

2. *Alekseenko S.N., Rubtsova I.T., Red'ko A.N.* // Scientific papers of Russian research and practical conference. — Moscow, 2006. — P. 46–51 (in Russian).

3. *Izmerov N.F.* // *Industr. med.* — 2008. — 9. — P. 1–4 (in Russian).

4. *Puzin S.N., Grishina L.P., Lunev V.P.* Disablement of able-bodied population in Russian Federation. — Moscow, 2007. — 208 p. (in Russian).

5. *Rukavishnikov V.S., Shayakhmetov S.F., Gus'kova T.M.* // *Byul. VSNTs SO RAMN.* — 2007. — 2. — P. 10–14 (in Russian).

6. *Simonova N.I., Kondrova N.S.* // *Industr. med.* — 2010. — 6. — P. 1–7 (in Russian).

7. *Tihonova G.I.* // *Materials of VI Russian congress «Occupation and health».* — Moscow, 2007. — P. 25–26 (in Russian).

8. *Shestakov V.P.* // *Vestnik SPb GMA im. I.I. Mechnikova.* — 2005. — 1. — P. 43–46 (in Russian).

9. *Shumov A.V., Ivanovskiy A.G.* // *Obshch. zdorov'e i profilaktika zabolevaniy.* — 2006. — 6 (20) . — P. 46–52 (in Russian).

Поступила 27.06.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Измеров Николай Федотович (Izmerov N.F.),
науч. рук. ФГБНУ «НИИ МТ», проф., академик РАН.
E-mail: niimt@niimt.ru.

Пиктушанская Татьяна Евгеньевна (Pictushanskaya T.E.),
гл. вр. ГБУ РО «Лечебно-реабилитационный центр №2»,
канд. мед. наук. E-mail: centreab@yandex.ru.

УДК 616–057+616.833.24–002

Н.В. Яковлева¹, Ю.Ю. Горблянский¹, Т.Е. Пиктушанская²

ФАКТОРЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РИСКА РАЗВИТИЯ ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВОЙ РАДИКУЛОПАТИИ И КОМОРБИДНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У ШАХТЕРОВ-УГОЛЬЩИКОВ

¹ ГБОУ ВПО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, пер. Нахичеванский, 29, г. Ростов-на-Дону, Россия, 344022

² ГБУ РО «Лечебно-реабилитационный центр № 2», пер. Дубинина, 4, г. Шахты, Ростовская область, Россия, 346510

Построены прогнозные модели риска развития профессиональной пояснично-крестцовой радикулопатии (ППКР) в сочетании с вибрационной болезнью (ВБ) и с профессиональной сенсо-невральной тугоухостью (ПСНТ) у шахтеров-угольщиков с болью внизу спины (БНС) и признаками воздействия вредных производственных факторов на состояние здоровья. Научно обосновано определение групп высокого и низкого риска нарушения здоровья шахтеров по результатам расчетов предложенных формул прогнозных моделей. Установлено, что с каждым следующим годом после первичного выявления у шахтера БНС и признаков воздействия вредных производственных факторов на состояние здоровья шансы развития ППКР в сочетании с вибрационной болезнью (ВБ) увеличивались на 15% (OR = 1,151; 95%CI = 1,105–1,200), в сочетании с ПСНТ — на 5% (OR = 1,054, 95%CI = 1,097–1,507). Вероятность заболеть ПСНТ в сочетании с ППКР была наибольшей у шахтеров в возрастной группе 30–39 лет, а сочетанное развитие ВБ и радикулопатии наиболее часто отмечалось у шахтеров возрастной группы 40–49 лет (OR = 1,542; 95%CI = 1,154–2,062).

Ключевые слова: шахтеры-угольщики, пояснично-крестцовая радикулопатия, коморбидные заболевания, прогнозирование риска.

N.V. Yakovleva¹, Yu.Yu. Gorblyanskiy¹, T.E. Pictushanskaya². **Factors forecasting risk of lumbosacral radiculopathy and comorbid diseases development in coal miners**

¹Rostov-on-Don State Medical University Ministry of health of Russia, 29, Nakhichevansky lane, Rostov-on-Don, Russia, 344022

²State budget enterprise of Rostov region «Rehabilitation center №2», 4, Dubinina lane, Shakhty, Rostov region, Russia, 346510

The authors constructed forecasting models of risk for occupational lumbosacral radiculopathy combined with vibration disease and occupational neurosensory deafness in coal miners suffering from lower back pain and signs of occupational hazards influence on health state. Scientific basis covered determination of high and low risk groups for health disorders in miners, according to calculations within suggested formula in forecasting models. Findings are that

each year following primary diagnosis of lower back pain and signs of occupational hazards influence on health state, probability of occupational lumbosacral radiculopathy combined with vibration disease increased by 15% (OR = 1.151; 95% CI = 1.105–1.200), combined with occupational neurosensory deafness — by 5% (OR = 1.054, 95% CI = 1.097–1.507). Probability to get occupational neurosensory deafness combined with occupational lumbosacral radiculopathy was maximal in miners aged 30–39, and combination of vibration disease and radiculopathy was more frequent in miners aged 40–49 (OR = 1.542; 95% CI = 1.154–2.062).

Key words: coal miners, lumbosacral radiculopathy, comorbid conditions, risk forecasting.

Ключевым аспектом профилактики профессиональных заболеваний на сегодняшний день является оценка и управление рисками нарушения здоровья работников [1,2]. Контроль и управление рисками, оценка индивидуального профессионального риска нарушения здоровья работников неоднократно обсуждались в работах отечественных и зарубежных ученых [1,3,6,9]. Однако вопросы оценки риска развития профессиональных заболеваний у работников с выявленными признаками воздействия вредных производственных факторов на состояние здоровья (класс МКБ–10 — Z57 «Воздействие производственных факторов риска»), а также вероятности формирования сочетанной профессиональной патологии в сферах экономической деятельности повышенного риска в литературе не освещались.

Цель работы — прогнозирование риска развития профессиональной пояснично-крестцовой радикулопатии (ППКР) в сочетании с вибрационной болезнью (ВБ) и с профессиональной сенсо-невральной тугоухостью (ПСНТ) у шахтеров.

Материалы и методы. В соответствии с целью исследования в Центре профпатологии Ростовской области был проведен ретроспективный анализ динамического наблюдения шахтеров-угольщиков (1816 чел.) с выявленными при первичном обращении болью внизу спины (БНС) и признаками воздействия вредных производственных факторов на состояние здоровья. Чаще всего при углубленном медицинском обследовании в Центре профпатологии у работников с БНС дополнительно выявляли отдельные признаки воздействия вибрации на верхние конечности (731 чел.; 40,3%), код МКБ–10 — Z57.7, в некоторых случаях — признаки воздействия шума на орган слуха (55 чел.; 3%), код МКБ–10 — Z57.0. БНС без сопутствующих признаков воздействия вредных производственных факторов была диагностирована у 663 шахтеров (36,5%). При продолжении работы во вредных условиях труда у значительной доли работников сформировалась сочетанная профессиональная патология (791 чел., 43,6%), в структуре которой наибольший удельный вес имели ППКР в сочетании с вибрационной болезнью (ВБ) (334 чел., 42,2%) и с профессиональной сенсо-невральной тугоухостью (ПСНТ) (48 чел., 6%). Наши данные не противоречили общероссийской тенденции: профессиональные заболевания, вызванные физическим фактором и факторами трудового процесса, в структуре профессиональной заболеваемости преобладают [5].

Для прогнозирования риска развития клинических исходов использовались результаты динамического наблюдения за состоянием здоровья шахтеров (от БНС до ППКР) с учетом продолжения работы шахтеров в подземных условиях. Для оценки вероятности возникновения клинического исхода на основе значений множества факторов риска как не влияющих на определенный клинический исход, так и вносящих существенный вклад в его развитие, был применен метод многофакторной логистической регрессии [4].

Априорно были выбраны показатели, известные на момент первичного обращения шахтеров с БНС в Центр профпатологии, которые предположительно могли оказать влияние на формирование профессионального заболевания. К ним были отнесены: 1) принадлежность к определенной возрастной категории (20–29 лет, 30–39 лет, 40–49 лет, 50–59 лет) на момент первичного обращения; 2) стаж на момент первичного обращения; 4) диагноз, установленный при первичном обращении; 5) принадлежность шахтера к группе основных (ГРОЗ, проходчик) или вспомогательных профессий (прочие подземные профессии); 6) период времени от момента первичного обращения шахтера в Центр профпатологии до установления профессионального заболевания.

В последующем для каждого из интересующих клинических исходов (ППКР + ВБ, ППКР + ПСНТ) было построено множество логистических моделей с использованием алгоритма лучших подмножеств [8]: после рассмотрения всевозможных сочетаний показателей и определения их статистической значимости для конкретного исхода из них исключались те, в которых хотя бы один из показателей был незначим. Значимость уровня p оценивалась вместе с коэффициентами логистической регрессии с использованием языка программирования R.

Логистическая функция имела вид: $f(\beta) = 1 / (1 + e^{-\beta})$, где вероятность развития клинического исхода обозначена $f(\beta)$, а показатели, включенные в конкретную модель — $\beta_1, \beta_2 \dots \beta_n$. В результате для каждого исхода осталось несколько статистически значимых логистических моделей, но с разной прогностической мощностью, из которых необходимо было выбрать лучшую. Для этого был проведен ROC-анализ — анализ, характеризующий диагностическую точность теста с применением ROC-кривой (англ. *Receiver operator characteristic, рабочая характеристика приемника*) — графика, строящегося в координатах [7]. Значения по осям соответствовали вероятностям наступления

клинического исхода от 0 до 100%. Качество моделей оценивали при помощи расчета площади под ROC-кривой AUC (англ. *area under ROC curve*, *площадь под ROC-кривой*). В результате для каждого клинического исхода оставили одну прогностную модель с наибольшей площадью и определили пороговый уровень, после которого риск развития клинического исхода в профессиональное заболевание считался высоким. Пороговый уровень выбирался на основании оптимального баланса чувствительности и специфичности по ROC-кривой. Для лучшей модели связь клинического исхода со значимыми показателями характеризовали с помощью отношения шансов и их доверительных интервалов, полученных на основе коэффициентов логистической регрессии путем экспоненциальных преобразований.

Выбранная модель с лучшими качественными и количественными показателями для определенного клинического исхода позволила оценить вероятность его развития на заданный период времени для каждого конкретного работника, т. е. оценить индивидуальный риск развития ППКР и коморбидной патологии. В то же время, на основании расчета отношения шансов моделей наибольшей прогностической мощности, стало возможным оценить шансы развития определенного клинического исхода при наличии тех или иных факторов риска. Статистическая обработка полученных в процессе исследования данных выполнялась в R Studio (версия 3.2, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria).

Результаты и их обсуждение. Модель вероятности развития ППКР в сочетании с ВБ включала в себя следующие показатели: 1) диагноз БНС + отдельные признаки воздействия вибрации на верхние конечности (β_1); 2) принадлежность работника к возрастной категории от 40 до 49 лет (β_2); 3) горизонт прогноза риска развития данного клинического исхода (β_3). Полученная площадь под к ROC-кривой составила 85%, что свидетельствовало об очень хорошей прогностической силе модели (рис. 1).

Для оценки вероятности развития ППКР + ВБ определили пороговый уровень, при значениях выше

которого можно было говорить о развитии данного клинического исхода. По ROC-кривой оптимальный баланс чувствительности (70,3%) и специфичности (82,1%) достигался при пороговом уровне в 39,7%, который обеспечивал диагностическую точность прогноза развития клинического исхода ППКР + ВБ в 79,3%.

Для всех показателей был определен коэффициент логистической регрессии, уровень статистической значимости, отношения шансов и их доверительные интервалы. Как видно из табл. 1, шансы развития клинического исхода ППКР + ВБ были в 12 раз выше у шахтеров с диагнозом БНС + отдельные признаки воздействия вибрации на верхние конечности при первичном обращении, чем у прочих ($OR = 11,869$; $95\%CI = 8,037-17,530$). Кроме того, шахтеры, возраст которых при первичном обращении составлял от 40 до 49 лет, имели в 1,5 раза более высокие шансы выявления данного исхода по сравнению с шахтерами других возрастов ($OR = 1,542$; $95\%CI = 1,154-2,062$). Наконец, с каждым следующим годом после первичного обращения шансы диагностирования ППКР в сочетании с ВБ увеличивались на 15% ($OR = 1,151$; $95\%CI = 1,105-1,200$) (табл. 1).

Для определения вероятности возникновения клинического исхода в данной модели $f(\beta)$ нами была предложена формула, которая имела следующий вид:

$$f(\beta) = 1 / [1 + e^{-(-2,118 + 1,237\beta_1 + 0,217\beta_2 + 0,141\beta_3)}] \times 100\%.$$

При интерпретации показателя вероятности $f(\beta)$ использовали результаты вычислений по вышеуказанной формуле и выбранный на ROC-кривой пороговый уровень — 39,7%, обеспечивающий наибольшую диагностическую точность прогноза. Таким образом, вычисляя по предложенной выше формуле прогностной модели показатели конкретного работника, при $f(\beta) \geq 39,6\%$ у шахтера определяли высокий уровень риска развития клинического исхода ППКР + ВБ, а при $f(\beta) < 39,6\%$ — низкий.

Модель вероятности развития ППКР в сочетании с ПСНТ включала в себя следующие показатели: 1) диагноз первичного обращения БНС + признаки

Таблица 1

Вероятность развития клинического исхода профессиональной пояснично-крестцовой радикулопатии в сочетании с вибрационной болезнью

Показатель	Коэффициент логистической регрессии	Отношение шансов OR (95%CI)	Уровень статистической значимости p
β_1 — диагноз первичного обращения БНС + отдельные признаки воздействия вибрации на верхние конечности ¹	1,237	11,869 (8,037 - 17,530)	<0,001
β_2 — принадлежность к возрастной категории при первичном обращении от 40 до 49 лет	0,217	1,542 (1,154 - 2,062)	<0,001
β_3 — горизонт прогноза риска развития клинического исхода ППКР + ВБ	0,141	1,151 (1,105 - 1,200)	<0,001

¹Здесь и далее в формулах прогностных моделей качественные показатели кодируются +1 / -1. Где «+1» — наличие показателя, «-1» — отсутствие показателя. В данном случае, если диагноз первичного обращения был БНС + отдельные признаки воздействия вибрации на верхние конечности — указывается «+1», в обратном случае — «-1».

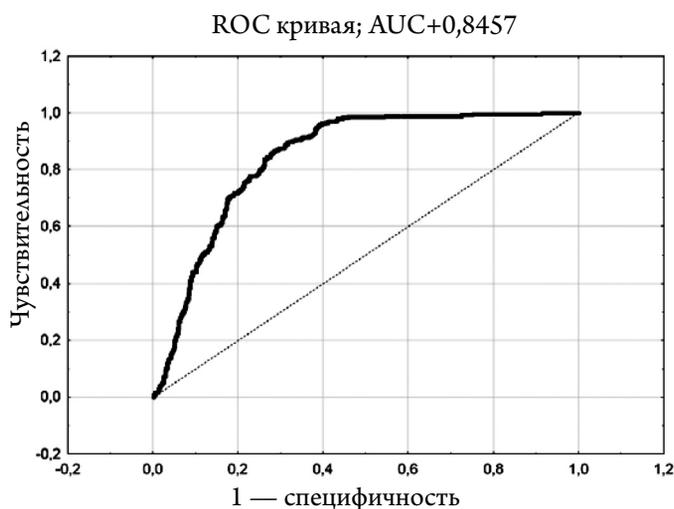


Рис. 1. ROC-кривая для прогноза развития профессиональной пояснично-крестцовой радикулопатии в сочетании с вибрационной болезнью

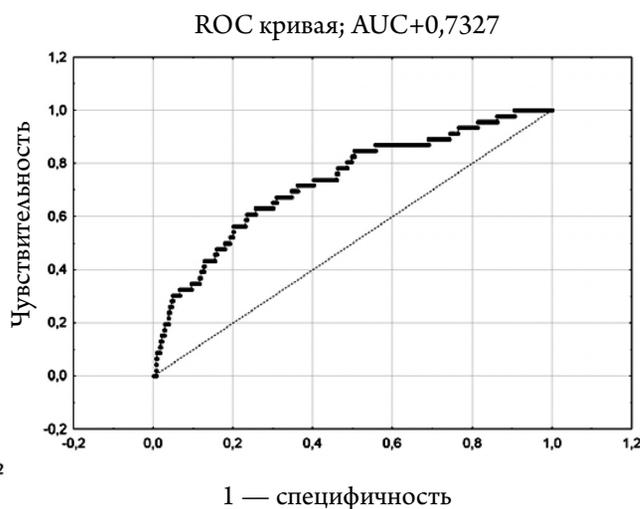


Рис. 2. ROC-кривая для прогноза развития профессиональной пояснично-крестцовой радикулопатии в сочетании с профессиональной сенсо-невральной тугоухостью

Таблица 2

Вероятность развития клинического исхода профессиональной пояснично-крестцовой радикулопатии в сочетании с профессиональной сенсо-невральной тугоухостью

Признак	Коэффициент логистической регрессии	Отношение шансов OR (95%CI)	Уровень статистической значимости p
β_1 — диагноз перичного обращения БНС + признаки воздействия шума на орган слуха	0,848	5,454 (3,855–7,717)	<0,001
β_2 — принадлежность к группе основных или вспомогательных профессий	0,271	1,719 (1,203–2,272)	0,005
β_3 — принадлежность к возрастной категории при первичном обращении от 30 до 39	0,521	2,833 (1,841–4,361)	0,001
β_4 — горизонт прогноза риска развития клинического исхода ППКР + ПСНТ	0,0815	1,054 (1,097–1,507)	0,011

воздействия шума на орган слуха (β_1); 2) принадлежность к группе основных или вспомогательных профессий (β_2); 3) принадлежность к возрастной категории от 30 до 39 лет (β_3); 4) горизонт прогноза вероятности развития данного исхода (β_4).

Согласно рис. 2, полученная площадь под ROC-кривой составила 73%, что говорило о хорошей прогностической силе модели; оптимальный баланс чувствительности (99,0%) и специфичности (74,0%) достигался при пороговом уровне в 3,8%, который обеспечивал диагностическую точность прогноза в 74%.

Согласно приведенной модели шансы развития клинического исхода ППКР + ПСНТ были в 5,5 раз выше у шахтеров с диагнозом первичного обращения БНС + признаки воздействия шума на орган слуха при фиксированном значении других факторов, включенных в модель (OR = 5,454, 95%CI = 3,855–7,717), при этом у шахтеров основных профессий шансы развития данного исхода были выше на 72% по сравнению с шахтерами вспомогательных профессий (OR = 1,719, 95%CI = 1,203–2,272). Также у работников, которым при первичном обращении было от 30 до 39 лет, шансы развития ППКР + ПСНТ были в 2,8 раз выше по

сравнению с обратившимися в другом возрасте (OR = 2,833, 95%CI = 1,841–4,361), и с каждым следующим годом после первичного обращения шансы диагностирования ППКР + ПСНТ увеличивались на 5% (OR = 1,054, 95%CI = 1,097–1,507). Уровень статистической значимости, результаты оценок коэффициентов регрессии, а также соответствующие отношения шансов модели представлены в табл. 2.

Составленная формула модели вероятности развития клинического исхода ППКР + ПСНТ имела вид:

$$f(\beta) = 1 / [1 + e^{-(2,59 + 0,848\beta_1 + 0,271\beta_2 + 0,521\beta_3 + 0,0815\beta_4)}] \times 100\%.$$

Таким образом, учитывая пороговый уровень на ROC кривой — 3,8, высокий риск развития ППКР в сочетании с ПСНТ устанавливался при $f(\beta) \geq 3,8\%$, низкий — при $f(\beta) < 3,8\%$.

Выводы. 1. Научно обосновано прогнозирование высокого или низкого риска развития ППКР в сочетании с ВБ и ППКР в сочетании ПСНТ у шахтеров с БНС и признаками воздействия вредных факторов на состояние здоровья. 2. Установлено, что с каждым следующим годом после первичного выявления у шахтера БНС и признаков воздействия вредных производственных фак-

торов на состояние здоровья, шансы развития ППКР в сочетании с ВБ увеличивались на 15%, в сочетании с ПСНТ — на 5%. 3. Шахтеры возрастной категории 30–39 лет имели большую вероятность заболеть ПСНТ в сочетании с ППКР, а в возрасте 40–49 лет чаще возникал риск присоединения ВБ. При этом шансы клинического исхода ППКР + ПСНТ на 72% были выше у работников основных профессий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES стр. 8,9)

1. Денисов Э.И., Илькаева Е.Н., Прокопенко Л.В. и др. // Бюлл. Вост.-Сиб. НЦ СО РАМН. — 2009. — № 1. — С. 20–29.
2. Денисов Э.И., Прокопенко Л.В., Сивочалова О.В. // Здоровье населения и среда обитания. — 2010. — № 11. — С. 7–10.
3. Измеров Н.Ф. // Мед. труда и экология человека. — 2015. — № 2 (2). — С. 5–12.
4. Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины / Р. Флетчер, С. Флетчер, Э. Вагнер // Пер. с англ. — М.; Медиа Сфера, 1998. 352 с.
5. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 г. Гос. доклад. — М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. — 206 с.
6. Пиктушанская Т.Е., Семенихин В.А. // Мед. труда и пром. экология. — 2011. — № 12. — С. 12–17.
7. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ Statistica / О.Ю. Реброва. — М.: Медиа Сфера, 2002. — 312 с.

REFERENCES

1. Denisov E.I., Il'kaeva E.N., Prokopenko L.V., et al. // Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra SO RAMN. — 2009. — 1. — P. 20–29 (in Russian).
2. Denisov E.I., Prokopenko L.V., Sivochalova O.V. // Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya. — 2010. — 1. — P. 7–10 (in Russian).

3. Izmerov N.F. // Industr. med. — 2015. — 2 (2) . — P. 5–12 (in Russian).

4. R. Fletcher, S. Fletcher, E. Vagner. Clinical epidemiology. Evidence-based medicine basics. Translated from English. — Moscow: Media Sfera, 1998. — 352 p. (in Russian).

5. On state of sanitary epidemiologic well-being of population in Russian Federation in 2014 / Governmental report. — Moscow: Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebiteley i blagopoluchiya cheloveka, 2015. — 206 p. (in Russian).

6. Piktushanskaya T.E., Semehin V.A. // Industr. med. — 2011. — 12. — P. 12–17 (in Russian).

7. Rebrova O.Yu. Statistic analysis of medical data. Usage of applied software package Statistica. — Moscow: Media Sfera, 2002. — 312 p. (in Russian).

8. Hosmer D.W., Jovanovic B., Lemeshow S. // Biometrics. — 1989. — Vol. 45. N 4. — P. 1265–1270.

9. Lotters F., Burdorf A., Kuiper J., Miedema H. // Scand. J. Work Environ. Health. — 2003. — Vol. 29. — N 6. — P. 431–440.

Поступила 27.06.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Яковлева Наталья Владимировна (Yakovleva N. V.),
асс. каф. профпат. с курсом медико-соц. экспертизы ФПК
и ППС ГБОУ ВПО РостГМУ Минздрава РФ. E-mail:
brungyl@yandex.ru.

Горблянский Юрий Юрьевич (Gorblyanskiy Yu.Yu.),
зав. каф. профпат. с курсом медико-соц. экспертизы ФПК и
ППС ГБОУ ВПО РостГМУ Минздрава РФ, д-р мед. наук,
доцент. E-mail: gorblyansky.profpatolog@yandex.ru.

Пиктушанская Татьяна Евгеньевна (Piktushanskaya T. E.),
гл. вр. ГБУ РО «Лечебно-реабилитационный центр № 2»,
г. Шахты, канд. мед. наук. E-mail: centreat@yandex.ru.

УДК 616–079.3

О.П. Понамарева, О.Г. Хоружая, Н.В. Яковлева, Е.П. Конторович, Ч.Ч. Узума

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОГО ЗДОРОВЬЯ ПЕДАГОГОВ

ГБОУ ВПО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, пер. Нахичеванский, 29,
г. Ростов-на-Дону, Россия, 344022

Приведен сравнительный анализ состояния сердечно-сосудистого здоровья педагогов начального общего образования, среднего общего образования и дополнительного образования учебных учреждений Ростовской области. Оценка проводилась по 7 уровням показателей «идеального сердечно-сосудистого здоровья».

Ключевые слова: идеальное сердечно-сосудистое здоровье, состояния сердечно-сосудистого здоровья, педагоги начального общего образования, педагоги среднего общего образования, педагоги дополнительного образования.