

## ПРИМЕНЕНИЕ ДИНАМОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ РАЗВИТИЯ ДИСФУНКЦИИ ДЫХАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ

*Алексейчик С.Е.<sup>1</sup>, Крумкачева А.Ю.<sup>1</sup>, Герменчук И.А.<sup>1</sup>, Дударева Н.И.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный медицинский университет»,

<sup>2</sup>УЗ «10-я городская клиническая больница» г.Минска

Минск, Беларусь

*inill1@bsmu.by*

*В исследовании приняли участие 109 пациентов с профессиональными заболеваниями органов дыхания. Выявлены показатели динамометрии, имеющие взаимосвязь с развитием дисфункции дыхательной мускулатуры (ДДМ). Построено логистическое регрессионное уравнение, при помощи которого устанавливается прогноз развития ДДМ.*

**Ключевые слова:** профессиональные заболевания; дисфункция дыхательных мышц; прогноз.

## APPLICATION OF DYNAMOMETRIC INDICATORS IN PREDICTING THE DEVELOPMENT OF RESPIRATORY MUSCLE DYSFUNCTION

*Aliakseichyk S.E.<sup>1</sup>, Krumkachova H.Y.<sup>1</sup>, Germenchuk I.A.<sup>1</sup>, Dudareva N.I.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Belarusian State Medical University,

<sup>2</sup>10nd City Clinical Hospital

Minsk, Belarus

*The study involved 109 patients with occupational respiratory diseases. Dynamometry indicators have been identified that have a relationship with the development of respiratory muscle dysfunction (DDM). A logistic regression equation has been constructed, with the help of which a forecast for the development of DDM is established.*

**Key words:** occupational diseases; dysfunction of the respiratory muscles; forecast.

**Актуальность.** Проблема развития дисфункции дыхательной мускулатуры при хронических профессиональных заболеваниях органов дыхания (ПЗОД) является актуальной в мире. При развитии слабости респираторной мускулатуры прогрессируют нарушения функции внешнего дыхания, приводящие к снижению толерантности к физическим нагрузкам, усилению одышки и ухудшению качества жизни [1]. В Республике Беларусь хронический профессиональный бронхит (ХПБ), профессиональная хроническая обструктивная болезнь лёгких (ПХОБЛ) и пневмокониоз (Пн) занимают лидирующие позиции. Наиболее часто данные патологии встречаются у работников следующих «пылеопасных» профессий: формовщиков, стерженщиков, обрубщиков, заливщиков металла, электрогазосварщиков и других. Наиболее простым методом оценки функционирования дыхательных мышц является измерение максимальных давлений на уровне полости рта, создаваемых пациентом при закрытых дыхательных путях во время максимального вдоха (максимальное инспираторное давление в полости рта –  $PI_{max}$ ) и максимального выдоха

(максимальное экспираторное давление в полости рта –  $PE_{max}$ ). Однако у пациентов с ПЗОД исследование силы дыхательной мускулатуры практически не проводилось. Кроме этого, в литературных источниках отсутствуют сведения о наличии предикторов возникновения ДДМ при данных патологиях дыхательной системы, вследствие чего **целью** нашей работы явилось поиск наиболее информативных показателей для формирования прогноза развития слабости респираторных мышц.

**Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 109 пациентов с ПЗОД: ПХОБЛ ( $n_1=45$ ), ХПБ ( $n_2=35$ ) и Пн ( $n_3=29$ ), а также 25 сотрудников вредных производств ОАО «Минского тракторного завода» без сопутствующей патологии органов дыхания. Наблюдаемых различий по полу и возрасту не отмечалось. У всех исследуемых проводился полный клинический осмотр с обязательным измерением веса, роста, окружностей грудной клетки на вдохе и выдохе (ОГКвд и ОГКвыд), талии (ОТ), бёдер (ОБ), бицепса (ОБц), запястья (ОЗ), подсчётом индекса массы тела (ИМТ), исследованием параметров функции внешнего дыхания (ФВД), показателей силы дыхательных мышц  $PI_{max}$  и  $PE_{max}$ , проведением 6-минутного теста ходьбы (6-МТХ) с поминутной оценкой насыщения крови кислородом ( $SpO_2$ ). Кроме этого исследовалась периферическая скелетная мускулатура верхних конечностей при помощи кистевого динамометра с измерением показателей максимального мышечного усилия (ММУ), времени удержания ( $t_{уд}$ ) статической нагрузки, равной  $1/3$  ММУ с последующим подсчётом показателя мышечной выносливости (ПМВ).

Для статистического анализа результатов исследования использовались программы Statistica10, SPSS Statistics 20.0, Excel 2013. Применялись как параметрические, так и непараметрические методы обработки данных; различия считались значимыми при  $p < 0,05$ . Корреляционный анализ проводился методом Спирмена.

**Результаты и обсуждение.** У 45% пациентов с ПЗОД было выявлено снижение показателей  $PI_{max}$  и  $PE_{max}$ , что подтверждало ДДМ. В 3-х группах заболеваний различия данных показателей по сравнению с группой сравнения (здоровыми лицами) были достоверными ( $p < 0,05$ ).

По результатам анализа влияния различных факторов на силовые параметры дыхательных мышц у пациентов с ПЗОД выявлены показатели, имеющие взаимосвязь с  $PI_{max}$  и  $PE_{max}$ . Из антропометрических показателей наиболее тесная связь была отмечена между ИМТ и  $PE_{max}$ . У пациентов с Пн наблюдался самый низкий ИМТ ( $23,6 [21,5;24,5]$  кг/м<sup>2</sup>) по сравнению с другими группами заболеваний, при этом в данной группе по мере снижения весового параметра отмечалось снижение силы мышц выдоха ( $r_s=0,678$ ,  $p=0,038$ ). Это связано с тем, что при развитии саркопении у пациентов с хроническими заболеваниями органов дыхания за счёт уменьшения мышечной массы в процесс вовлекаются и респираторные мышцы.

По результатам анализа показателей ФВД между форсированной жизненной ёмкостью лёгких (ФЖЕЛ) и  $PI_{max}$ , а также жизненной ёмкости лёгких (ЖЕЛ) и  $PE_{max}$  выявлена прямая корреляционная связь (наиболее достоверно у пациентов с ХПБ ( $r_s=0,829$ ,  $p=0,028$  и  $r_s=0,840$ ,  $p=0,045$  соответственно)). По мере прогрессирования бронхолёгочного заболевания,

вовлечения в патологический процесс паренхимы лёгких у пациентов с ХПБ и ПХОБЛ постепенно нарушается и деятельность дыхательной мускулатуры, являющаяся внелёгочной причиной рестриктивной вентиляционной недостаточности.

При проведении корреляционного анализа между показателями пульсоксиметрии и силовыми характеристиками дыхательных мышц отмечена прямая корреляционная связь высокой и крайне высокой тесноты между показателем  $SpO_2$  (особенно на первых 3-х минутах прохождения 6-МТХ) и показателями  $PI_{max}$  и  $PE_{max}$ . Это связано с тем, что при осуществлении физических нагрузок в результате развивающейся слабости дыхательных мышц возникает гипоксия тканей, которая, в свою очередь, ухудшая окислительное фосфорилирование в митохондриях, приводит к снижению синтеза мышечного белка и усугублению патологии респираторной мускулатуры.

Также у пациентов с ПЗОД выявлена взаимосвязь умеренной тесноты между силовыми показателями респираторных и скелетных периферических мышц:  $PI_{max}$  и  $t_{уд}$  ( $rs=0,547$ ;  $p=0,00004$ ),  $PI_{max}$  и ПМВ ( $rs=0,471$ ;  $p=0,0003$ ),  $PE_{max}$  и  $t_{уд}$  ( $rs=0,598$ ;  $p=0,000005$ ),  $PE_{max}$  и ПМВ ( $rs=0,487$ ;  $p=0,0001$ ). Установлено, что у пациентов с хронической обструктивной болезнью лёгких наряду с развитием ДДМ наблюдается вовлечение в патологический процесс и мышц верхних конечностей, в которых отмечается укорочение мышечных волокон, уменьшение содержания миоглобина и снижение активности окислительных ферментов [2].

В результате выявленной причинно-следственной связи между силовыми показателями динамометрии, некоторыми параметрами антропометрии, ФВД, пульсоксиметрии и  $PI_{max}$  и  $PE_{max}$ , показатель мышечной выносливости (равный произведению  $1/3$  максимального мышечного усилия и  $t_{уд}$ ),  $t_{уд}$ , ИМТ, ФЖЕЛ, ЖЕЛ,  $SpO_2$  (на 1-х трёх минутах 6-МТХ) были включены в логистический регрессионный анализ для дальнейшего выявления наиболее информативных предикторов развития ДДМ. Таковыми стали  $t_{уд}$  и ПМВ, после чего далее использовались в построении логистического регрессионного уравнения:  $p = \frac{1}{1+e^{-z}} * 100\%$ , где:  $p$  – показатель вероятности развития дисфункции дыхательной мускулатуры,  $e$  – основание натурального логарифма,  $z$  – коэффициент, равный  $B_0 + B_1 * ПМВ + B_2 * t_{уд}$ , где  $B_0=1,65$ ,  $B_1=-0,0068$ ,  $B_2=0,045$  – постоянные коэффициенты уравнения регрессии. При получении значения  $p < 50\%$  судят о низкой вероятности развития ДДМ; при  $p = 51\% - 70\%$  вероятность развития ДДМ сомнительная; при  $p = 71\% - 90\%$  судят о высокой вероятности развития ДДМ; при  $p > 90\%$  вероятность возникновения дисфункции респираторных мышц крайне высокая.

Пример использования уравнения №1. Пациент В.А. 1957 г.р. Диагноз: Хронический профессиональный бронхит, обострение. ДН I степени. Время удержания статической нагрузки в секундах ( $t_{уд}$ ) – 102с, показатель мышечной выносливости (ПМВ) – 748 Деканьютон (ДаН)×с. Подставляем показатели в вышеуказанную формулу, получаем  $p=76\%$ , то есть вероятность развития ДДМ высокая. У данного пациента измерялись показатели силы ДМ:  $PI_{max} = -78$  (в

норме –  $-87,0 - -106,0$  см.водн.ст.) и  $PE_{max} = 75$  см.водн.ст. (в норме  $107,0-153,0$  см.водн.ст.), что подтверждало ДДМ.

Пример №2. Пациент К.Н. 1959 г.р., диагноз: Профессиональная ХОБЛ, лёгкое течение, обострение. ДН0-1степени. Показатели динамометрии следующие:  $t_{уд} - 160$ с, ПМВ –  $1866$  ДаН×с. Подставляем показатели в вышеуказанную формулу, получаем  $p=2,09\%$ , то есть вероятность развития ДДМ в ближайшее время низкая. У пациента К.Н. показатели силы дыхательных мышц:  $PI_{max} = -99$  см.водн.ст. (в норме),  $PE_{max} = 113$  см.водн.ст. (в норме), что подтверждало отсутствие ДДМ в настоящее время.

Таким образом, вычисление показателя  $p$  на основании параметров динамометрии позволит практикующему врачу спрогнозировать вероятность развития дисфункции дыхательной мускулатуры в ближайшее время, и на основании полученных результатов составить индивидуальный план комплексного лечения пациента (включая медикаментозную и немедикаментозную терапию) для дальнейшего предупреждения или уменьшения развития дисфункции респираторной мускулатуры и связанной с ней прогрессирования дыхательной недостаточности.

#### **Выводы:**

1. Выявлены показатели (ПМВ,  $t_{уд}$ , ИМТ, ФЖЕЛ, ЖЕЛ,  $SpO_2$ ), взаимосвязанные с силовыми показателями дыхательных мышц у пациентов с ПЗОД.

2. Наиболее информативными биомаркёрами развития ДДМ по результатам логистического регрессионного анализа стали показатели динамометрии – ПМВ и  $t_{уд}$ . В связи с чем, метод динамометрии можно использовать для ранней диагностики слабости респираторных мышц у пациентов с ПЗОД.

3. При использовании регрессионного уравнения и получении  $p > 70\%$  можно судить о высоком риске развития слабости респираторных мышц в ближайшем времени. Вычисление данного показателя позволит лечащему врачу выбрать наиболее эффективный подход к лечению и профилактике спрогнозированного возникновения указанной патологии.

#### **Список литературы**

1. Авдеев, С.Н. Дисфункция дыхательных мышц // Функциональная диагностика в пульмонологии: Практическое руководство. – 2009. – С. 107-109.
2. Eliason, G. Alternations in the muscle-to-capillary interface in patients with different degrees of chronic obstructive pulmonary disease / G. Eliason [et al] // Respiratory Research. – 2010. – Vol. 11. – №1 – P.97.