

DOI: 10.25205/978-5-4437-1691-6-155

**ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ ИОНОВ НАТРИЯ И ГЛЮКОЗЫ ВЛИЯЮТ
НА РЕЗУЛЬТАТ БИОЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА СЛЮНЫ,
ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАЛИЧИЯ УТОМЛЕНИЯ ОРГАНИЗМА***

**CHANGES IN SODIUM ION AND GLUCOSE CONCENTRATIONS AFFECT THE RESULTS OF A
BIOLUMINESCENT ANALYSIS OF SALIVA, WHICH IS USED FOR FATIGUE IN THE BODY**

М. Р. К. Сальседо, Л. В. Степанова, Г. В. Жукова

Сибирский федеральный университет, Красноярск

M. R. K. Salcedo, L. V. Stepanova, G. V. Zhukova

Siberian Federal University, Krasnoyarsk

✉ slyudmila@mail.ru

Аннотация

Для оценки функционального состояния организма, находящегося в состоянии утомления при многосменном режиме трудовой деятельности, использован биолюминесцентный анализ слюны во взаимосвязи с биохимическими показателями и ионным составом слюны. Показано, что изменения концентраций ионов натрия и глюкозы влияло на результат биолюминесцентного биотеста и позволяют определить наличие или отсутствие утомления работников железнодорожного транспорта.

Abstract

Assessment of the functional state of the body in a state of fatigue during a multi-shift work regime is possible using bioluminescent saliva analysis in relationship with saliva biochemical parameters and the ionic composition. It is shown that changes in sodium ion and glucose concentrations affected the result of the bioluminescent biotest and make it possible to determine the presence or absence of fatigue of railway workers.

Для оценки функционального состояния организма, находящегося в состоянии утомления — переутомления при многосменном режиме трудовой деятельности, предлагается использовать биолюминесцентный метод, в котором влияние слюны на интенсивность биолюминесцентной реакции может указывать на переутомление организма [1–3].

С целью разработки такого метода была исследована слюна специалистов диспетчерского состава Красноярской железной дороги-филиала ОАО «РЖД» ($n = 30$) обоих полов в течение 5 недель до и после дневной рабочей смены.

Биолюминесцентное тестирование слюны проводили с использованием иммобилизованного многокомпонентного реагента «Энзимолум» (ООО «НПП «Прикладные биосистемы», Красноярск). Каждый диск реагента содержал ферменты: люциферазу из рекомбинантного штамма *Escherichia coli* и НАД(Ф)Н:ФМН-оксидоредуктазу *Vibrio fischeri*, а также субстраты (тетрадеканаль C_{14} (Sigma, США) и НАДН (Sigma, США)), совместно иммобилизованные в высушенный крахмальный гель. Реакцию биолюминесценции инициировали добавлением 0,5 мМ водного раствора ФМН (Serva, Германия).

Максимальную интенсивность свечения регистрировали на люминометре GloMax (Promega, Германия). Реакцию биотеста определяли по величине остаточного свечения (Т, %) как отношение средних максимальных интенсивностей свечения экспериментального измерения к контролю, умноженное на 100 %.

Проведен биохимический, ионный и минеральный анализ слюны в образцах, собранных до и после рабочей смены.

В качестве прогностического критерия было взято наличие или отсутствие общего утомления, которое определяли из анкетных данных.

Статистический анализ данных проведен в программе R. Оптимизация данных выполнена методом главных компонент (РСА). Для улучшения качества предсказаний использовали алгоритм «Random Forest». Уровень значимости $p < 0,05$.

* Работа выполнена при поддержке РНФ (проект № 23-25-10039) совместно с ККФН, Красноярский край.
© М. Р. К. Сальседо, Л. В. Степанова, Г. В. Жукова, 2024

По результатам биoluminesцентного тестирования слюны, отобранной до начала рабочей смены, исследуемые работники были распределены на две группы: 1-я группа (30 % исследуемых работников) — средняя максимальная интенсивность свечения биотеста под воздействием слюны повышена относительно контрольной люминесценции ($135,2 \pm 41,0$ %), для 2-й группы (70 % исследуемых работников) — понижена ($56,1 \pm 25,6$ %). Средний биoluminesцентный показатель слюны после рабочей смены для работников обеих групп был одинаково понижен ($79,4 \pm 25,4$ %), что указывало на изменение компонентного состава слюны вследствие трудовой нагрузки.

Оптимизация и ранжирование показателей слюны работников обеих групп во взаимосвязи с показателем утомления показало, что важным фактором для общего утомления может являться разница концентраций ионов натрия для работников 1-й группы (утренний тип биологической активности («жаворонок»)) и разница концентраций глюкозы для работников 2-й группы (вечерний тип биологической активности («сова»)). Пограничными значениями перехода работника в состояние «утомлен — не утомлен» для разницы концентраций ионов натрия составило 0,0 г/л и 3,5–4,5 г/л — для концентраций глюкозы.

Таким образом, было показано, что изменения концентраций ионов натрия и глюкозы влияют на результаты биoluminesцентного биотеста и позволяют определить наличие или отсутствие утомления работников железнодорожного транспорта.

Литература

1. Бухтияров И.В., Юшкова О.И., Фесенко М.А., Меркулова А. Г. Оценка риска утомления у работников нервно-эмоционального труда // Анализ риска здоровью. 2018. № 1. С. 66–77.
2. Young M.S., Tabitha S. Rail worker fatigue: identification, management and countermeasures // Proceedings of the institution of mechanical engineers, Part F: Journal of rail and rapid transit. 2017. Vol. 231. P. 1098–1106.
3. Kolenchukova O.A., Dedora A.O., Stepanova L.V. et al. The use of bioluminescent enzyme bioassay for the analysis of human saliva: Advantages and disadvantages // Luminescence. 2024. Vol. 39, № 5: e4776.