

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042300**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.02.01

(51) Int. Cl. *A61B 5/08* (2006.01)

(21) Номер заявки
202100017

(22) Дата подачи заявки
2020.12.14

(54) **СПОСОБ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ РАЗВИТИЯ ДИСФУНКЦИИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ МУСКУЛАТУРЫ У ПАЦИЕНТА С НАЛИЧИЕМ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКОГО БРОНХИТА И ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНИ ЛЕГКИХ, ПНЕВМОКОНИОЗА**

(43) **2022.06.30**

(96) **2020/EA/0085 (BY) 2020.12.14**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и патентовладелец:

**КРУМКАЧЕВА АННА ЮРЬЕВНА;
АЛЕКСЕЙЧИК СЕРГЕЙ
ЕВГЕНЬЕВИЧ (BY)**

(56) RU-C1-2657788

ГЕЛЬЦЕР Б.И. и др.: Дисфункция респираторных мышц и болезни органов дыхания. Терапевтический архив, 2019; 91 (3): 93-100, DOI: 10.26442/00403660.2019.03.000108

КОЛОСОВ В.П. и др.: Методологические подходы к разработке технологий прогнозирования в пульмонологии. Бюллетень физиологии и патологии дыхания, 2006, № 22, стр. 20-23

СЕГИЗБАЕВА М.О. и др.: Оценка функционального состояния дыхательных мышц: методические аспекты и интерпретация данных. Физиология человека, 2019, т. 45, № 2, стр. 115-127, DOI: 10.1134/S0131164619010120

OROZCO-LEVI M. Structure and function of the respiratory muscles in patients with COPD: impairment or adaptation? European Respiratory Journal, 2003, Vol. 22, Issue 46, pp. 41s-51s, DOI: 10.1183/09031936.03.00004607

(57) Изобретение относится к медицине, к разделу внутренних болезней, и позволяет осуществить прогнозирование вероятности развития дисфункции дыхательной мускулатуры у пациента с наличием профессиональных заболеваний органов дыхания за счёт того, что предложено на основании определения показателей мышечной выносливости организма вычислять показатель вероятности развития дисфункции дыхательной мускулатуры р с последующим прогнозированием на его основе вероятности развития указанной дисфункции.

B1

042300

042300

B1

Изобретение относится к медицине, к разделу внутренних болезней, и может быть использовано для прогнозирования вероятности развития дисфункции дыхательной мускулатуры у пациента с наличием профессиональных хронического бронхита и хронической обструктивной болезни лёгких, пневмокониоза. Известен способ, заключающийся в том, что разработано дискриминантное уравнение для диагностики утомления главной дыхательной мышцы-диафрагмы: $d=16,408 \times \Delta OФВ_1 - 4,525 \times \Delta МОС_{50}$, где d - дискриминантная функция, $OФВ_1$ - объем форсированного выдоха за 1 с, $МОС_{50}$ - максимальная скорость выдоха на уровне 50% форсированной жизненной ёмкости лёгких; при d менее -12,49 судят о наличии утомления диафрагмы. Данный способ является аналогом для заявляемого изобретения. Общим признаком для заявляемого способа и аналога является исследование функционального состояния дыхательных мышц (в данном случае диафрагмы) у пациентов с хроническим бронхитом с последующим построением уравнения [4]. Однако способ-аналог не позволяет спрогнозировать вероятность развития дисфункции дыхательной мускулатуры у пациента с наличием профессиональных заболеваний органов дыхания: хронического бронхита, хронической обструктивной болезни лёгких и пневмокониоза.

Известен способ оценки функционального состояния лёгких, заключающийся в том, что определяют функцию внешнего дыхания лёгких и дыхательной системы, включающий бесконтактное измерение дыхательных движений грудной клетки, позволяющее охарактеризовать работу обоих лёгких и каждого лёгкого раздельно с оценкой их функционального состояния. Указанный способ является аналогом заявленному способу. Общим признаком для заявляемого способа и аналога является исследование функционального состояния дыхательной мускулатуры [8]. Однако способ-аналог не позволяет определить прогноз вероятности развития дисфункции дыхательной мускулатуры у пациента с наличием профессиональных хронического бронхита и хронической обструктивной болезни лёгких, пневмокониоза.

Также известен способ диагностики утомления дыхательных мышц, заключающийся в том, что при помощи стимуляционной электронейромиографии и нагрузочного теста в виде провокационной респираторной пробы с использованием аппарата Фролова диагностируют степень утомления и стадию синдрома утомления дыхательной мускулатуры у пациентов с бронхиальной астмой, являющийся аналогом заявленного изобретения [7]. Данный способ является аналогом для заявляемого изобретения. Общим признаком для заявляемого способа и аналога является исследование дисфункции дыхательной мускулатуры. Однако способ-аналог не позволяет определить прогноз вероятности развития дисфункции дыхательной мускулатуры у пациента с наличием профессиональных хронического бронхита и хронической обструктивной болезни лёгких, пневмокониоза.

Известен способ прогнозирования риска развития профессиональной бронхолёгочной патологии, заключающийся в том, что путём сравнения полученной после проведения полимеразной цепной реакции нуклеотидной последовательности с референсными последовательностями, по полученной пирограмме определяют вариант полиморфизма 1607delG в нуклеотидной последовательности, по которому и прогнозируют риск развития профессиональной бронхолёгочной патологии. [9]. Общим признаком для заявляемого способа и аналога является исследование функционального состояния профессиональной бронхолёгочной патологии. Однако способ-аналог не позволяет определить прогноз вероятности развития дисфункции дыхательной мускулатуры у пациента с профессиональными заболеваниями органов дыхания: хроническим бронхитом, хронической обструктивной болезнью лёгких и пневмокониозом.

Кроме этого, известен способ, заключающийся в том, что при помощи компьютерной программы определяют динамические параметры, характеризующие физиологическую функциональность дыхательного акта у пациента во время вентиляционной поддержки (сопротивление при дыхании, эластичность дыхательных путей, внутреннее положительное давление в конце выдоха, внутриальвеолярное давление и эквивалентное давление, создаваемое дыхательными мышцами пациента) [12]. Данный способ является аналогом для заявляемого изобретения. Общим признаком для заявляемого способа и аналога является исследование силы дыхательной мускулатуры и функционального состояния дыхательной системы. Однако способ-аналог не позволяет осуществить прогноз вероятности развития дисфункции дыхательной мускулатуры у пациента с профессиональными заболеваниями органов дыхания: хроническим бронхитом, хронической обструктивной болезнью лёгких и пневмокониозом.

Заявителю не известен способ прогнозирования вероятности развития дисфункции дыхательной мускулатуры у пациента с наличием профессиональных хронического бронхита и хронической обструктивной болезни лёгких, пневмокониоза, в силу чего не может быть указан объект, являющийся наиболее близким аналогом заявляемого способа.

Задачей заявляемого изобретения является создание способа прогнозирования вероятности развития дисфункции дыхательной мускулатуры у пациента с наличием профессиональных заболеваний органов дыхания: хронического бронхита, хронической обструктивной болезни лёгких и пневмокониоза за счёт получения интегральной оценки, характеризующей изучаемое функциональное состояние дыхательных мышц у исследуемого. Это позволит практикующему врачу выбрать наиболее объективно обоснованный, оптимальный подход к лечению и профилактике спрогнозированного возникновения указанной патологии на основании выявленной прямой функциональной корреляционной связи между показателями, отражающими функцию периферической скелетной мускулатуры, и способностью организма самостоятельно осуществлять дыхательную функцию, оцениваемую разными параметрами, одним из

которых является нормальное функционирование дыхательных мышц.

Поставленная задача достигается следующим образом. Предложен способ прогнозирования вероятности развития дисфункции дыхательной мускулатуры у пациента с наличием профессиональных хронического бронхита и хронической обструктивной болезни лёгких, пневмоконииоза, когда осуществляют изометрическую пробу, при этом измеряют показатели мышечной выносливости организма пациента под динамической нагрузкой: максимального мышечного усилия в деканьютонах (даН) и времени удержания нагрузки, равной 1/3 максимального мышечного усилия, в течение 180 с с последующим определением при помощи логистического регрессионного анализа [1] показателя вероятности развития дисфункции дыхательных мышц по формуле

$$p = \frac{1}{1+e^{-z}} * 100\%$$

где p - числовой показатель вероятности развития дисфункции дыхательной мускулатуры,

e - основание натурального логарифма,

z - коэффициент, равный сумме константы=5,386, произведению нестандартизированного коэффициента $V_1=0,11$ и показателя максимального мышечного усилия пациента, произведению нестандартизированного коэффициента $V_2(=-0,0683)$ и значения времени удержания нагрузки в секундах (t), и при получении значения p менее 50% судят о низкой вероятности развития дисфункции дыхательных мышц, при получении p в пределах 51-70% судят о наличии вероятности развития дисфункции дыхательных мышц, при p , равном 71-90%, судят о высокой вероятности развития дисфункции дыхательной мускулатуры, при p выше 90% судят об очень высокой вероятности возникновения дисфункции респираторных мышц. Заявителем на основании проведённых исследований у 150 пациентов на базе отделения аллергологии и профпатологии была выявлена прямая корреляционная связь между показателями мышечной выносливости организма к физическим нагрузкам: максимальным мышечным усилием и временем удержания нагрузки (равной 1/3 максимального мышечного усилия) в секундах и показателями силы дыхательных мышц, которые при статистической обработке данных могут быть предикторами дисфункции дыхательной мускулатуры [3, 10]. Согласно научным данным возникновение дисфункции скелетных (в том числе и периферических) мышц при обструктивных заболеваниях органов дыхания опережает дисфункцию дыхательных мышц в результате многих факторов, обусловленных болезнью, например гиподинамией, гипоксией и гиперкапнией, оксидантного стресса, изменения статуса питания, терапии системными глюкокортикостероидами, электролитными нарушениями и снижения уровня анаболических гормонов [11, 14], а также в результате системной воспалительной реакции организма в виде роста провоспалительных цитокинов (интерлейкинов 1, 2 и 6, гамма-интерферона, фактора некроза опухоли- α), способствующих снижению синтеза мышечных белков [6].

Способ осуществляется следующим образом.

Пример выполнения 1.

Пациент И.И. 1964 г.р. находился в отделении аллергологии и профпатологии клинической больницы с диагнозом: Профессиональная ХОБЛ, средне-тяжёлое течение, обострение. ДН 1 степени. Антропометрические показатели: индекс массы тела (ИМТ) - 32 кг/м², окружность бедер (ОБ) - 109 см, окружность талии (ОТ) - 112 см, окружность бицепса (ОБц) - 35,5 см, окружность запястья (ОЗ) - 18 см. Динамометрические показатели: максимальное мышечное усилие (ММУ) - 40 даН, время удержания нагрузки в секундах (t) - 160 с, показатель мышечной выносливости (ПМВ) - 2133 даН×с. Лабораторно-инструментальные исследования: ОФВ₁-53%, объём форсированного выдоха за 1-ую секунду (ООВ₁) к форсированной жизненной ёмкости лёгких (ОФВ₁/ФЖЕЛ) - 56%, жизненная ёмкость лёгких (ЖЕЛ) - 74%, С-реактивный белок (СРБ) - 1,22 ммоль/л. Данному пациенту необходимо осуществить прогноз - развитие дисфункции дыхательных мышц. При включении следующих переменных (антропометрических показателей: индекса массы тела, окружностей талии (ОТ), бедер (ОБ), запястья (ОЗ), бицепса (ОБц), показателей максимального мышечного усилия (ММУ), мышечной выносливости (ПМВ), времени удержания нагрузки (t) в секундах, сатурации кислородом до и после проведения шестиминутного теста ходьбы (SpO₂), показателей функции внешнего дыхания: ОФВ₁, ОФВ₁/ФЖЕЛ, ЖЕЛ, уровня С-реактивного белка (СРБ) в логистический регрессионный анализ, были выбраны наиболее значимые показатели, которые могут быть использованы в качестве предикторов, характеризующих возможность развития дисфункции дыхательных мышц - время удержания нагрузки в секундах t и показатель максимального мышечного усилия (ММУ). Данные показатели статистически напрямую коррелируют с показателями силы дыхательной мускулатуры (максимальным инспираторным (PI max-maximal inspiratory pressure) и экспираторным (PE max-maximal expiratory pressure) давлениями на уровне полости рта). Учитывая выявленную зависимость между показателями мышечной выносливости человека: максимальным мышечным усилием, временем удержания нагрузки (равной 1/3 максимального мышечного усилия) в секундах и показателями силы дыхательных мышц, показатели мышечной выносливости можно использовать в качестве предикторов, позволяющих спрогнозировать развитие дисфункции дыхательных мышц. Показатели мышечной выносливости выбраны заявителем на основании того, что наиболее часто используются при проведении изометрической функциональной пробы с ручным динамометром для прогнозирования доступности статических физических нагрузок у пациентов с дыхательной и сердечной

недостаточностью. Кроме этого выбор данной пробы обоснован тем, что уровень физической работоспособности индивидуума является одной из комплексных характеристик функциональных возможностей организма и определяется скоординированной работой центральной нервной системы, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, нервно-мышечного аппарата, эффективной взаимосвязью нервных и гуморальных механизмов регуляции [2]. Для определения абсолютного показателя ММУ пациент И.И. максимально сжимает динамометр вытянутой и отведённой в сторону перпендикулярно телу на уровне плеча каждой верхней конечностью дважды в положении стоя, после чего фиксируется лучший показатель [5]. Для определения времени удержания нагрузки (t) в секундах пациент сжимает ладонью кистевой динамометр ДК-100 до показателя динамометра, равного 1/3 ММУ, и удерживает на этом уровне сжатый динамометр в течение не менее 180 с. У пациента И.И. показатель ММУ-40 даН (в норме). Далее пациент сжимает динамометр до показателя, равного 40/3, то есть 13 даН и удерживает динамометр в таком статическом состоянии максимально долго. Результат времени удержания нагрузки t у данного пациента составил 160 с (в норме не менее 180 с). Далее у исследуемого пациента вычисляем показатель вероятности развития дисфункции дыхательной мускулатуры p. Для этого используем регрессионное уравнение вероятности развития дисфункции дыхательных мышц у пациентов с профессиональными заболеваниями органов дыхания, по которому рассчитывают числовой показатель вероятности развития дисфункции дыхательной мускулатуры p по формуле [1]

$$p = \frac{1}{1 + e^{-z}} * 100\%$$

где p - числовой показатель вероятности развития дисфункции дыхательной мускулатуры,

e - основание натурального логарифма,

z - коэффициент, равный сумме константы=5,386, произведению нестандартизированного коэффициента $B_1=0,11$ и показателя максимального мышечного усилия пациента, произведению нестандартизированного коэффициента $B_2=(-0,0683)$ и значения времени удержания нагрузки в секундах (t) или равный $5,386+0,11 * \text{ММУ} + (-0,0683) * t$. При получении значения p менее 50% судят о низкой вероятности развития дисфункции дыхательных мышц, при получении p в пределах 51-70% судят о наличии вероятности развития дисфункции дыхательных мышц, при p, равном 71-90%, судят о высокой вероятности развития дисфункции дыхательной мускулатуры, при p выше 90% судят об очень высокой вероятности возникновения дисфункции респираторных мышц. У данного пациента $z=5,386+0,11 \cdot 40 + (-0,0683) \cdot 160 = -1,142$, затем подставляют z в формулу для вычисления числового показателя вероятности развития дисфункции дыхательной мускулатуры p, получают $p=24,2\%$. На основании полученных результатов вероятность развития дисфункции дыхательных мышц у пациента И.И. низкая. Для исключения ошибки заявляемого метода были исследованы показатели силы дыхательных мышц. Измерение силы респираторных мышц (PE max и PI max), которые используются в скрининговой диагностике дисфункции дыхательной мускулатуры, данному пациенту проводят при помощи оборудования MicroRPM (Respirator Pressure Meter), на котором определяют максимальные инспираторное (PI max - maximal inspiratory pressure) и экспираторное (PE max - maximal expiratory pressure) давления на уровне полости рта [3,10]. Каждое исследование вышеуказанных параметров проводят трижды (согласно инструкции по применению оборудования) с перерывами более 1-ой мин (для предотвращения переутомления мышц) [13]; регистрируют лучший результат [5]. Полученные данные соотносят с показателями PI max (-87,0 - -106,0 см водного столба, см.водн.ст.) и PE max (107,0-153,0 см.водн.ст.) у здоровых людей. Максимальное инспираторное давление (PI max) у пациента И.И. на уровне полости рта - -89 см.водн.ст.(в норме), максимальное экспираторное давление на уровне полости рта (PE max) - 153 см.водн.ст (в норме), то есть доказывает отсутствие дисфункции дыхательных мышц. Учитывая низкую вероятность развития дисфункции дыхательных мышц, пациенту не проводилась комплексная реабилитация, за ним наблюдали в течение года, ухудшения заболевания не наблюдалось.

Пример выполнения 2.

Пациент Ю.П. 1967 г.р. находился в отделении аллергологии и профпатологии клинической больницы с диагнозом: Силикоз 2 стадия узелковая форма. Профессиональная ХОБЛ, средне-тяжёлое течение, обострение. ДН 1 ст. Атропометрические показатели: ИМТ - 20 кг/м², ОБ - 92 см, ОТ - 90 см, Общ - 32 см, ОЗ - 17 см. Динамометрические показатели: ММУ - 30 даН, t - 100 с, ПМВ - 1000 ДаН×с. Лабораторно-инструментальные исследования: ОФВ₁ - 51%, ОФВ₁/ФЖЕЛ - 54%, ЖЕЛ - 63%, СРБ - 2,75 ммоль/л. Показатели ММУ и t (в данном случае они равны 30 даН и 100 с соответственно) определяют аналогичным образом, как указано в примере 1, затем используют их в регрессионном уравнении (см.р пример 1), после чего вычисляют показатель p, который составил 86,5%. На основании полученных результатов судят у данного пациента о высокой вероятности развития дисфункции дыхательных мышц. Для исключения ошибки заявляемого метода были исследованы показатели силы дыхательных мышц (методику исследования смотреть в примере 1): PI max - -53 см.водн.ст.(значительно снижен), PE max - 60 см.водн.ст (значительно снижен), т.е. доказывает на наличие значительного снижения силы дыхательных мышц вдоха и выдоха. На основании полученных данных лечащим врачом назначен комплекс реабилитационных мероприятий и в течение года состояние дыхательной системы, а также качество жизни пациента улучшились.

Пример 3.

Пациент А.В. 1966 г.р. находился в отделении аллергологии и профпатологии клинической больницы с диагнозом: Профессиональная ХОБЛ, тяжёлое течение, обострение. ДН 1 - 2ст.

Атропометрические показатели: ИМТ - 23 кг/м², ОБ - 101 см, ОТ - 97 см, Обц - 32 см ОЗ - 17 см. Динамометрические показатели: ММУ - 28 даН, t - 56 с, ПМВ - 522,6 даН×с. Лабораторно-инструментальные исследования: ОФВ₁ - 56%, ОФВ₁/ФЖЕЛ - 62%, ЖЕЛ - 74%, СРБ - 3,27 ммоль/л. Показатели ММУ и t (в данном случае они равны 28 ДаН и 56с) определяют аналогичным образом, как указано в примере 1, затем используют их в регрессионном уравнении (см. пример 1), после чего вычисляют показатель р, который составил 99%. На основании полученных результатов у данного пациента судят об очень высокой вероятности развития дисфункции дыхательных мышц, в связи с чем пациенту требуется принятие соответствующих для лечения данной патологии лечебно-профилактических мер. Для исключения ошибки заявляемого метода были исследованы показатели силы дыхательных мышц (методику исследования смотреть в примере 1): PI max - -55 см.водн.ст.(значительно снижен), PE max - 40 см.водн.ст (значительно снижен), т.е. имеется значительное снижение силы дыхательных мышц вдоха и выдоха, что свидетельствует о наличии дисфункции респираторной мускулатуры. Пациенту Ю.П. была назначена адекватная терапия, в результате которой дыхательная недостаточность, связанная с дисфункцией дыхательных мышц, не прогрессировала в течение года, а показатели мышечной выносливости ММУ и t улучшились (ММУ=34 ДаН, t=102с), показатель р стал 89,7%. Следовательно, при тщательном наблюдении за пациентом и длительном проведении комплекса реабилитационных мероприятий, можно существенно снизить вероятность прогрессирования дисфункции дыхательных мышц.

Пример 4.

Пациент В.Н. 1966 г.р. находился в отделении аллергологии и профпатологии клинической больницы с диагнозом: Хронический профессиональный бронхит, обострение. ДН 1ст. Атропометрические показатели: ИМТ - 29 кг/м², ОБ - 100 см, ОТ - 99 см, Обц - 33,5 см ОЗ - 18,5 см. Динамометрические показатели: ММУ - 35 даН, t - 30с, ПМВ - 1710 даН×с. Лабораторно-инструментальные исследования: ОФВ₁ - 61%, ОФВ₁/ФЖЕЛ - 72%, ЖЕЛ - 77%, СРБ - 1,10 ммоль/л. Показатели ММУ и t определяют аналогичным образом (у пациента В.Н. они равны 35 даН и 130 с), как указано в примере 1, затем используют их в регрессионном уравнении (см. пример 1), после чего вычисляют показатель р. При расчёте вероятность наличия дисфункции дыхательных мышц р=66,5%, т.е. имеется вероятность развития дисфункции дыхательной мускулатуры. Для исключения ошибки заявляемого метода были исследованы показатели силы дыхательных мышц (методику исследования см. в примере 1): PI max - -90 см.водн.ст.(в норме), PE max - 98 см.водн.ст (незначительно снижен), т.е. имеется незначительное снижение силы дыхательных мышц выдоха, что свидетельствует о начальных проявлениях дисфункции респираторной мускулатуры. Исходя из полученного прогноза пациенту был назначен комплекс реабилитационных мероприятий, который позволил предупредить дальнейшее развитие дисфункции дыхательных мышц и исключить прогрессирование дыхательной недостаточности в будущем.

Таким образом, достигаемый технический результат заявляемого изобретения заключается в том, что способ даёт возможность практикующему врачу спрогнозировать вероятность развития дисфункции дыхательной мускулатуры относительно несложной методикой, основанной на измерении посредством кистевого динамометра показателей максимального мышечного усилия и времени удержания нагрузки с последующим вычислением показателя вероятности развития дисфункции дыхательных мышц р, что является основанием для назначения комплекса лечебно-профилактических мероприятий с учётом полученных данных и позволяет предупредить вероятность прогрессирования дыхательной недостаточности, обусловленной дисфункцией дыхательных мышц.

Литература

1. Бююль А./SPSS: Искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей: Пер. с нем.//А. Бююль П. Цёфель. - СПб.: ДиаСофтЮП, 2005, стр. 287-294
2. Городниченко Э.А. Физические нагрузки в оценке функциональных возможностей системы кровообращения/Э.А. Городниченко Г.В. Короткова//Известия Смоленского государственного университета. 2012, № 2 (18), стр. 376-385.
3. Дисфункция дыхательной мускулатуры у пациентов с профессиональными заболеваниями органов дыхания/ Крумкачева А.Ю. и [др.]//Современный многопрофильный стационар - мультидисциплинарный подход к пациенту. Материалы научн.-практ. конф., посвященной 35-летию УЗ "10-я городская клиническая больница" Минск, 2020, стр. 153-155
4. Капустина Н.А./Применение антагонистов кальция при лечении нарушений функционального состояния дыхательных мышц у больных хроническим бронхитом// Капустина Н.А., Колосов В.П. - Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2001, № 8, стр. 45-54.
5. Оценка функционального состояния дыхательной мускулатуры и мышечной выносливости у пациентов с пылевыми заболеваниями органов дыхания/ Крумкачева А.Ю. и [др.]//Здоровье и безопасность на рабочем месте: сб. науч. тр./Мин. труда и соц. защиты Респ. Беларусь. Гос. предпр. "Республиканский

центр охраны труда Минтруда соцзащиты Респ. Беларусь". Федеральное гос. бюджет. науч. учр. "Науч.-исслед. институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова"; гл. ред. И.В. Бухтияров, Т.М. Рыбина. - Минск: ООО Полиграфт, 2019, т. 1, вып. 3, стр. 166-172

6. Системные проявления хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ): состояние мышечной ткани//С.С. Лемешевская и [др.] - Медицинский журнал. - 2014 г, № 3 (49), стр. 128-129

7. Способ диагностики синдрома утомления дыхательной мускулатуры у больных бронхиальной астмы: пат. RU 2199948/О.В. Марьянова, И.П. Основина, О.В. Калинина, опублик. 10.03.2003.

8. Способ определения функции внешнего дыхания легких и дыхательной системы: пат. RU 2113168/В.С. Соколова, опублик. 20.06.1998.

9. Способ прогнозирования риска развития профессиональной бронхолегочной патологии: пат. RU2459585/Н.Ф. Измеров, Л.П. Кузьмина, Г.А. Шипулин, К.О. Миронов, В.С. Фомина, Л.М. Безрукавникова, М.М. Коляскина, Е.А. Дунаева, В.Г. Дедков, опублик. 27.08.2012.

10. Сравнительная оценка респираторной и периферической мускулатуры у пациентов с профессиональными заболеваниями органов дыхания/А.Ю. Крумкачева и [др.]//Актуальные проблемы обеспечения безопасности жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях: сб. материалов республиканской научно-практической конференции: - Минск: УГЗ, 2018, стр. 222-224.

11. Casaburi R. American Thoracic Society/European Respiratory Society. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease/R. Casaburi//Amer. J. Respir. Crit. Care Med. - 1999, end-expiratory pressure [Electronic resource]: пат. US2020038610/F. Vicario. - Publ.date 02.06.2020. Mode of access: https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=22&ND=3&adjacent=true&locale=ru_RU&FT=D&date=20200206&CC=US&NR=2020038610A1&KC=A1

13. MicroRPM [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://micromedical.co.uk/downloads/manuals/RPM01_Operating_Multi.pdf. Дата доступа: 22.11.2020.

14. Orozco-Levi M. Structure and function of the respiratory muscles in patients with COPD: impairment or adaptation?/M. Orozco-Levi//Europ. Respir. J. - 2003, vol. 22, Suppl. 46, p. 41-51

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ прогнозирования вероятности развития дисфункции дыхательной мускулатуры у пациента с наличием профессиональных хронического бронхита и хронической обструктивной болезни лёгких (ХОБЛ), пневмокониоза путём определения показателей мышечной выносливости организма пациента под динамической нагрузкой посредством кистевого динамометра, используемого дважды для каждой верхней конечности: максимального мышечного усилия (ММУ) в деканьютонах (даН) и времени удержания нагрузки, равной 1/3 максимального мышечного усилия, где время удержания нагрузки составляет в норме не менее 180 с, с последующим определением показателя вероятности развития дисфункции дыхательных мышц по формуле

$$p = \frac{1}{1 + e^{-z}} \times 100\%$$

где p - числовой показатель вероятности развития дисфункции дыхательной мускулатуры,

e - основание натурального логарифма,

z - коэффициент, равный сумме константы, равной 5,386, произведения нестандартизованного коэффициента $B1$, равного 0,11, и показателя ММУ пациента, произведения нестандартизованного коэффициента $B2$, равного -0,0683, и значения времени удержания нагрузки в секундах (t), и при значениях p менее 50% судят о низкой вероятности развития дисфункции дыхательных мышц, при значениях p в пределах 51-70% судят о наличии вероятности развития дисфункции дыхательных мышц, при значениях p в пределах 71-90% судят о высокой вероятности развития дисфункции дыхательных мышц, при значениях p выше 90% судят об очень высокой вероятности возникновения дисфункции респираторных мышц.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2