

интоксикации у 18,4% пациентов, нормализации состава микрофлоры небных миндалин и ликвидации дисбаланса системы иммунитета.

---

Аносов В.С.<sup>1</sup>, Герасименко М.А.<sup>1</sup>, Кулич Д.Ю.<sup>2</sup>, Соколовский О.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии, Минск, Беларусь

<sup>2</sup> Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

## ВОЗМОЖНОСТИ ДИАГНОСТИКИ НАРУШЕНИЙ ЦИКЛА ШАГА У ДЕТЕЙ

**Актуальность.** Объектом исследования является ходьба человека. Предметом исследования являются алгоритмы построения скелета человека по видеопоследовательности и их применение в задаче анализа ходьбы.

**Цель.** Разработка метода объективной оценки нарушений ходьбы на основе регистрации и последующего анализа ходьбы для выявления ряда ортопедических и неврологических заболеваний (осевые деформации нижних конечностей, ДЦП, вестибуло-моторные расстройства, артрозоартриты крупных суставов, статические деформации скелета, динамические контрактуры и др.) приводящих к нарушению локомоторных функций. Метод позволяет проводить раннюю и объективную диагностику, ведение архива исследований объективизирует оценку результатов коррекции нарушений.

**Методы исследования.** Анализ нарушений ходьбы пациента включает регистрацию ходьбы с 4 сторон одновременно, на бедрах и голенях которого размещены маркеры. После видеозаписи цикла шага с последующей компьютерной обработкой изображений вычисляются временные и пространственные характеристики шага.

Пайплайн для автоматизации анализа патологии ходьбы был написан на языке python. Основная задача построенного пайплайна – измерить угловые характеристики цикла шага, а также длительность определенных периодов. В данной работе производится анализ видео, полученного с камеры, которая снимает движение только в сагитальной плоскости. Для того, чтобы автоматически получать данные, необходимые врачу для постановки диагноза, был построен следующий пайплайн.

1. Видеофрагмент разбивается на фреймы с помощью библиотеки OpenCV языка python;
2. На каждом кадре строим скелет пациента;
3. На каждом кадре сохраняем  $x$ ,  $y$  координаты следующих частей тела: левая и правая пятка, левый и правый носок, левое и правое колено, левое и правое бедро, угол между пяткой и беговой дорожкой в сагиттальной плоскости, обеих ног;
4. Полученные дискретные функции изменений координат конечностей фильтруются;
5. С помощью анализа локальных экстремумов получаем номера фреймов, на которых заканчивается шаг;
6. С помощью анализа локальных экстремумов, а также алгоритма динамической трансформации временной шкалы и метода выравнивания временных рядов, сегментируем каждый шаг;
7. Автоматически вычисляем данные, которые необходимы для постановки диагноза и формируем таблицу, как окончательный результат.

**Результаты и их обсуждение.** В качестве датасета для тестирования, были использованы видеофрагменты исследований. Суммарно на обоих видео было представлено 30 циклов правых шагов. Тестирование делилось на две части: точность сегментации шага и точность автоматического вычисления необходимых характеристик. Для обеих частей была сделана мануальная разметка данных, с которой потом сравнивались полученные алгоритмом результаты и рассчитывалась ошибка. Средняя ошибка – это среднее абсолютных значений этих разниц. Как видно из результатов тестирования, алгоритм работает достаточно стабильно, и погрешности измерения незначительные, что позволяет применять алгоритм на практике.

---