

УДК 612.766.1: 63.321.933

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ И АДАПТАЦИОННЫХ РЕЗЕРВОВ МЕХАНИЗАТОРОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА С РАЗЛИЧНЫМ СТАЖЕМ РАБОТЫ В ПРОФЕССИИ

С.С. Райкин, Т.А. Новикова

ФБУН «Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены» Федеральной службы по надзору защиты прав и благополучия человека, Россия, 410022, г. Саратов, ул. Заречная, 1А

Представлены результаты оценки показателей гемодинамики (артериальное давление, частота сердечных сокращений, минутный объем крови, общее периферическое сопротивление сосудов) и адаптации (адаптационный потенциал системы кровообращения, индекс физического состояния, индекс массы тела) к производственным нагрузкам механизаторов сельского хозяйства с различным стажем работы в профессии. Установлено, что 27 % обследованных находились в состоянии неудовлетворительной адаптации и 18,8 % в состоянии срыва адаптационных возможностей, когда функциональные резервы организма резко снижены, что свидетельствует о том, что работа во вредных условиях труда приводит к достоверному ухудшению функционального состояния и истощению адаптационных резервов организма. Выявлено, что профессиональный стаж работы 10 лет и более является фактором риска здоровью механизаторов сельского хозяйства, обуславливая нарушения функционального состояния и истощение адаптационных резервов организма, что подтверждается статистически значимыми корреляционными связями между показателями функционального состояния и стажем работы в профессии.

Ключевые слова: механизаторы сельского хозяйства, условия труда, стаж работы в профессии, функциональное состояние, адаптационный потенциал организма.

Увеличение объемов производства и переработки основных видов отечественной продукции растениеводства, в том числе увеличение производства зерна в соответствии с «Программой развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы» – одна из основных стратегических задач продовольственной безопасности России.

Основной профессиональной группой зернового растениеводства являются трактористы-машинисты сельского хозяйства (механизаторы сельского хозяйства), занятые на работах по предпосевной подготовке почвы, посеве зерновых культур и уборке урожая, на различной по назначению и видам сельскохозяйственной технике – тракторах в агрегате с различными прицепными и навесными орудиями, самоходных сельскохозяйственных машинах, в том числе зерноуборочных комбайнах. Полевые работы проводятся в непрерывном режиме в определенные, сжатые сроки, поскольку жестко привязаны

к климатическим коридорам и периодам вегетации растений. В связи с этим важна надежность работы системы «оператор–машина», «слабым звеном» которой может выступать человек.

Трудовая деятельность механизаторов сельского хозяйства протекает в условиях воздействия целого комплекса вредных профессионально обусловленных факторов условий труда: повышенные уровни шума и вибрации, микроклиматический дискомфорт, запыленность и загрязненность воздуха рабочей зоны вредными веществами, чрезмерные физические и эмоциональные нагрузки. Следует отметить, что работа на изношенной, выработавшей свой ресурс технике, численность которой в отдельных сельскохозяйственных организациях достигает 70 % и более, может способствовать усилению воздействия вредных факторов на здоровье механизаторов. Ранее нами было установлено, что уровни факторов условий труда зависели от вида выполняемых работ, марки техники и сроков ее эксплуатации и соответст-

© Райкин С.С., Новикова Т.А., 2015

Новикова Тамара Анатольевна – кандидат биологических наук, доцент, руководитель лаборатории гигиены труда в сельском хозяйстве и перерабатывающей промышленности (e-mail: novikovata-saratov@yandex.ru; тел. 8 (8452) 34-71-84).

Райкин Сергей Сергеевич – младший научный сотрудник лаборатории гигиены труда в сельском хозяйстве и перерабатывающей промышленности (e-mail: Rser3001@yandex.ru; тел. 89172013553).

вовали по степени отклонения от гигиенических нормативов вредным условиям труда 1–4-й степени (классы 3.1–3.4) [4]. Вредные условия труда могут служить факторами риска развития профессиональных и общесоматических заболеваний, являющихся причиной временной, а в ряде случаев стойкой потери трудоспособности и инвалидизации механизаторов [5, 6].

В связи с вышеизложенным проблема сохранения здоровья и трудового долголетия одной из основных профессиональных групп сельскохозяйственных рабочих ставит задачу обеспечения безопасности их труда. Согласно накопленным в медицине труда знаниям, решение данной задачи возможно не только путем обеспечения соответствия уровней факторов производственной среды санитарным нормам, но и посредством мер, направленных на предупреждение перенапряжения организма и ограничение физиологической стоимости трудового процесса [2, 5].

Особое значение приобретает изучение функционального состояния, выявление степени напряжения и перенапряжения регуляторных механизмов, снижения адаптационного потенциала организма механизаторов в процессе трудовой деятельности, позволяющих определить индивидуальное здоровье работающих в профессии тракториста-машиниста сельскохозяйственного производства и своевременно принять профилактические меры.

Целью исследования явилась оценка функционального состояния и степени адаптированности к производственным нагрузкам механизаторов сельского хозяйства с различным стажем работы в профессии.

Материалы и методы. Исследования функционального состояния организма механизаторов сельского хозяйства проводились в условиях трудовой деятельности до начала рабочей смены в хозяйствах Саратовской области, специализирующихся на производстве зерна. Было обследовано 85 механизаторов в возрасте от 30 до 59 лет (средний возраст $42,4 \pm 11,1$ г.) со стажем работы в профессии от 3 до 35 лет (в среднем $19,6 \pm 11,6$ г.). В соответствии с требованиями биомедицинской этики на участие в исследовании было получено информированное согласие всех обследованных.

Изучались антропометрические показатели (рост, масса тела, индекс массы тела). Для оценки уровня физического здоровья применялся индекс физического состояния (ИФС) Пироговой с соавт. (1986). Расчет ИФС производился по формуле

$$\text{ИФС} = \frac{700 - (3\text{ЧСС}) - (0,8333\text{САД}) - (1,6667\text{ДАД}) - (2,7\text{В}) + (0,28\text{М})}{350 - (2,6\text{В}) + (0,21\text{Р})},$$

где ЧСС – частота сердечных сокращений, уд. в мин; САД – систолическое артериальное давление, мм рт.ст.; ДАД – диастолическое артериальное давление, мм рт.ст.; В – возраст, лет; М – масса тела, кг; Р – рост, см. Физическое состояние обследованных оценивалось по следующим числовым градациям: низкий уровень – менее 0,375; уровень ниже среднего – от 0,376 до 0,525; средний уровень – от 0,526 до 0,675; выше среднего – от 0,676 до 0,825; высокий уровень физического состояния – 0,826 и более [3].

Функциональное состояние организма осуществлялось по данным показателей сердечно-сосудистой системы, играющей первостепенную роль в адаптационно-приспособительной деятельности организма в целом. Измерялись артериальное давление крови систолическое (САД) и диастолическое (ДАД), частота сердечных сокращений (ЧСС), рассчитывались пульсовое давление (ПД), среднее динамическое давление (СДД), минутный объем крови (МОК) и общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС).

Для оценки адаптивных возможностей функционирования организма в целом был использован адаптационный потенциал (АП) системы кровообращения по Р.М. Баевскому, А.П. Берсеновой [1].

Расчет уровня адаптационного потенциала производился по формуле

$$\text{АП} = 0,011\text{ЧСС} + 0,014\text{САД} + 0,008\text{ДАД} + 0,014\text{В} + 0,09\text{М} - (0,009\text{Р} + 0,27),$$

где ЧСС – частота сердечных сокращений в 1 мин; САД и ДАД – артериальное давление систолическое и диастолическое, мм рт. ст.; В – возраст, лет; М – масса тела, кг; Р – рост, см.

Согласно предложенной авторами шкале, уровень функционирования организма расценивался следующим образом: при значении АП до 2,59 балла – достаточные функциональные возможности, удовлетворительная адаптация; от 2,60 до 3,09 балла – состояние функционального напряжения механизмов адаптации; 3,10–3,49 балла – адаптационные возможности снижены, неудовлетворительная адаптация; 3,50 балла и выше – резко сниженные функциональные возможности, срыв механизмов адаптации [1].

Статистическая обработка результатов исследования проведена с помощью электронных таблиц Microsoft и программы Statistica 10. Были рассчитаны средняя арифметическая (M) и стандартное отклонение (SD), медиана (Me), 25-й и 75-й процентиля. Достоверность различий уровней показателей в подгруппах определяли по U -критерию Манна–Уитни. Была рассчитана ранговая корреляция Спирмена (r_s). Различия считали статистически значимыми при уровне $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Анализ полученных результатов исследований показал, что физическое и функциональное состояние механизаторов на момент обследования было неудовлетворительным. У 31 % из них выявлен низкий уровень индекса физического состояния и у 25 % – ниже среднего. Избыточная масса тела зарегистрирована у 33 % обследованных, у 15 % установлено ожирение первой степени. Известно, что избыточная масса тела является одним из факторов риска развития артериальной гипертензии. Среднегрупповые значения систолического артериального давления и пульсового давления у находившихся под наблюдением механизаторов составили $148,0 \pm 20,3$ и $63,0 \pm 17,2$ мм рт. ст. соответственно (при диастолическом артериальном давлении $85,0 \pm 11,9$ мм рт. ст.), что превышало границы физиологических норм и было расценено нами как свидетельство нарушения компенсаторно-приспособительных возможностей сердечно-сосудистой системы. По уровню среднегруппового значения среднего динамического давления, которое составило $106,0 \pm 12,9$ (медиана и квартили: 105,3, 97,3 и 113,3 мм рт. ст. соответственно), также можно говорить о рассогласовании механизмов регуляции кровообращения. Корреляционный анализ позволил подтвердить зависимость повышенного артериального давления от избыточной массы тела – была установлена положительная корреляция индекса массы тела с систолическим, диастолическим и средним динамическим артериальным давлением ($r_s = 0,35$; $r_s = 0,29$ и $r_s = 0,36$ соответственно, $p < 0,05$).

Исходя из того что степень напряжения регуляторных систем является интегральным ответом организма на весь комплекс воздействующих на него факторов, особое внимание нами уделялось оценке индекса функциональных изменений по Р.М. Баевскому и А.П. Берсеновой (1997). Среднегрупповой уровень ИФИ у обследованных механизаторов составил $3,04 \pm 0,50$ балла, что со-

ответствовало состоянию функционального напряжения. При этом 27,0 % обследованных находились в состоянии неудовлетворительной адаптации и 18,8 % в состоянии срыва адаптационных возможностей, когда функциональные резервы организма резко снижены, что, согласно теории адаптации, свидетельствовало о включении дополнительных внутренних резервов организма для обеспечения продолжительного функционирования в данных условиях. Механизаторы, находящиеся в состоянии неудовлетворительной адаптации и, в особенности, в состоянии срыва адаптационных возможностей, представляют группу повышенного риска для развития патологических состояний и развития острых заболеваний или обострения хронических.

Для выявления зависимости адаптационных резервов организма механизаторов от профессионального стажа работы среди обследованных были выделены четыре подгруппы с различным стажем работы в профессии: подгруппа 1 – до 10 лет, подгруппа 2 – от 10 до 19 лет, подгруппа 3 – от 20 до 29 лет, подгруппа 4 – 30 лет и более.

Было установлено, что индекс массы тела с увеличением стажа работы возрастал, что, видимо, сопряжено с увеличением возраста, однако различия значений индекса массы тела были статистически не достоверны (таблица).

Наибольшая доля лиц (62,5 %) с соответствующим норме ИМТ входила в подгруппу 1 со стажем работы до 10 лет. В подгруппе 2 доля лиц с нормальным индексом массы тела была меньше и составляла 57,7 %, кроме того у 11,5 % из них установленный уровень ИМТ соответствовал ожирению I степени. В подгруппах 3 и 4 ожирение I степени было отмечено у 24 и у 22 % соответственно, у 32 и 33 % – масса тела была избыточной.

При сравнении значений показателей гемодинамики у механизаторов с различным профессиональным стажем работы более целесообразные изменения выявлены у лиц, проработавших в профессии меньшее количество лет. Уровни артериального давления крови, как систолического, так и диастолического, с увеличением стажа работы в профессии повышались, и в 4-й стажевой подгруппе были наибольшие, достоверно различаясь ($p < 0,05$ – $0,01$) с уровнями в подгруппе 1. Установлено, что в подгруппах 1 и 2 повышенное систолическое артериальное давление имели 50 % обследованных, при этом в подгруппе 1

Показатели функционального состояния и адаптационных резервов организма механизаторов с различным стажем работы в профессии

Показатель	Стажевые подгруппы							
	подгруппа 1, n=16		подгруппа 2, n=26		подгруппа 3, n=25		подгруппа 4, n=18	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Возраст, лет	29,1	5,8	45,4	6,2	38,0	8,1	56,4	3,4
Профессиональный стаж, лет	4,2	2,4	13,6	2,6	23,1	3,0	37,2	4,3
Масса тела, кг	71,6	11,8	73,7	13,6	77,8	15,3	78,0	12,1
ИМТ, кг/м ²	23,6	3,0	24,9	4,2	26,3	4,9	26,2	3,6
САД, мм рт.ст.	140,8	13,5	148,4**	25,7	145,0 **	17,4	158,2*	17,2
ДАД, мм рт. ст.	77,7	13,9	84,3	11,5	85,2**	9,8	92,2*	9,8
ЧСС, уд. / мин	78,6	11,1	74,3	10,0	76,8	9,7	76,5	14,3
ПД, мм рт. ст.	63,1	17,0	64,0	21,1	59,8	14,4	65,9	15,6
СДД, мм рт. ст.	98,7	11,2	105,7**	14,5	105,1**	10,9	114,2*	10,4
МОК, мл /мин	4922,0	1304,6	4020,9*; **	994,8	3626,2*; **	996,7	2966,0*	733,2
ОПСС, дин	1750,9	661,9	2259,3*; **	755,4	2512,8*; **	852,4	3280,4*	999,4
АП, баллы	2,675	0,367	2,947**	0,563	3,073*; **	0,403	3,462*	0,334
ИФС	0,507	0,171	0,446**	0,201	0,392*; **	0,136	0,227*	0,214

Примечание: * – различия достоверны по сравнению с подгруппой 1; ** – различия достоверны по сравнению с подгруппой 4.

преобладало САД в диапазоне 140–159 (у 33 %), а в подгруппе 2 в пределах 160–179 (у 23 %). В подгруппе 3 повышенное систолическое артериальное давление отмечено у 40 %, а в подгруппе 4 – у 89 %. Следует отметить, что у механизаторов со стажем работы более 30 лет систолическое давление в диапазонах 140–159 и 160–179 мм рт. ст. составляло почти по 40 %, и у 11 % САД было выше 180 мм рт. ст. В подгруппе 4 у 45 % отмечено повышенное диастолическое артериальное давление. Уровни минутного объема крови и общего периферического сопротивления сосудов достоверно ($p<0,03$) отличались по сравнению с таковыми в остальных подгруппах. Выявленные изменения показателей гемодинамики у обследованных механизаторов свидетельствуют о нарастании рассогласования механизмов регуляции кровообращения с увеличением стажа работы, а соответственно и возраста, что может расцениваться как проявление предпатологических состояний.

Оценка ИФС у лиц с различным стажем работы в профессии показала, что в стажевых подгруппах 1 и 2 низкий уровень физического состояния имели 25 и 26 % обследованных соответственно. С увеличением возраста и стажа отмечено резкое нарастание числа лиц с низким уровнем индекса физического состояния: так, в подгруппах 3 и 4 их доля составляла 48 и 72 % соответственно.

Во всех изучаемых подгруппах зафиксированы повышенные значения адаптационного потенциала, свидетельствующие о нарушении адаптации. После 10 лет работы в профессии отмечалось резкое, более чем в 3,5 раза по сравнению

с подгруппой 1, возрастание доли обследованных с неудовлетворительной адаптацией (до 23,08 %), у механизаторов уровни АП соответствовали состоянию срыва адаптации. С увеличением стажа работы отмечается тенденция к нарастанию числа срывов адаптационных возможностей организма: так, в подгруппе 3 доля таких лиц составила 16 %, а в группе 4 – 50 %. Уровни адаптационного потенциала в подгруппах 3 и 4 достоверно выше по сравнению с подгруппой 1 ($p=0,003594$ и $0,000001$ соответственно).

Выводы. Установлено, что у обследованных механизаторов сельского хозяйства, трудовая деятельность которых связана с сочетанным воздействием комплекса вредных факторов условий труда, наблюдалось ухудшение функционального состояния организма и снижение адаптационного потенциала, что усугублялось с увеличением стажа работы в профессии.

На основании полученных данных можно заключить, что профессиональный стаж работы 10 лет и более является фактором риска здоровья механизаторов сельского хозяйства, обуславливая нарушения функционального состояния и истощение адаптационных резервов организма, что подтверждается статистически значимыми корреляционными связями между показателями функционального состояния и стажем работы в профессии.

Результаты исследований свидетельствуют об актуальности разработки и реализации комплекса профилактических мероприятий, направленных на восстановление функциональных резервов организма механизаторов сельского хозяйства в процессе трудовой деятельности.

Список литературы

1. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. – М.: Медицина, 1997. – 320 с.
2. Мелентьев А.В. Подходы к профилактике сердечнососудистого риска у рабочих промышленных предприятий // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. – № 9 (234). – С. 12–13.
3. Пирогова Е.А., Иващенко Л.Я., Страпко Н.П. Влияние физических упражнений на работоспособность и здоровье человека. — Киев: Здоровье, 1986. – С. 4–143.
4. Профессиональный риск для здоровья работников сельского хозяйства, гигиенические аспекты его оценки и управления (обзор литературы) / Т.А. Новикова, В.Ф. Спирин, Н.А. Михайлова, В.М. Таранова // Медицина труда и промышленная экология. – 2012. – № 5. – С. 22–28.
5. Спирин В.Ф., Новикова Т.А., Герштейн Е.Г. Гигиенические проблемы управления профессиональными рисками у работников сельского хозяйства // Здравоохранение Российской Федерации. – 2008. – № 1. – С. 19–20.
6. Условия труда как факторы профессионального риска функциональных нарушений у механизаторов сельского хозяйства / Т.А. Новикова, С.С. Райкин, В.С. Буянов, В.Ф. Спирин, Р.Б. Рахимов // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 2. – С. 48–53.

References

1. Baevskiy R.M., Berseneva A.P. Ocenka adaptacionnyh vozmozhnostej organizma i risk razvitija zabolevanij [Assessment of adaptation capabilities of organism and risk of diseases]. Moscow: Medicina, 1997. 320 p.
2. Melentyev A.V. Podhody k profilaktike kardiovaskuljarnogo riska u rabochih promyshlennyh predpriyatij [Approaches to prevention of cardiovascular risk in workers of industrial undertakings]. *Zdorov'e naselenija i sreda obitanija*, 2012, no. 9 (234), pp. 12–13.
3. Pirogova E.A., Ivashhenko L.Ja., Strapko N.P. Vlijanie fizicheskikh uprazhnenij na rabotosposobnost' i zdorov'e cheloveka [Effect of physical exercises on working capacity and human health]. Kiev: Zdorov'e, 1986, pp. 4–143.
4. Novikova T.A., Spirin V.F., Mihaylova N.A., Taranova V.M. Professional'nyj risk dlja zdorov'ja rabotnikov sel'skogo hozjajstva, gigienicheskie aspekty ego ocenki i upravlenija (obzor literatury) [Professional health risk of workers in agriculture, sanitary aspects of its assessment and management (review of literature)]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*, 2012, no. 5. pp. 22–28.
5. Spirin V.F., Novikova T.A., Gershtejn E.G. Gigienicheskie problemy upravlenija professional'nymi riskami u rabotnikov sel'skogo hozjajstva [Hygienic problems of occupational risks management in agricultural workers]. *Zdravooohranenie Rossijskoj Federacii*, 2008, no. 1, pp. 19–20.
6. Novikova T.A., Raykin S.S., Buyanov V.S., Spirin V.F., Rahimov R.B. Uslovija truda kak faktory professional'nogo riska funkcional'nyh narushenij u mehanizatorov sel'skogo hozjajstva [Working conditions as factors of occupational risk of functional disorders in agricultural operators]. *Analiz riska zdorov'ju*, 2014, no. 2, pp. 48–53.

ASSESSMENT OF FUNCTIONAL STATE AND ADAPTATION RESERVES OF MACHINE OPERATORS IN AGRICULTURE WITH DIFFERENT WORK EXPERIENCE IN THE PROFESSION

S.S. Raikin, T.A. Novikova

FBSI "Saratov Scientific Research Institute of Agricultural Hygiene" of the Federal Service for Consumer Rights Protection and Human Well-Being Surveillance, Russian Federation, Saratov, 1A Zarechnaya St., 410022

The results of hemodynamic parameters' evaluation (blood pressure, heart rate, minute volume of blood, total peripheral vascular resistance) and adaptation (adaptive capacity of the circulatory system, the index of physical condition, body mass index) to job strains in machine operators of agriculture with a different experience in the profession are presented. It was found that 27 % of the patients – machine operators were in a state of unsatisfactory adaptation and 18.8 % in the state of failure of adaptation options when functional body reserves were sharply reduced, indicating that the work in hazardous conditions resulted in a significant deterioration of the functional state of exhaustion and adaptation reserves. It was found that the professional experience of 10 years or more is a risk factor for the health of machine workers in agriculture, causing the violation of functional state and exhaustion of adaptive reserves of an organism, as evidenced by a statistically significant correlation between the indicators of functional status and work experience in the profession.

Key words: agricultural machine operators, working conditions, work experience in the profession, functional state, organism adaptive capacity.

© Raikin S.S., Novikova T.A., 2015

Novikova Tamara Anatolievna – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Laboratory of Occupational Hygiene in Agriculture and Processing Industry (e-mail: novikovata-saratov@yandex.ru; tel. 8 (845-2) 34-71-84).

Raikin Sergey Sergeevich – Junior Researcher, Laboratory of Occupational Hygiene in Agriculture and Processing Industry (e-mail: Rser3001@yandex.ru; tel. 89172013553).