

УДК 616.71-007.234

А.С. Смолка, студентка гр. ПБ-392мп, к.т.н., доц. Клочко Т.Р.

КПІ ім. Ігоря Сікорського

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ ОРГАНІЗМУ

Анотація. У роботі обґрунтовано актуальність вибраної теми, розглянуто основні методи денситометрії, що найбільш використані в клінічній практиці, на основі яких було визначено напрямок дослідження щодо щільності кісткової тканини. Ультразвуковий метод діагностики кісткової тканини дозволяє виявити остеопороз на нульовій стадії, а також є найбільш безпечним для використання.

Ключові слова: остеопороз, ультразвукова діагностика, денситометрія, мінеральна щільність кісткової тканини.

ВСТУП

Патологія кісткової тканини, за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), посідає четверте місце серед основних медико-соціальних проблем як в Україні, так і у всьому світі, після захворювань серцево-судинної системи, онкології та цукрового діабету. Насамперед, обумовлюють таку актуальність проблеми: її висока розповсюдженість, великий процент травматизму та інвалідність, як наслідки несвочасної діагностики та лікування.

Остеопороз (ОП) – системне метаболічне захворювання скелету, яке прогресує з віком, характеризується зменшенням кісткової маси тканини, порушенням мікроструктури кістки, що, як наслідок, призводить до підвищення крихкості кісток та збільшення ризику переломів [1]. У наших кістках містяться мінеральні речовини, зокрема кальцій і фосфор, які надають їм твердості та щільності. Остеопороз характеризується зменшенням вмісту цих мінеральних речовин у всіх кістках скелета.

Низька мінеральна щільність кісткової тканини (МЩКТ) є основним кількісним показником ОП, на основі ступеня зниження якого і діагностують захворювання. Наразі використовується єдиний універсальний діагностичний показник для усіх методик денситометрії – Т-критерій, котрий визначається як відношення фактичної кісткової маси пацієнта до вищого показника кісткової маси молодих здорових людей тієї ж статі, що розраховується у відсотках та стандартних відхиленнях [2]. Значення Т – критерію роз'яснюється наступним чином: від 3,0 до -1,0 – норма; від -1,0 до -2,5 – доклінічна стадія ОП - остеопенія; від -2,5 до -5,0 – ОП [3].

ІСНУЮЧІ МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ ОСТЕОПОРОЗУ

Найбільш поширеними методами неінвазійної діагностики є ультразвукова кісткова денситометрія, двох-енергетична рентгенівська денситометрія (абсорбціометрія), рентгенівська периферична кісткова денситометрія, двох-фотонна абсорбціометрія та кількісна комп'ютерна денситометрія. Рідше застосовують оптичний метод денситометрії, який полягає в аналізі оптичного випромінювання, що розповсюджується в біологічних тканинах, але цей метод ще тільки удосконалюється. Всі методи мають свої як переваги, так і недоліки.

Ультразвукова денситометрія заснована на вимірі швидкості поширення ультразвукової хвилі по поверхні кістки, а також на вимірі розсіювання хвилі в досліджуваній кістці. Вимірювані параметри можуть відображати еластичність,

щільність і твердість кісткової тканини [4]. Далі отримані результати аналізуються приладом, у порівнянні з нормативними значеннями, і видаються на монітор у вигляді графіка. Діагноз може бути встановлений відразу. Такий вид діагностики є найбільш поширеним та пріоритетним для початкової діагностики, адже можна виявити остеопороз на нульовій стадії з максимальною безпекою для пацієнтів, навіть для вагітних та новонароджених.

Двох-енергетична рентгенівська денситометрія (абсорбціометрія) – це найбільш точний спосіб виміру щільності кісткової тканини. За використанням двох різних рентгенівських променів проводиться оцінка щільності кістки в хребті та у стегновій кістці. Чим щільніше кісткова тканина, тим менший рентгенівський промінь через неї проходить. Зіставлення результатів абсорбції двох рентгенівських променів, що враховують поглинання кістковою тканиною й м'якими тканинами, дозволяє більш точно діагностувати зниження показника МЦКТ. За допомогою цього методу можна вимірювати від 2% втрати кісткової маси за рік [3]. Процедура займає мало часу, а дози радіаційного опромінення дуже низькі і практично дорівнюють величині натурального і безпечного радіологічного фону. Завдяки такому рівню опромінення, при необхідності, можна безпечно проводити діагностику всього скелета людини.

Рентгенівська периферична кісткова денситометрія має аналогічний двох-енергетичній денситометрії принцип одержання інформації та дозволяє вимірювати щільність кісткової тканини у таких зонах, як зап'ястя або п'яти. Периферичні денситометри – це портативне обладнання, яке зазвичай використовують для скринінгових досліджень та контролю лікування, адже для діагностики вони є не дуже ефективними.

Двох-фотонна абсорбціометрія, як метод дослідження, використовує радіоактивні ізотопи. Це дозволяє вимірювати щільність кісткової тканини в таких важкодоступних місцях, як стегнова кістка та хребет, але вимагає набагато більше часу для одержання результатів дослідження. Незважаючи на дуже низькі дози радіації, не є дуже поширеним у використанні методом.

Кількісна комп'ютерна денситометрія є різновидом томографії, який використовує рентгенівські промені для одержання дійсної картини й структури кісткової тканини в об'ємному зображенні. Метод комп'ютерної денситометрії дозволяє кількісно аналізувати ступінь поглинання рентгенівського випромінювання різними тканинами, в ньому відсутнє проєкційне накладення прилеглих кісткових структур і оточуючих тканин. Недоліками комп'ютерної денситометрії є більш висока доза опромінення, в порівнянні з іншими методами, вартість дослідження, а також складності при дослідженні периферичних зон.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метод кількісної ультразвукової кісткової денситометрії заснований на вимірюванні швидкості поширення ультразвукової хвилі вздовж або поперек кістки. Вимірюється швидкість проходження звуку, яка вказує на щільність кісткової тканини. Знаходження щільності кісткової тканини методом кількісної ультразвукової діагностики впливає з законів поширення

ультразвуку в різних середовищах (табл. 1). Чим вище щільність середовища, тим більше швидкість ультразвуку [5].

Тіньовий метод представляє собою поширення ультразвуку вздовж поверхні кістки. Використання даного режиму осьової передачі підходить для діагностики довгих кісток (велика гомілкорова або променева кістка). При цьому джерело і приймач ультразвукових сигналів знаходяться на одній стороні кістки. Другий метод заснований на поширенні ультразвуку поперек кістки, тобто режим поперечної передачі. Даний метод дозволяє виміряти швидкість ультразвуку в кістці при оцінці стану губчастих кісток (п'яткова кістка), виміряти товщину кістки. Датчики прийому і передачі ультразвукових хвиль розташовані на протилежних сторонах діагностується кістки.

Таблиця 1. Наближені значення швидкості ультразвуку в різних середовищах при температурі 36 °С

<i>Середовище</i>	<i>Щільність кг/м³</i>	<i>Швидкість ультразвуку м/с</i>
Повітря	1,3	330
Вода	1000	1430
Кров	1060	1570
Мозок	1025	1510
Жирова тканина	952	1450
М'язи	1075	1580
М'які тканини	1060	1540
Кістки (межі вимірювань)	1400-1900	4080

В результаті досліджень, у приладах даного типу ультразвукової денситометрії, передбачено усунення впливу шарів м'яких тканин, які можуть значно впливати на результат вимірювання параметрів кістки (а саме швидкості поширення ультразвуку). Включаючи в свій принцип роботи закони поширення ультразвукової хвилі під критичним кутом, та одночасно враховуючи вплив м'яких тканин, які можуть значно знизити точність вимірювання, даний метод визначення щільності кісткової тканини є найбільш ефективним для нашого дослідження. Запропонований перетворювач завдяки формі активного елемента перетворювача, що фокусує випромінювання на поверхні тканини, яку досліджують, забезпечує точне розташування діагностичного маніпулятора автоматизованої системи.

ВИСНОВКИ

Ехо-метод найбільш ефективно усуває вплив шарів м'яких тканин, тим самим підвищує точність визначення щільності кісткової тканини організму. Запропонований діагностичний маніпулятор завдяки параметрам формотворення підвищує ефективність застосування при визначенні втрати

щільності кісткової тканини. Завдяки цьому методу дослідження можливо підвищити економічну ефективність використання медичних приладів, що в свою чергу, підвищує шанси і надає можливість пацієнтам вчасно проходити діагностику. Вчасна автоматизована діагностика щільності кісткової тканини спільно з профілактичними методиками запобігання остеопорозу допоможе знизити медико-соціальні наслідки в нашій країні, що має значну економічну значущість.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Генант Г.К., Купер С., Пур Г. и др. Рекомендации рабочей группы ВОЗ по обследованию и лечению больных остеопорозом // Остеопороз и остеопатии. –1999. – №4. – С. 206.
- [2] Глухов А. В. и др. Остеопороз и хроническое обструктивное заболевание лёгких // Медицинский журнал «Новости медицины и фармации». – 2010. – 318: 28–32.
- [3] Kanis J. A. и др. Європейські рекомендації з діагностики та ведення остеопорозу у жінок в постменопаузальному періоді // Український ревматологічний журнал. – 2008. – 4 (34). – С. 10–15.
- [4] Тимчик Г.С., Скицюк В.І., и Клочко Т.Р. Інформаційні технології діагностики стану біотехнічних об'єктів : монографія. – Київ: НТУУ"КПІ", ВПК "Політехніка", 2017. – 344 с., іл.
- [5] Физические основы использования ультразвука в медицине : учебн. пособ. / И. И. Резников, В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов, А.Р. Зубарев та др. – Київ : УДК, 2015. – 13 с.

Наук. керівник – к.т.н., доц. Клочко Т.Р.