

## **ЭХООСТЕОМЕТР ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ОСТЕОПОРОЗА**

*Бочкарева А.А.*

*Томский политехнический университет, г. Томск  
Научный руководитель: Болотина И.О., доцент кафедры  
промышленной и медицинской электроники*

В настоящее время проблема нарушения целостности структуры костной ткани достаточно велика. Так, одно из самых распространенных заболеваний скелета человека – остеопороз. Остеопороз характеризуется снижением минеральной плотности, массы костной ткани, нарушением структурных особенностей и повышенной хрупкостью костей. Остеопороз увеличивает риск перелома и стал серьезной угрозой общественного здравоохранения в настоящее время в мире. Таким образом, в медицине появляется необходимость диагностировать костные ткани человека.

Наиболее известными современными методами неинвазивной диагностики заболеваний скелета являются рентгеновская и ультразвуковая костная денситометрия (остеометрия), биохимический метод. Все эти методы неинвазивны, имеют свои преимущества, однако значительно различаются по точности и воспроизводимости измерений, по воздействию на организм пациента, по значимости для клинической и научной практики, а также по общей доступности.

Метод рентгеновской денситометрии позволяет визуализировать органы, что облегчает возможность увидеть поражения. Данный метод оценивает проекционную минеральную плотность кости при потере костной массы уже на 20%. А ведь остеопороз развивается длительно, оставляя достаточно времени для принятия спасительных мер. Также, к недостатку данного типа оборудования относится лучевая нагрузка на пациента, громоздкость и высокая стоимость аппаратуры.

Биохимический метод дает точный результат по анализу крови пациента. Но данный метод применяется в комплексе с другими исследованиями.

Существует ряд ограничений по безопасности для здоровья человека при использовании данных методов диагностики.

Актуальность использования для диагностики остеопороза ультразвуковых приборов велика еще и потому, что метод под контролем ультразвука позволяет диагностировать остеопороз своевременно, на самых ранних стадиях.

Ультразвуковая диагностика костной ткани является средством со значительными возможностями для широкого использования в

клинической практике благодаря отсутствию радиации и низкой стоимости его проведения. Отсутствие лучевой нагрузки позволяет использовать ультразвук для измерения плотности костей у детей и у беременных женщин.

Метод количественной ультразвуковой костной денситометрии (остеометрии) основан на измерении скорости распространения ультразвуковой волны вдоль или поперек кости. Измеряется скорость прохождения звука, которая указывает на плотность костной ткани.

Нахождение плотности костной ткани методом количественной ультразвуковой диагностики вытекает из законов распространения ультразвука в разных средах. Чем выше плотность среды, тем больше скорость ультразвука.

На данный момент в мире выпускаются несколько видов ультразвуковых приборов для диагностики состояния кости, каждый из которых основан на применении различных технологий измерений.

Первый метод – теневой (абсолютный или режим осевой передачи). Распространение ультразвука вдоль поверхности кости. Использование данного режима подходит для диагностики длинных костей (большеберцовая, лучевая). При этом источник и приемник ультразвуковых сигналов находятся на одной стороне кости.

Второй метод основан на распространении ультразвука поперек кости, т.е. режим поперечной передачи. Данный метод позволяет измерить скорость ультразвука в кости при оценке состояния губчатых костей (пяточная кость), измерить толщину кости. Датчики приема и передачи ультразвуковых волн расположены на противоположных сторонах диагностируемой кости.

Интерес вызывает методика измерения, работа данных приборов. Любой орган человека сложен по составу, и мы не сможем измерить параметры костной (твердой ткани) не учитывая влияние мягких тканей (мышц, кожи). Таким образом, в приборах данного типа предусмотрено устранение влияния мягких тканей, которые могут значительно воздействовать на результат измерения параметров кости (а именно скорости распространения), и значительно снизить точность измерения благодаря использованию так называемого эхо-импульсного режима (Эхо-метод, отражение).

С помощью применения эхо-импульсного режима измеряют толщину слоя мягких тканей над исследуемой областью кости. В данном методе преобразователь сигналов одновременно является источником и приемником ультразвука.

В настоящее время, к сожалению, в России уже не выпускают приборов, позволяющих оценить плотность костной ткани. Хотя в

стоматологии для проверки плотности костей верхней и нижней челюстей используется прибор российского производства эхоостеометр ЭОМ-01ц. Прибор имеет два режима работы. Вторым режимом, так называемый режим приращения базы, позволяет исключить влияние мягких тканей за счет эхо-метода, рассмотренный выше. В стоматологии этот прибор в основном применяется для исключения различных видов гнойно-воспалительных процессов, происходящих в костных тканях верхней и нижней челюстей. К тому же, элементная база прибора устарела. Источник и приемник ультразвуковых сигналов разделены и не имеют общей рабочей области, что делает прибор неудобным в использовании. Поэтому, для общей оценки состояния костной ткани человека на данный момент в России используются аппараты зарубежного производства.

Рассмотрев все известные методы и приборы, для своей исследовательской работы я взяла существующий выпускающийся прибор зарубежного производства Sunlight Omnisense 7000. Данный прибор выпускают с 2001 года.

Данный прибор основан на теневом методе (режим осевой передачи), т.е. ультразвуковая волна проходит вдоль кости. Одновременно учитывается влияние мягких тканей с помощью эхо-метода. Также, включает в свой принцип работы законы распространения ультразвуковой волны под критическим углом.

Технология Omnisense основана на измерении скорости ультразвуковых волн, распространяющихся вдоль кости. Технология Omnipath позволяет измерять вдоль оси максимальной прочности в кости, устраняя эффекты мягких тканей и обеспечивая точный диагноз.

Ультразвуковые волны последовательно передаются и принимаются с помощью датчиков, встроенных в ручной ультразвуковой зонд. Путем измерения времени распространения вдоль различных траекторий (время прохождения), определяется скорость кости.

Неинвазивные аппараты, которые способны измерять скорость прохождения звука через кость в более чем одной точке скелета. Устройство состоит из основного блока и небольших ручных датчиков, каждый из которых подходит для измерения скорости ультразвука в нескольких определенных точках скелета, например в дистальной трети лучевой кости, средней трети фаланги пальца, пятой плюсневой кости и средней трети диафиза большеберцовой кости.

### **Список информационных источников**

1. С.П. Моршнева. Методические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике остеопороза. - Одесса, 2010.

2. И.И. Резников, В.Н. Фёдорова, Е.В. Фаустов, А.Р. Зубарев, А.К. Демидова «Физические основы использования ультразвука в медицине»

3. Эффективность применения количественного ультразвукового исследования для ранней диагностики и лечения остеопороза - Didier Hans, Center of Bone diseases, Bone and Joint Department, Lausanne University Hospital, Lausanne Switzerland.

4. A genetic algorithms-based optimization method for estimating thickness and porosity of cortical bone from guided wave measurements. Published in: Ultrasonic Characterization of Bone (ESUCB), 2015 6th European Symposium on. [Nicolas Bochud](#); Laboratoire d'Imagerie Biomédicale, Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, INSERM, CNRS, 75006, France

## **ПЛАТА РАСШИРЕНИЯ ДЛЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ПО ОБРАБОТКЕ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ**

*Брагина А.Д.<sup>1</sup>, Киселева В.А.<sup>1</sup>*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Торгаев С.Н., к.ф.-м.н., доцент кафедры промышленной и медицинской электроники*

**Аннотация** – В данной работе представлены результаты разработки платы расширения для лабораторного комплекса по цифровой обработке сигналов. Приведена структурная схема платы, а также экспериментальные осциллограммы по получению сигналов различной формы с наложенными высокочастотными гармоническими помехами.

**Ключевые слова** – цифровая обработка сигналов, цифровой фильтр, генератор, синусоидальный сигнал.