

# БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

---

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского

Серия «Биология, химия». Том 26 (65). 2013. № 2. С. 3-9.

**УДК 613.644**

## **МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ДЕЙСТВИЯ ОБЩЕЙ ВИБРАЦИИ НА РЕПРОДУКТИВНУЮ СИСТЕМУ**

*Баличиева Д.В., Шинкаревский П.В.*

*РВУЗ «Крымский инженерно-педагогический университет», Симферополь, Украина  
E-mail: petr-agu@mail.ru*

Анализируются отдалённые последствия влияния вибрации, шума, условий труда, рабочей позы, курения и алкоголизма на репродуктивную систему операторов самоходных машин, вышивальщиц тамбурного цеха и их потомство.

**Ключевые слова:** временная утрата трудоспособности, вибрация, шум, рабочая поза, курение, алкоголизм, репродуктивная система.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время доказано, что реакции целостного организма на самые разнообразные раздражители в значительной мере универсальны и стереотипны. Поэтому выбор адекватных информационных методов исследования должен основываться на современных представлениях о путях поступления информации о действующем раздражителе (специфический и неспецифический путь). Которые должны включать, помимо исследований вестибулярного и кожного анализаторов, также показатели функционального состояния нервной, сердечно-сосудистой, эндокринной систем, имеющих общебиологическое значение, так как суждение о вредности вибрации может быть сделано и по интегральным реакциям организма – степени развивающегося утомления и тяжести отдаленных последствий [1]. Неблагоприятные эффекты вибрации на организм человека характеризуются локальным действием на ткани и заложенные в них многочисленные экстеро- и интерорецепторы (прямой микротравмирующий эффект), а также опосредованно через центральную нервную систему на различные органы и системы [2].

Целью данной работы явился анализ медико-биологических критериев отдалённых последствий неблагоприятного действия вибрации на репродуктивную систему мужского и женского организмов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В процессе проведения анализа оценивались условия труда операторов самоходных машин (машинист экскаватора, оператор бульдозера, оператор бурового станка) и вышивальщиц тамбурного цехов. Возраст обследованных колебался в пределах  $36,5 \pm 0,7$  –  $42,5 \pm 0,9$ , стаж в профессии:  $13,9 \pm 0,4$  –  $17,0 \pm 0,9$  лет.

Фактическое состояние условий труда оценивалось по физиолого-гигиенической паспортизации профессий и аттестации рабочих мест. Применена балльная оценка.

При подсчете баллов и оценке влияния изучаемого фактора на состояние организма учитывали уровень фактора, продолжительность его действия в течение рабочей смены. Баллы, установленные по степени вредности факторов, корректировали по формуле:

$$X_{\text{факт.}} = X_{\text{ст.}} \times T, \text{ где}$$

$X_{\text{ст}}$  – степень вредности фактора, установленная по гигиенической классификации труда;

$T$  – отношение фактического времени действия данного фактора (по результатам хронометражных наблюдений) к общему времени рабочей смены. Если время действия фактора составляет 50% рабочей смены, то  $T=1$ .

Для комплексной оценки неблагоприятных эффектов действия вибрации рабочих мест, выявления степени переносимости доминантного фактора, характера состояния физиологических систем, адекватных воздействию вибрации, установления нарушений репродуктивной функции мужчин и женщин, выявления особенностей осложнения течения, беременности, родов и послеродового периода, здоровье и развитие ребенка проведены социологические исследования. Анкетированием (по разработанным специализированным опросникам) охвачены 923 человека, в том числе 532 мужчин и 391 женщина, работающих в условиях воздействия вибрации различных категорий.

Анализ заболеваемости проводили по дням временной утраты трудоспособности (ВУТ).

Интегральный показатель комплексной оценки факторов производственной среды определяли с помощью статистического балла степени вредности каждого фактора по формуле  $\bar{B} \pm Sn$ , где:

$\bar{B}$  – среднеарифметическое значение показателя;

$Sn$  – среднеквадратическое отклонение.

Для статистической обработки полученных данных использовали пакет статистических программ «Statistica 6.0». Используя критерий Колмогорова-Смирнова, оценивали соответствие распределений нормальному закону. Достоверность различий оценивали с помощью  $t$ -критерия Стьюдента.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований показали, что труд машиниста экскаватора оценивается общей суммой баллов в 10,78, а по степени опасности и вредности

производственные факторы классифицируются следующим образом: вибрация – III степень; шум – II степень, вредные химические вещества, показатели микроклимата, тяжесть труда, рабочая поза до I степени опасности и вредности. Фактическое состояние условий труда машинистов экскаваторов, операторов бурового станка, бульдозера и вышивальщиц представлены в таблице 1.

Проведенный комплекс гигиенических, социологических, клинических и экспериментальных исследований показал, что репродуктивная система чувствительна и адекватно реагирует на неблагоприятное действие общей вибрации. Влияние вибрации рабочих мест на репродуктивную функцию опосредуется как через женский, так и мужской организм. Критериями влияния негативного фактора на женский организм является частота нарушений менструальной функции, самопроизвольных выкидышей, мертворождений, отклонения в антропометрических показателях новорождённых, заболевания детей раннем возрасте. Мужской организм реагирует угнетением половой функции, что выражается в достоверном увеличении частоты самопроизвольных выкидышей у их жён, не имевших контактов с вибрацией.

**Таблица 1**  
**Физиолого-гигиеническая оценка условий труда рабочих изученных профессий (в баллах)**

№ пп	Профессии	Степень опасности и вредности производственных факторов						Общая сумма баллов	Количество обследованных
		Вибрация	Шум	Вредные химич. вещества	Микроклимат	Тяжесть труда	Рабочая поза, Напряж. труда		
1.	Машинист экскаватора	III	II	I	I	I	I	<b>10,78</b>	<b>123</b>
2.	Оператор бурового станка	III	II	I	I	I	I	<b>7,38</b>	<b>112</b>
3	Оператор бульдозера	III	II	I	I	I	I	<b>8,43</b>	<b>165</b>
4	Вышивальщица тамбурного цеха	III	II	I	I	I	I	<b>8,99 - 10,78</b>	<b>391</b>

Установлены аддитивный эффект по показателям частоты самопроизвольных выкидышей, мертворождений в случаях когда оба супруга работают в условиях воздействия вибрации. Всё это позволило рассчитать коэффициенты биологической эффективности вибрации при воздействии на репродуктивную функцию рабочих (табл. 2.). Так, виброопасная профессия супругов повышает риск для потомства по показателям массы новорождённого, частоте мертворождений, младенческой смертности до 4 раз, а также при сочетании с вредными привычками (курение, употребление алкоголя) до 8 раз.

Анализ интегрального показателя комплексной оценки факторов производственной среды выявил их достоверную связь с формированием общей заболеваемости и в отдалённых последствиях приводящих к временной утрате трудоспособности ( $p \leq 0,05$ ).

Исследования показали, что для прогнозирования и предотвращения социально-экономического ущерба, важно учитывать и зависимость от факторов производственной среды. Проведенный корреляционно-регрессионный анализ заболеваемости с ВУТ в зависимости от степени вредности комплекса факторов производства позволил получить ряд коэффициентов биологической активности.

**Таблица 2**

**Коэффициенты биологической эффективности вибрации при воздействии на репродуктивную функцию рабочих**

Показатели (относительно контроля)	Значение коэффициентов		
	мужчин	женщин	раз
Величина прироста заболеваемости с ВУТ на 1 балл степени вредности (интегральный показатель степени вредности всех факторов):			
- по болевшим лицам	1,23	5,61	4,5
- по случаям заболевания	2,70	11,69	4,3
- по дням нетрудоспособности	37,46	81,32	2,2
- по потерям дней нетрудоспособности	0,11	0,22	2,1
Биологический эквивалент женского пола, как фактора риска, в баллах степени вредности		2-5	
Величина прироста заболеваемости с ВУТ на 1дБ скорректированного уровня вибрации:			
- по дням нетрудоспособности	12,67	36,3	
Виброопасная профессия супругов повышает риск для потомства (по показателям: малая масса новорождённого, частота мертворождений, младенческая смертность до года) в раз по абсолютным величинам риска		4,0	2,8
То же в сочетании с вредными привычками (курение, употребление алкоголя), раз		8,0	

Так величина прироста заболеваемости на 1 балл степени вредности (интегральный показатель степени вредности всех факторов) по показателям болевших лиц у женщин выше, чем у мужчин в 4,5 раза, по случаям заболевания – 4,3 раза, по дням нетрудоспособности – 2,2 раза и по потерям дней нетрудоспособности в 2,1 раза. При этом биологический эквивалент женского пола как фактора риска оценивается от 2 до 5 баллов степени вредности. Установлена

величина прироста заболеваемости по дням нетрудоспособности на 1дБ корректированного уровня вибрации у мужчин на 12,17( $p \leq 0,05$ ), у женщин 36,3( $p \leq 0,05$ ). Эти данные говорят о большой чувствительности женщин (в 2,8 раз) к неблагоприятным условиям труда и к вибрационному воздействию. Количественный анализ изменений этих показателей в сопоставлении с уровнями вибрации свидетельствуют о том, что различия в уровнях вибрации, вызывающих одинаковые сдвиги (по показателям заболеваемости), составляют 8,4 дБ.

Проведенные ранее исследования [3, 4] по изучению влияния вибрации на сперматогенез, оогенез и эмбриогенез, а также на развитие потомства позволил рассчитать ряд коэффициентов биологической эффективности вибрации на репродуктивную функцию животных (табл. 3).

**Таблица 3**

**Коэффициенты биологической эффективности вибрации при воздействии на репродуктивную функцию экспериментальных животных**

Показатели относительно контроля	Значение коэффициентов		
	самцы	самки	Перемножение вероятностей
Цикличность половой функции (в разгах) - ритмичность (удлинение его продолжительности) - увеличение периода покоя (фаз диэструс и метаэструс) - сокращение количества циклов в месяц		1,3+2,4 2,0+3,8	
Гибель эмбрионов (выше в разгах):		2,4	
- общая	3,5	4,8	
- до имплантации	7,3	7,1	
- после имплантации	1,3	3,4	
Вероятность выживаемости эмбрионов (ниже по абсолютным величинам вероятностей):			
- общая			
- до имплантации	0,75	0,29	0,21
- после имплантации	0,32	0,21	0,07
	0,14	0,14	0,02
Вероятность рождения и выживаемости потомства (ниже по абсолютным величинам вероятности):			
	0,6	0,29	0,18
Чувствительность к вибрации (выше в разгах) При перемножении вероятностей (в разгах):			
- вероятность рождения потомства	1,7	3,5	5,5
- вероятность выживаемости потомства			14,3

Установлено, что критерием неблагоприятного воздействия общей синусоидальной вертикальной вибрации для самок является период дробления оплодотворённой яйцеклетки и васкуляризация плаценты, а для самцов – пролиферирующие сперматогонии, сперматоциты и ранние сперматиды, обуславливающие резкое увеличение антифертильного эффекта сперматозоидов.

В таблице 3 представлен ряд коэффициентов биологической эффективности вибрации ярко демонстрирующих большую чувствительность самок к её воздействию по показателям общей и после имплантационной гибели эмбрионов. Отмечена более низкая выживаемость эмбрионов, особенно по показателям общей и доимплантационной их гибели, а также вероятностей рождения и выживаемости потомства. Получены интересные данные, в подтверждение социологических исследований, по снижению вероятностей рождения и выживаемости потомства в 5,5 и 14,3 раз при аддитивности эффекта вибровоздействия на родителей.

Анализ биологических эффектов вибрации, по специфическим и интегральным показателям, позволил установить порог вредного действия вибрации, на уровне 83 дБ (по ускорению  $0,01\text{м/с}^2$ ), на репродуктивную, нервную и эндокринную системы, что даёт возможность обоснованно судить о тех уровнях фактора, которые оградят женщин (их потомство) от неблагоприятного влияния вибрации на производстве. Материалы могут быть использованы при пересмотре ПДУ для технологических вибраций.

Таким образом, комплексное исследование условий труда и изучение влияния их на организм рабочих, позволил установить качественно-количественные соотношения вклада вибрации и сопутствующих факторов (шум, локальная вибрация, неблагоприятный микроклимат, загрязнения воздушной среды, физические и нервные нагрузки и др.) в формирование заболеваемости с ВУТ, что отражается в нарушении специфических функций мужского и женского организма.

#### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Воздействие вибрации рабочих мест на репродуктивную функцию опосредуется как через женский, так и мужской организм.
2. Анализ интегрального показателя комплексной оценки факторов производственной среды выявил их достоверную связь с формированием общей заболеваемости и в отдалённых последствиях приводящих к временной утрате трудоспособности.
3. Установлен аддитивный эффект по показателям частоты самопроизвольных выкидышей, мертворождений в случаях когда оба супруга работают в условиях воздействия вибрации.
4. Виброопасная профессия супругов повышает риск для потомства по показателям массы новорождённого, частоте мертворождений, младенческой смертности до 4 раз. а при сочетании с вредными привычками (курение, употребление алкоголя) до 8 раз.
5. В эксперименте установлено, что критерием неблагоприятного воздействия общей синусоидальной вертикальной вибрации для самок является период дробления оплодотворённой яйцеклетки и васкуляризация плаценты, а для

самцов – пролиферирующие сперматогонии, сперматоциты и ранние сперматиды, обуславливающие резкое увеличение антифертильного эффекта сперматозоидов.

#### Список литературы

1. Суворов Г.А. Гигиеническое нормирование общей вибрации /Г.А.Суворов.- Гигиена труда и прозаболевания.-1984.-№10.- С.9-13.
2. Баличиева Д.В. Сравнительная биологическая оценка вибрационно-шумового воздействия в зависимости от дозы вибрации в эксперименте / Д.В. Баличиева, Э.И.Денисов.- Медицинский журнал Узбекистана,1979-№12, С.50-53.
3. Баличиева Д.В. К эмбриотропному действию общей вибрации /Д.В.Баличиева .-Ученые записки Крымского государственного инженерно-педагогического университета. Выпуск 5.- Симферополь:НИЦ КИПУ, 2004. - С.64-68.
4. Баличиева Д.В. Возможные механизмы формирования нарушения репродуктивной функции экспериментальных животных при вибрационном воздействии и их экстраполяция на человека /Д.В.Баличиева.-Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. Выпуск 9.-Симферополь: НИЦ КИПУ, 2007.- С.17-22.
5. Баличиева Д.В. К механизму биологического действия вибрации на сперматогенез / Д.В.Баличиева. - Ученые записки Таврического национального университета им. В.И.Вернадского.Том 20[59], №4. Биология. Химия.

**Балічєва Д.В. Медико-біологічні критерії несприятливої дії загальної вібрації на репродуктивну систему / Д.В. Балічєва, П.В. Шинкаревський // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2013. – Т. 26 (65), № 2. – С. 3-9.**

Аналізуються віддалені наслідки впливу вібрації, шуму, умов праці, робочої пози, куріння і алкоголізму на репродуктивну систему операторів самохідних машин, вишивальниць тамбурного цеху і їх потомство.

**Ключові слова:** тимчасова втрата працездатності, вібрація, шум, робоча поза, куріння, алкоголізм, репродуктивна система.

**Balichieva D.V. Medicobiological criteria of adverse action of unfavorable effect general vibration on the reproductive system / D.V. Balichieva, P.V. Shinkarevsky // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2013. – Vol. 26 (65), No. 2. – P. 3-9.**

In the article are analyzed the remote consequences of influence of vibration, noise, working conditions, working pose, smoking and alcoholism on the reproductive system of operators of self-propelled cars, embroideresses of vestibule shop and their posterity.

**Keywords:** temporary disability, vibration, noise, working pose, smoking, alcoholism, reproductive system.

*Поступила в редакцию 10.04.2013 г.*