГ: ритм - синусовый, правильный, ЧСС 72 в мин. ЭОС не отклонена. Острых очаговых изменений миокарда нет.

При ЭхоКГ: Левое предсердие (ЛП) 4,2 см; КДР ЛЖ 5,2 см; КСР ЛЖ 2,3 см; ФВ ЛЖ 68%. ИММ ЛЖ 89 г/м^2; нарушений локальной сократимости миокарда не выявлено.

При УЗИ магистральных артерий: данных за атеросклероз БЦА и БА не получено.

В лабораторных исследованиях: Эритроциты $5,22*10^{12}$/л; Гематокрит 44,1%; Гемоглобин 149 г/л; Тромбоциты $216*10^{9}$/л; Лейкоциты $7,0*10^{9}$/л; Креатинин 108 мкмоль/л; Глюкоза 6,2 ммоль/л; ХС 6,2 ммоль/л; ХС-ЛПНП 4,34 ммоль/л; ХС-ЛПВП 1,48 ммоль/л.

При ФПГ «на просвет»: SI 7,9 м/с; RI 51,2%.

На основании полученных данных произведен расчет вероятности наличия АГ:

X_{SI}=1, поскольку значения SI 7,9 м/с, что равно 7,9 м/сек.

X_{RI}=1, поскольку RI 51,2%, что превышает 30,6%%

$X_{возраст}$=1, поскольку возраст 52 года, что больше 35 лет.

Таким образом:

$$z = -2,066 + 1,142*1 + 1,378*1 + 0,959*1,$$

$$P = 1 / (1 + e^{-z}) \times 100\% = 80,42\%$$

Таким образом, вероятность наличия АГ у мужчины 52 лет с умеренным ССР составляет 80,42%. Пациенту выполнено СМАД, по результатам которого подтвержден диагноз АГ: среднесуточное АД - 139/92 мм рт.ст., дневное АД - 143/95 мм рт.ст., ночное АД - 123/79 мм рт.ст. Учитывая умеренный ССР, пациенту даны рекомендации по немедикаментозному лечению АГ, ведению дневника самоконтроля АД и назначена повторная консультация врача-кардиолога через 3-6 месяцев для оценки эффективности проводимых мероприятий и решения вопроса о необходимости инициации АГТ.

Пример 2

Пациент мужчина 39 лет, проходил профилактический осмотр в ФГБУ «НМИЦ ТПМ». На момент осмотра жалобы активно не предъявляет, считает себя условно здоровым. ИМТ 25,2 кг/м^2. ОТ 86 см. АД на левой руке 130/80 мм рт.ст. ЧСС 75 уд/мин. Пульс ритмичный, удовлетворительного наполнения. Дыхание везикулярное, равномерно проводится по всем легочным полям, патологических дыхательных шумов нет. SpO_2=99% на фоне дыхания атмосферным воздухом. Живот при пальпации мягкий, безболезненный. Физиологические отправления не затруднены.

На ЭКГ: ритм - синусовый, правильный, ЧСС 70 в мин. ЭОС не отклонена Острых очаговых изменений миокарда нет.

При ЭхоКГ: ЛП 3,0 см; КДР ЛЖ 4,7 см; КСР ЛЖ 2,8 см; ФВ ЛЖ 60%. ИММ ЛЖ 63 г/м^2; нарушений локальной сократимости миокарда не выявлено.

При УЗИ магистральных артерий: данных за атеросклероз БЦА и БА не получено.

В лабораторных исследованиях: Эритроциты $5,43*10^{12}$/л; Гематокрит 46,7%; Гемоглобин 161 г/л; Тромбоциты $216*10^{9}$/л; Лейкоциты $7,9*10^{9}$/л; Креатинин 93 мкмоль/л; Глюкоза 5,86 ммоль/л; ХС 6,1 ммоль/л; ХС-ЛПНП 3,85 ммоль/л; ХС-ЛПВП 1,68 ммоль/л.

При ФПГ «на просвет»: SI 8,0 м/с; RI 29,6%.

На основании полученных данных произведен расчет вероятности наличия АГ:

X_{SI}=1, поскольку значения SI 8,0 м/с, что превышает 7,9 м/сек,

X_{RI}=0, поскольку RI 29,6%, что меньше 30,6%,

$X_{возраст}$=1, поскольку возраст 40 лет, что больше 35 лет.

Таким образом:

$$z = -2{,}066 + 1{,}142^{*}1 + 1{,}378^{*}0 + 0{,}959^{*}1,$$

$$P = 1 / (1 + e^{-z}) \times 100\% = 50{,}87\%$$

Таким образом, вероятность наличия АГ у мужчины 39 лет с низким ССР составляет 50,87%. Пациенту выполнено СМАД, по результатам которого выявлена АГ: среднесуточное АД - 119/81 мм рт.ст., дневное АД - 123/84 мм рт.ст., ночное АД - 102/67 мм рт.ст. Учитывая низкий ССР, пациенту даны рекомендации по немедикаментозному лечению АГ, ведению дневника самоконтроля АД и назначена повторная консультация врача-кардиолога через 3-6 месяцев для оценки эффективности проводимых мероприятий и решения вопроса о необходимости инициации АГТ.

Пример 3

Пациент мужчина 37 лет, проходил профилактический осмотр в ФГБУ «НМИЦ ТПМ». На момент осмотра жалобы активно не предъявляет, считает себя условно здоровым. ИМТ 33,1 кг/м^2. ОТ 116 см. АД на левой руке 136/88 мм рт.ст. ЧСС 84 уд/мин. Пульс ритмичный, удовлетворительного наполнения. Дыхание везикулярное, равномерно проводится по всем легочным полям, патологических дыхательных шумов нет. SpO_2=98% на фоне дыхания атмосферным воздухом. Живот при пальпации мягкий, безболезненный. Физиологические отправления не затруднены.

На ЭКГ: ритм - синусовый, правильный, ЧСС 75 в мин. ЭОС не отклонена. Острых очаговых изменений миокарда нет.

При ЭхоКГ: ЛП 3,8 см; КДР ЛЖ 5,1 см; КСР ЛЖ 3,0 см; ФВ ЛЖ 62%. ИММ ЛЖ 96 г/м^2; нарушений локальной сократимости миокарда не выявлено.

При УЗИ магистральных артерий: данных за атеросклероз БЦА и БА не получено.

В лабораторных исследованиях: Эритроциты 5,68*10^{12}/л; Гематокрит 44,8%; Гемоглобин 162 г/л; Тромбоциты 243*10^9/л; Лейкоциты 7,9*10^9/л; Креатинин 98 мкмоль/л; Глюкоза 5,78 ммоль/л; ХС 5,8 ммоль/л; ХС-ЛПНП 3,55 ммоль/л; ХС-ЛПВП 1,38 ммоль/л.

При ФПГ «на просвет»: SI 7,7 м/с; RI 30,2%.

На основании полученных данных произведен расчет вероятности наличия АГ:

X_{SI}=0, поскольку значения SI 7,7 м/с, что меньше 7,9 м/сек,

X_{RI}=0, поскольку RI 30,2%, что меньше 30,6%,

$X_{возраст}$=1, поскольку возраст 39 года, что больше 35 лет.

Таким образом:

$$z = -2{,}066 + 1{,}142^{*}0 + 1{,}378^{*}0 + 0{,}959^{*}1,$$

$$P = 1 / (1 + e^{-z}) \times 100\% = 24{,}87\%$$

Таким образом, вероятность наличия АГ у мужчины 37 лет с низким ССР составляет 24,87%. Пациенту выполнено СМАД, по результатам которого уровень АД не превышает нормативных значений: среднесуточное АД - 119/75 мм рт.ст., дневное АД - 124/78 мм рт.ст., ночное АД - 107/67 мм рт.ст. Таким образом, подтверждено отсутствие АГ. Пациенту даны рекомендации по модификации образа жизни и пациент направлен на профилактическое консультирование к диетологу.

Пример 4

Пациент мужчина 34 лет, проходил профилактический осмотр в ФГБУ «НМИЦ

ТПМ». На момент осмотра жалобы активно не предъявляет, считает себя условно здоровым. ИМТ 24,2 кг/м^2. ОТ 93 см. АД на левой руке 110/70 мм рт.ст. ЧСС 76 уд/мин. Пульс ритмичный, удовлетворительного наполнения. Дыхание везикулярное, равномерно проводится по всем легочным полям, патологических дыхательных шумов нет.SpO_2=99% на фоне дыхания атмосферным воздухом. Живот при пальпации мягкий, безболезненный. Физиологические отправления не затруднены.

На ЭКГ: ритм - синусовый, правильный, ЧСС 76 в мин. ЭОС не отклонена. Острых очаговых изменений миокарда нет.

При ЭхоКГ: ЛП 3,2 см; КДР ЛЖ 4,8 см; КСР ЛЖ 2,8 см; ФВ ЛЖ 73%. ИММ ЛЖ 78 г/м^2; нарушений локальной сократимости миокарда не выявлено.

При УЗИ магистральных артерий: данных за атеросклероз БЦА и БА не получено.

В лабораторных исследованиях: Эритроциты 4,86*10^{12}/л; Гематокрит 42,7%; Гемоглобин 148 г/л; Тромбоциты 283*10^9/л; Лейкоциты 4,7*10^9/л; Креатинин 71 мкмоль/л; Глюкоза 5,66 ммоль/л; ХС 5,6 ммоль/л; ХС-ЛПНП 3,59 ммоль/л; ХС-ЛПВП 1,66 ммоль/л.

При ФПГ «на просвет»: SI 6,7 м/с; RI 26,4%.

На основании полученных данных произведен расчет вероятности наличия АГ:

X_{SI}=0, поскольку значения SI 6,7 м/с, что меньше 7,9 м/сек,

X_{RI}=0, поскольку RI 26,4%, что меньше 30,6%,

$X_{возраст}$=0, поскольку возраст 34 года, что меньше 35 лет.

Таким образом:

$$z = -2{,}066 + 1{,}142^{*}0 + 1{,}378^{*}0 + 0{,}959^{*}0,$$

$$P = 1 / (1 + e^{-z}) \times 100\% = 11{,}24\%$$

Таким образом, вероятность наличия АГ у мужчины 34 лет с низким ССР составляет 11,24%. Пациенту выполнено СМАД, по результатам которого уровень АД не превышает нормативных значений: среднесуточное АД - 110/69 мм рт.ст., дневное АД - 114/72 мм рт.ст., ночное АД - 97/61 мм рт.ст. Таким образом, подтверждено отсутствие АГ. Пациенту рекомендовано прохождение диспансеризации в возрасте 40 лет.

(57) Формула изобретения

Способ прогнозирования наличия артериальной гипертензии у мужчин с низким или умеренным сердечно-сосудистым риском (ССР), характеризующийся тем, что на основании возраста и данных контурного анализа пульсовой волны при проведении фотоплетизмографии «на просвет» в области дистальной фаланги пальцев верхней конечности, включающих индекс жесткости (SI) и индекс отражения (RI), по расчетной формуле определяют вероятность наличия артериальной гипертензии (P):

$P = 1 / (1 + e^{-z})$,

где e – основание натурального логарифма, число Эйлера,

z – значение дискриминантной функции, определяемое по формуле:

$z = -2{,}066 + 1{,}142 \cdot XSI + 1{,}378 \cdot XRI + 0{,}959 \cdot Xвозраст$,

где X – признаки, представленные в виде бинарных переменных, при которых при отсутствии признака принимают значение 0, а при наличии признака принимают значение 1, при этом:

XSI – имеет значение 1 при значении SI ≥7,9 м/с и значение, равное 0 при значении

SI <7,9 м/с;

XRI – имеет значение 1 при значении RI ≥30,6 м/с и значение, равное 0 при значении RI <30,6 м/с;

Хвозраст – имеет значение 1 при значении ≥35 лет и значение, равное 0 при значении <35 лет;

-2,066 – значение интерсепта логистической регрессии,

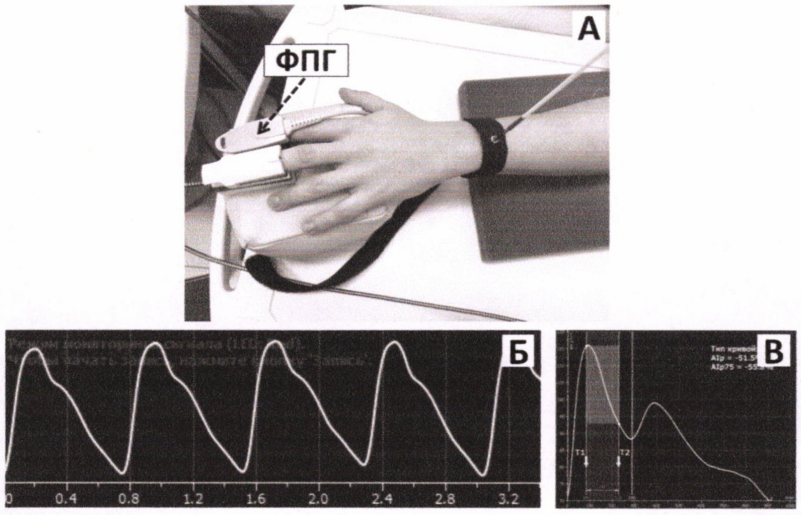
1,142 – коэффициент регрессии для переменной SI;

1,378 – коэффициент регрессии для переменной RI;

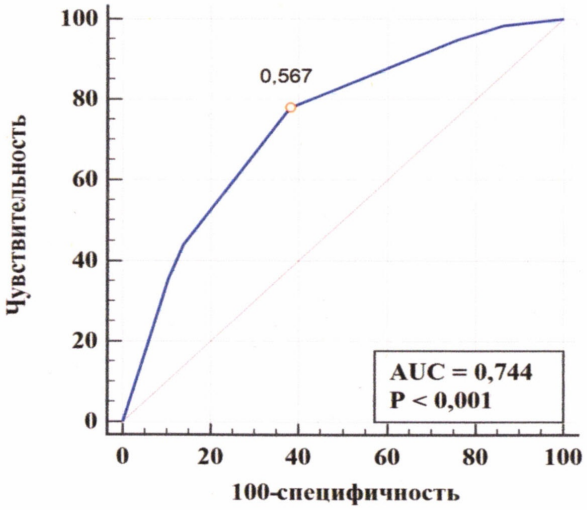
0,959 – коэффициент регрессии для переменной возраст,

и при значении P ≥0,567 прогнозируют наличие артериальной гипертензии у мужчин с низким или умеренным ССР, а при значении P <0,567 прогнозируют отсутствие артериальной гипертензии у мужчин с низким или умеренным ССР.

1


А
ФПГ
Б
0
0.4
0.8
1.2
1.6
2.0
2.4
2.8
3.2
В

Фиг.1


Чувствительность
100
80
60
40
20
0
0,567
AUC = 0,744
P < 0,001
0
20
40
60
80
100
100-специфичность

Фиг.2