

СИСТЕМА ОЦЕНКИ РАВНОВЕСИЯ И ПОЛОЖЕНИЯ ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА

Н. С. Глушаченко, Д. В. Деменковец, П. Ю. Бранцевич

*Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники, г. Минск*

Представлена разработка комплекса для проведения тренировок на баланс с использованием балансировочного диска, оснащенного акселерометром. Система позволяет измерять углы наклона диска и отслеживать положение голеностопного сустава в режиме реального времени. Реализована тренировка с биологической обратной связью, в которой пациент управляет меткой на экране, стремясь удерживать ее в центре мишени. Полученные данные позволяют объективно анализировать динамику восстановления и разрабатывать оптимальные программы реабилитации пациентов с хронической нестабильностью голеностопного сустава и нарушениями равновесия.

Ключевые слова: балансировочный диск, реабилитационный модуль, голеностопный сустав.

SYSTEM FOR ASSESSING THE BALANCE AND POSITION OF THE ANKLE JOINT

N. S. Glushachenko, D. V. Demenkovets, P. Yu. Brantsevich

Belarusian state university of informatics and radioelectronics, Minsk

The paper presents the development of a complex for balance training using a balancing disc equipped with an accelerometer. The system allows measuring the angles of inclination of the disc and tracking the position of the ankle joint in real time. A training program with biological feedback has been implemented, in which the patient controls a marker on the screen, trying to keep it in the center of the target. The data obtained allows for objective analysis of the dynamics of recovery and the development of optimal rehabilitation programs for patients with chronic ankle instability and balance disorders.

Keywords: balancing disc, rehabilitation module, ankle joint.

Тренировки на баланс (Balance Training) являются одним из эффективных методов оценки и коррекции нарушений работы голеностопа, особенно у пациентов с хронической нестабильностью голеностопного сустава (ХНГС). Тренировки на баланс значительно улучшают процесс реабилитации пациентов. Это подтверждается метриками, такими как результаты теста Star Excursion Balance Test (SEBT), где изолированные силовые тренировки не смогли обеспечить сопоставимый прогресс [1]. Также подобные тренировки используются при реабилитации спортсменов и людей с нарушениями вестибулярного аппарата. В практической плоскости программы баланса реализуются путем использования нестабильных поверхностей.

Выделяют различные виды нестабильных поверхностей. Одним из них является балансировочный диск. Подобный диск особенно полезен для выполнения упражнений, направленных на развитие проприоцепции, и часто применяется в клинической физиотерапии после травм нижней конечности или хирургических вмешательств, особенно на поздних этапах реабилитации [2].

Для получения данных при использовании балансировочного диска был разработан аппаратный комплекс, содержащий коммуникационный модуль со встроенным программным обеспечением. Модуль имеет в своем составе акселерометр для вычисления углов наклона диска. Встраиваемая система представляет собой блок, интегрируемый в балансировочный диск. При этом размер и форма балансировочного диска не имеют значения за счет портативности комплекса.

Благодаря использованию акселерометра можно отслеживать положение голеностопа. Таким образом можно разработать систему тренировок с биологической обратной связью, где процесс реабилитации будет представлять собой игру. На основании собранных координат предполагается рассчитать числовые характеристики, которые позволят оценить эффективность различного вида тренировок, что позволит создать оптимальный набор тренировок для выполнения реабилитации пациентов с нарушениями вестибулярного аппарата и ХНГС.

На данный момент разработана тренировка, в ходе которой пациент управляет меткой с помощью изменения положения балансировочного диска (наклон диска соответствует наклону голеностопа), стараясь удерживать смещаемую в зависимости от положения центра давления метку в центре мишени. Отображаемая метка и мишень представлены на рис. 1.

Среди числовых характеристик были выбраны следующие:

- среднеквадратическое отклонение по осям ОХ и ОУ для оценки разброса общего центра давления;
- смещение по осям ОХ и ОУ для оценки среднего положения общего центра давления;
- средняя скорость для сравнения различных по длительности исследований;
- площади эллипса и выпуклой фигуры для определения смещения пациента;
- скорость сближения курсора с мишенью для оценки подвижности голеностопа.

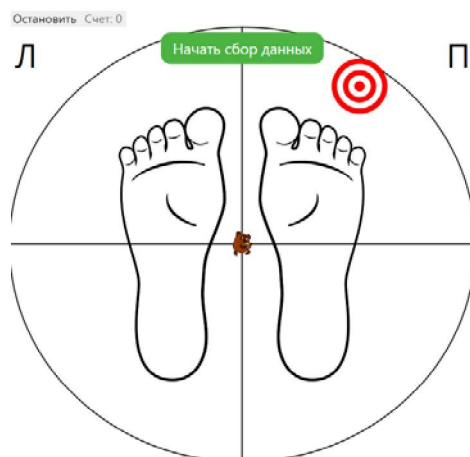


Рис. 1. Разработанная тренировка

Таким образом, в результате проведенной работы были выбраны требуемые для диагностики числовые характеристики, реализованы алгоритмы их расчета и графического представления. В дальнейшем планируется разработать несколько видов тренировок, различающихся по сложности и направленности. На основе анализа собранных данных предполагается сформировать комплекс тренировок, адаптированный под индивидуальные особенности пациента. Такой подход обеспечит персонализированную реабилитацию, направленную на восстановление функции голеностопного сустава и улучшение проприоцепции.

Литература

1. Effects of Combination of Strength and Balance Training on Postural Control and Functionality in People with Chronic Ankle Instability: A Systematic Review and Meta Analysis / A. B. S. U. Yuying [et al.], 2023.
2. Demir, A. Comparison Of Effect Of Balance Disc And Bosu Ball On Ankle Dorsiflexor And Plantarflexor Muscle Strength / A. Demir // European Journal of Physical Education and Sport Science. – 2019.