

УДК 612.424.4/615.82

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ АНАЛЬГЕТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА КОМПЛЕКСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ И УДАРНО-ФРИКЦИОННОГО МАССАЖА И РЕГИСТРАЦИИ МЕХАНИЧЕСКОЙ МОДУЛЯЦИИ ИМПУЛЬСНЫХ ТОКОВ**

*Киселев М.Г., Лабунь Е.И.*

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

*Разработан экспериментальный приборный комплекс, включающий массажер ударно-фрикционного действия с функцией электростимуляции и программные и аппаратные средства обеспечивающие осуществление данного вида комплексного воздействия при различных механических и электрических параметрах. Выявлено, что комплексное воздействие, по сравнению с традиционной электростимуляцией, обладает анальгетическим эффектом вплоть до 50 %. (E-mail: ozelot@bk.ru)*

**Ключевые слова:** электростимуляция, механический массаж, физиотерапия, анальгезия.

### **Введение**

Электростимуляция широко используется для мионейростимулирующей, трофостимулирующей, сосудорасширяющей, катаболической терапии. Однако при осуществлении данных процедур, возникают проблемы, связанные с субъективными болевыми ощущениями пациентов, что ограничивает применяемые импульсные токи по видам сигналов и их мощности.

На практике с целью снижения уровня болевого ощущения либо ограничивают область применения электростимуляции по типам и мощности импульсных токов, либо применяют лекарственные анальгезирующие препараты, что в ряде случаев недопустимо, так как для пациентов зачастую имеются аллергические и другие противопоказания по их применению.

В ходе выполнения предшествующих исследований, при кратковременном вибрационном воздействии массажера ударно-фрикционного действия с функцией электростимуляции, было выявлено снижение у пациентов болевой чувствительности к импульсным токам. Однако на сегодня отсутствуют данные, количественно отражающие связь между вибрационным воздействием и снижением уровня болевых ощущений у пациентов в ходе проведения процедуры электростимуляции.

В этой связи цель данной работы состояла в разработке методики для количественной

оценки анальгетического эффекта у пациентов при комплексном воздействии ударно-фрикционного массажа и электростимуляции диадинамическими токами.

### **Методика проведения экспериментальных исследований**

Экспериментальный комплекс, структурная схема которого показана на рисунке 1, состоял из двух основных блоков. Первый блок осуществлял создание и регистрацию импульсных токов, второй блок оказывал комплексное массажное и электростимуляционное воздействие. Первый блок представлял собой персональный компьютер (ПК) со встроенной звуковой картой с установленной программой SpectraPro, которая позволяет создавать и регистрировать широкий диапазон импульсных токов, и усилитель мощности импульсных токов. Один из электродов первого блока подключался к пациенту, второй электрод – ко второму блоку экспериментального комплекса – устройству, обеспечивающего одновременно массажное и электростимуляционное воздействие, разработанный авторами массажер ударно-фрикционного действия с функцией электростимуляции с блоком питания и насадкой, на которой расположены гибкие лопасти с электродами.

В ходе проведения экспериментов использовалась насадка диаметром 50 мм, содержа-

щая 8 кожаных лопастей со свободным вылетом в 85 мм. Ширина каждой лопасти составляла 16 мм при толщине 2 мм. Массажер имел ступенчато регулируемую частоту вращения 90, 150, 200, 250, 300 мин<sup>-1</sup>; номинальная мощность установленного электродвигателя составляла 22 Вт.

Процедура комплексного воздействия электростимуляции и массажа выполнялась следующим образом. Массажер подводился к телу человека и устанавливался таким образом (рисунок 2), чтобы расстояние от оси вращения насадки до поверхности тела составляло 90–100 мм, т.е. величина натяга лопастей

находилась в пределах 10–20 мм, после чего включался привод вращения насадки. В результате осуществлялось механическое воздействие лопастей на участок поверхности тела, которое характеризуется их периодическим ударным взаимодействием в сочетании с относительным скольжением (фрикционное взаимодействие). Одновременно с этим происходит замыкание электрической цепи, а протекание импульса тока за время ударно-фрикционного взаимодействия лопасти с поверхностью тела характеризуется наличием скользящего электрического контакта, влияющего на условия его прохождения.

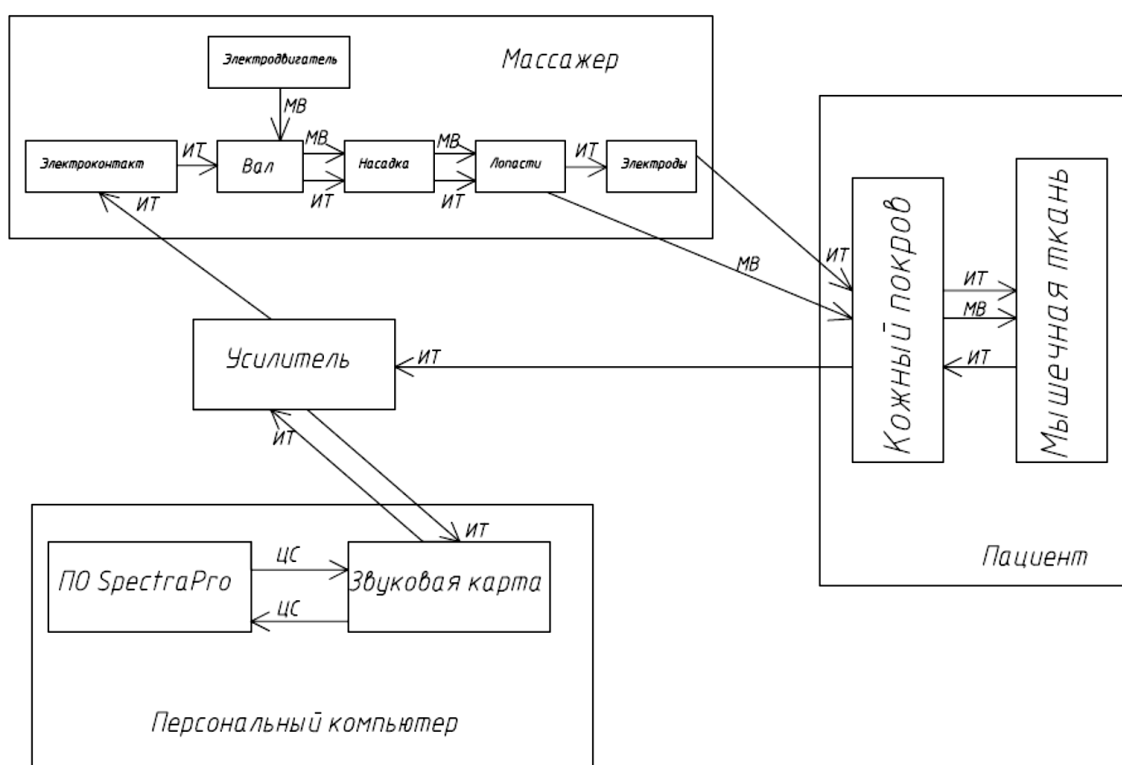


Рисунок 1 – Структурная схема экспериментального комплекса: МВ – механическое воздействие; ИТ – импульсный ток; ЦС – цифровой сигнал

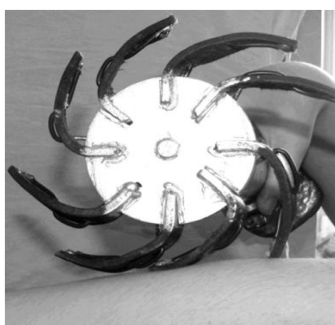


Рисунок 2 – Расположение массажера относительно поверхности тела человека

### Количественная оценка уровня болевых ощущений

Для оценки интенсивности острой боли использовалась цифровая рейтинговая шкала (рисунок 3, Numerical Rating Scale, NRS), которая широко применяется на практике для определения субъективного ощущения пациентом боли в момент хода проведения различных исследований [1]. В её основу положено численное выражение субъективных ощущений пациента от 0 до 10.



Рисунок 3 – Наиболее широко используемые одномерные шкалы интенсивности боли: цифровая рейтинговая шкала (NRS), а также вербальная рейтинговая шкала (VRS) и визуальная аналоговая шкала (VAS)

### Эксперимент по оценке анальгетического эффекта при комплексном воздействии электростимуляции и ударно-фрикционного массажа

Для участия в эксперименте было отобрано семь волонтеров обоих полов, которые соответствовали следующим требованиям: отсутствие каких бы то ни было острых, текущих или хронических заболеваний, отсутствие как избыточного веса, так и недостатка веса, возраст от 21 до 30 лет, отсутствие беременности и травм, отсутствие повреждений кожного покрова в области, подвергаемой воздействию.

На головку мышцы лучевой сгибатель запястья накладывался один электрод и закреплялся с помощью жгута, затем массажер с подключенным к нему вторым электродом устанавливался соответствующим образом относительно мышцы и подавался импульсный ток диадинамического типа такой величины, при которой можно было объективно зафиксировать наличие вызванных электростимуляцией

сокращений мышцы (от 1 до 30 мА). Волонтер согласно системе NRS (0–10 баллов) сообщал об уровне боли. Затем при неизменном уровне импульсного тока включался массажер с последовательным ступенчатым изменением частоты вращения насадки, начиная с 90 до 300 мин<sup>-1</sup>. При каждом её значении волонтер сообщал об уровне возникающего болевого ощущения.

### Результаты экспериментов

В таблице представлены результаты экспериментальных исследований, отражающие изменение уровня болезненных ощущений волонтеров в зависимости от частоты вращения насадки ( $n_n$ ). Из анализа полученных данных следует, что по сравнению с электростимуляцией в обычных условиях ( $n_n = 0$ ) наличие ударно-фрикционного воздействия, начиная с частоты вращения насадки 90 мин<sup>-1</sup>, у всех волонтеров вызывает снижение уровня болезненных ощущений. По мере увеличения частоты вращения насадки до значений порядка 150–200 мин<sup>-1</sup> этот эффект усиливается, а при больших значениях  $n_n$  вплоть до 300 мин<sup>-1</sup> у всех волонтеров наблюдается увеличение уровня болезненных ощущений, причем у трех из них он достигает значения, соответствующего электростимуляции в обычных условиях. Следует заметить, что при таких частотах вращения насадки некоторые волонтеры не смогли явно выделить ощущения от электростимуляции из всего спектра ощущений, вызванных ударно-фрикционным воздействием массажера.

Для установления общей закономерности влияния частоты вращения насадки на изменение уровня болевых ощущений волонтеров воспользуемся усредненными значениями баллов по шкале NRS, которые представлены на рисунке 4.

Видно, что по сравнению с электростимуляцией в обычных условиях применение ударно-фрикционного массажа позволяет снизить уровень болезненных ощущений. При этом существует оптимальный диапазон частоты вращения насадки ( $n_n = 150–200$  мин<sup>-1</sup>), обеспечивающий наибольший анальгетический эффект, при котором уровень болезненных ощущений человека снижается по сравнению с традиционной электростимуляцией на 40–50 %. В рамках рабочей гипотезы данный эффект мож-

но объяснить синусоидальной модуляцией импульсных токов, возникающей вследствие ритмичного вращения насадки массажера. Пара зарегистрированных импульсов при частоте

вращения насадки в 90 и 300 мин<sup>-1</sup> показана в разном временном масштабе на рисунке 5. Очевидно наличие механической синусоидальной модуляции импульсных токов.

Таблица

**Субъективные ощущения волонтеров**

Частота вращения насадки, $n_n$ , мин <sup>-1</sup>	Ощущения по NRS, баллы						
	Волонтер В	Волонтер Ю	Волонтер О	Волонтер Л	Волонтер Н	Волонтер М	Волонтер Е
0	7	10	7	5	7	7	7
90	5	9	5	4	4	5	6
150	3	8	6	4	4	5	4
200	2	7	6	5	5	4	5
250	2	9	6	5	6	4	5
300	4	10	7	5	6	5	4

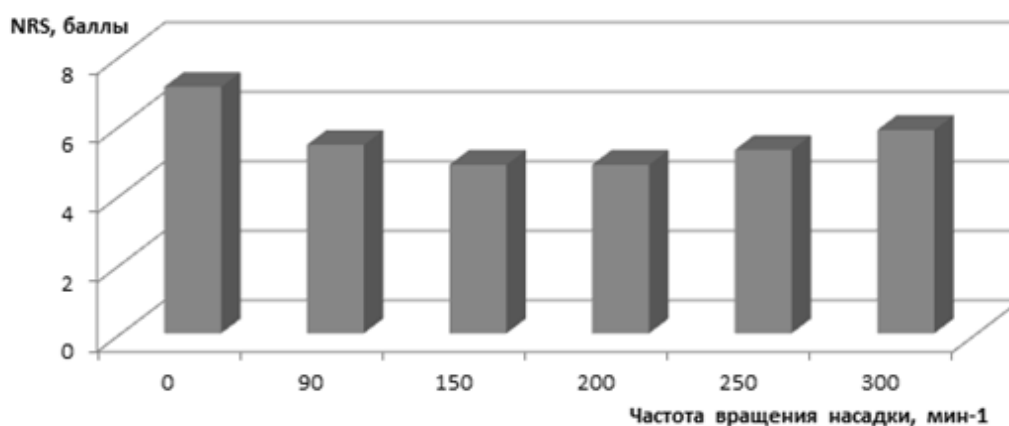


Рисунок 4 – Диаграмма зависимости уровня болезненных ощущений волонтеров при различной частоте вращения насадки

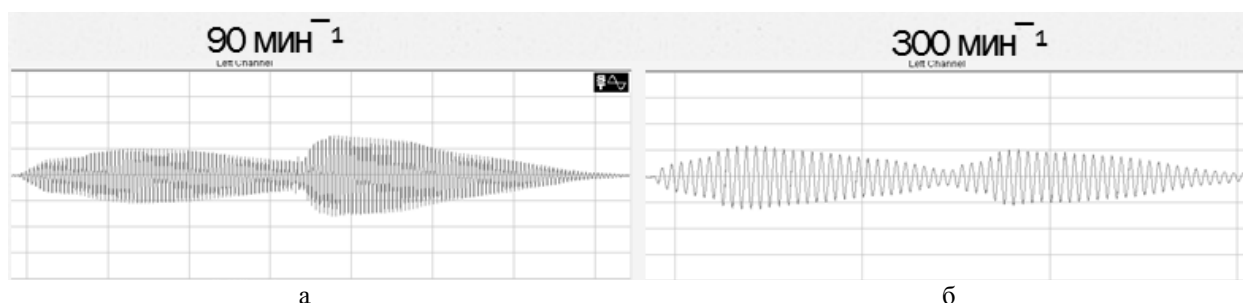


Рисунок 5 – Форма зарегистрированных импульсов при электростимуляции с частотами вращения насадки 90 мин<sup>-1</sup> (а) и 300 мин<sup>-1</sup> (б)

## **Заключение**

Разработан экспериментальный приборный комплекс, включающий массажер ударно-фрикционного действия с функцией электростимуляции и программные и аппаратные средства, обеспечивающие осуществление данного вида комплексного воздействия при различных механических и электрических параметрах.

Показано, что комплексное воздействие, по сравнению с традиционной электростимуляцией, обладает явно выраженным анальгетическим эффектом. При этом существует оптимальное значение частоты вращения насад-

ки массажера ( $n_n = 140-160 \text{ мин}^{-1}$ ), при которой наблюдается наибольшее анальгетическое воздействие (снижение болевой чувствительности до 50 %).

## **Список использованных источников**

1. *Breivik, H.* Assessment of pain / H. Breivik, P.C. Borchgrevink, S.M. Allen [et al.] // *British Journal of Anaesthesia*. – 2008; 101 (1). – P. 17–24.
2. *Покровский, В.М.* Физиология человека / В.М. Покровский, Г.Ф. Коротко // *Медицина*. – М., 2003. – С. 55–63.

---

Kiselev M.G., Labun E.I.

## **Experimental estimation of the analgesic effect at combined influence of the electrostimulation and the percussive-frictional massage and impulse currents registration**

The experimental complex of percussive-frictional massager with electrostimulation function and soft- and hardware of original design gives a possibility to use various mechanical and electrical parameters of massage and electrostimulation and it can be used like the alternative instead of the accepted medicine analgesics. Analgesic effect decreases pain sensation of the patient up to 50 %. (E-mail: ozelot@bk.ru)

**Key words:** electrostimulation, mechanical massage, physiotherapy, analgesics.

*Поступила в редакцию 11.07.2012.*