

Объективная количественная оценка биомеханики сосания у младенцев с уздечкой языка и без нее с использованием гидравлической дифференциально-манометрической записи и машинного обучения

Источник: Frontiers in Digital Health

Оригинал: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fdgth.2026.1901883>

биомеханика

диагностика

машинное обучение

медицинские устройства

педиатрия

Введение

Объективная оценка биомеханики сосания у младенцев остается ограниченной, несмотря на десятилетия исследований на основе измерения давления, а уздечка языка (анкилоглоссия) по-прежнему в основном оценивается с помощью полуколичественного анатомического шкалирования. Мы разработали гидравлическое устройство с дифференциальным давлением — электронную детскую бутылочку (EBB), предназначенную для регистрации в реальном времени суммарной интраоральной механической нагрузки во время nutritive сосания через заполненную жидкостью измерительную полость с контролируемым включением воздуха, соединенную с датчиком дифференциального давления. Целью данного исследования было: (1) описать принцип измерения EBB, (2) разработать автоматизированную классификацию эффективной сосательной активности на основе машинного обучения и (3) оценить, демонстрируют ли количественные биомеханические параметры, полученные в результате автоматизированного анализа, реакцию через одну неделю после френотомии.

Методы

Временные ряды, полученные в ходе итеративного тестирования прототипа, были разделены на перекрывающиеся окна и вручную аннотированы для обучения контролируемого классификатора с использованием преобразования ROCKET, реализованного в Python (sktime), с гребневой классификацией и перекрестной проверкой. Производительность оценивалась на внутреннем отложенном тестовом наборе и независимом внешнем валидационном наборе полных записей, исключенных из разработки модели. Количественные параметры были рассчитаны на основе автоматически идентифицированных всплесков эффективного сосания у 25 младенцев с ограничивающей уздечкой языка, записанных до и через одну неделю после френотомии, и сравнены с 10 контрольными младенцами с нормальной подвижностью языка.

Результаты

Автоматизированная классификация достигла точности >99% на внутреннем тестовом наборе и 92% точности классификации на уровне сегментов на внешних валидационных записях. Среднее отрицательное интраоральное давление во время всплесков эффективного сосания увеличилось у 19/25 (76%) пролеченных младенцев через одну неделю после френотомии (парный t-критерий, $p = 0,010$), сместившись в сторону контрольных значений.

Обсуждение

Гидравлическая регистрация дифференциального давления в сочетании с машинным обучением на временных рядах обеспечивает объективную и воспроизводимую количественную оценку активности nutritive сосания и выявляет краткосрочные функциональные изменения после френотомии у большинства младенцев с ограничивающей уздечкой языка. Эта методология поддерживает будущую работу по нормативным референтным диапазонам, стандартизированным цифровым метрикам и диагностическим порогам, основанным на данных, для дисфункции кормления у младенцев.

Перевод выполнен: 04.09.2026 | ai4med.ru

Машинный перевод. Рекомендуем сверять с оригиналом при клиническом использовании.