

ДОПЛЕРОГРАФІЯ В МЕДИЦИНІ

Анотація. У даній роботі наведені сучасні методи ультразвукової доплерографії, їх відмінності, недоліки та області застосування.

Ключові слова: доплерографія, ефект Доплера, неруйнівний контроль, медицина

ВСТУП

До теперішнього моменту люди почали більше уваги приділяти здоров'ю, але від зовнішніх факторів, які можуть на нього вплинути, ніхто не застрахований. Поганий стан навколишнього середовища, неякісні продукти і багато іншого може негативно вплинути на стан нашої серцево судинної системи. Щоб вчасно діагностувати патологію, використовують ультразвукову доплерографію, яка вже стала незамінна при діагностиці захворювань вен і судин голови, шії, серця та інших органів.

Доплерографія – метод діагностики, заснований на ефекті Доплера. Ефект Доплера описує зсув частоти сигналу в залежності від відносного руху джерела і приймача [1].

ОГЛЯД РІЗНОВИДІВ ДОПЛЕРОГРАФІЇ

Існує кілька основних різновидів проведення доплерографії [2]:

- неперервний доплер;
- імпульсний доплер;
- кольорове доплерівське картування;
- енергетичний доплер;
- тканинний доплер.

Кожен з цих методів має свої особливості, які доцільно використовувати в тому чи іншому випадку, залежно від того, що треба діагностувати і який результат ми хочемо отримати.

Неперервний доплер, його ще називають постійно-хвильовим, на відміну від інших режимів ультразвукового дослідження, заснований на постійному випромінюванні і постійному прийомі відбитих ультразвукових хвиль. Постійно-хвильовий доплер дозволяє вимірювати швидкість потоків крові уздовж всієї лінії проникнення променя.

Імпульсний доплер заснований на періодичному випромінюванні імпульсів ультразвукових хвиль, які, відбившись від клітин крові, послідовно сприймаються тим же датчиком [3]. На відміну від неперервного доплера за допомогою імпульсної доплерографії можна провести дослідження конкретної ділянки судини або серця, в якому ми реєструємо спектр кровотоку.

Метод кольорового доплерівського картування заснований на кодуванні в кольорі середнього значення доплерівського зсуву випромінюваної частоти. Методика забезпечує пряму візуалізацію потоків крові в серці і у відносно великих судинах. При цьому кров, що рухається до датчика, забарвлюється в червоний колір, а від датчика — в синій, турбулентні потоки позначаються білим

або зеленим кольорами, а кровоток, спрямований перпендикулярно до датчика — чорним [4]. Інтенсивність кольору зростає зі збільшенням швидкості кровотоку. Темні відтінки цих кольорів відповідають низьким швидкостям, світлі відтінки — високим.

Енергетичний доплер базується на оцінці низькошвидкісного кровотоку в дрібних судинах. Цей метод є модифікацією кольорового доплерівського картування і відрізняється від нього тим, що енергетичний доплер відображає рух в досліджуваній області і його інтенсивність, але інформація про швидкість і напрям при цьому відсутня.

Тканинний доплер аналогічний методу імпульсного доплера, але замість швидкості потоку крові, в ньому вимірюється швидкість руху тканин, при цьому сигнали від судин відкидаються. Часто є можливість будувати графіки не тільки швидкості, але і інших вимірюваних величин в реальному часі.

ПЕРЕВАГИ І НЕДОЛІКИ МЕТОДІВ

Кожен з методів має недоліки, які не дозволяють повною мірою діагностувати організм, тому метод обирається в залежності від поставленої задачі.

Так головним недоліком неперервної доплерографії є неможливість аналізу потоків в строго визначеному місці. Також частота відбитого сигналу змінюється не тільки внаслідок руху крові в досліджуваній судині, але і через будь-яких інших рухомих структур, які зустрічаються на шляху падаючої ультразвукової хвилі. Таким чином, визначається сумарна швидкість руху цих об'єктів без можливості виділення окремих ділянок внаслідок відсутності роздільної здатності по глибині. Цього недоліка позбавлений імпульсний метод, завдяки якому можна провести дослідження конкретної ділянки судини або серця, в якому ми реєструємо спектр кровотоку. Тобто цей метод позбавлений від головного недоліку постійно-хвильового доплера — відсутності роздільної здатності по глибині. При цьому, щоб домогтися гарної роздільної здатності, імпульси повинні бути якомога коротше.

У випадку, коли потрібно проводити сканування на великій глибині і працювати з великими швидкостями, то імпульсний доплер програє неперервному, оскільки він має обмеження у вимірюванні швидкостей на достатніх глибинах сканування. Для кожної частоти датчика і глибини, на якій ми досліджуємо кровоток, є певна максимальна швидкість, доступна для вимірювання. Якщо швидкість кровотоку перевищує цю межу, на спектрі він не поміщається. Тому в таких випадках доцільно використовувати неперервний доплер.

Як вже раніше зазначалося, тканинний доплер — те саме, що і імпульсний, але використовується для вимірювання швидкості руху тканин, тим самим здобуваючи здатність отримання ізольованого зображення серцевого м'яза без зображення крові, що міститься в порожнинах серця.

У кольоровому доплерівському картуванні недоліком є неможливість отримання зображення дрібних кровоносних судин з маленькою швидкістю кровотоку. За допомогою цієї методики не можна визначити розрахункові

індекси. Але він незамінний у випадках, коли потрібно охарактеризувати особливості кровотоку в органі та простежити хід судин, тобто, їх напрямок. Також даний метод має яскраво виражену залежність від величини доплерівського кута, чого в свою чергу позбавлений імпульсний метод, його головною перевагою є незалежність отримання зображення кровотоку від кута сканування. Це дозволяє візуалізувати кровоток навіть в судинах, які лежать перпендикулярно напрямку скануючого променя. Також енергетичний доплер має найвищу чутливість, дозволяє досліджувати дрібні кровоносні судини і має більшу частоту кадрів в порівнянні з іншими доплерівськими методами. Але і він має свої недоліки: велика чутливість до будь-якого руху датчика і досліджуваного об'єкта, не дає інформацію про середню швидкість кровотоку в окремих елементах зображення, а реєструє факт наявності кровотоку.

ВИСНОВКИ

У кожного виду доплерівського дослідження є своя перевага в чомусь перед іншими. В такому випадку кожне з них використовується для конкретного завдання, в залежності від ділянки, яку потрібно діагностувати.

Наприклад, режим неперервного доплеру має особливу цінність при дослідженнях високошвидкісних потоків. Такий кровоток є в серці, тому даний режим найбільш затребуваний саме в кардіології.

Але в основному дані методи використовують комбіновано. Часто кольоровий і імпульсний доплер використовуються разом: кольоровий – для знаходження судини, імпульсний – для оцінки швидкості кровотоку в ній. Це дуже корисно при ультразвуковому дослідженні під час вагітності. Колірний і енергетичний доплер допомагають у виявленні кіст і пухлин, оскільки внутрішній вміст кістки позбавлене судин. Тканинний доплер застосовується спільно з імпульсним доплером в ехокардіографії для оцінки скорочувальної здатності міокарда.

Таким чином, використовуючи доплерівські методи спільно, можна дати точну оцінку діагностування організму в різних випадках.

СПИСОК ВКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Галаган Р. М. Теоретичні основи ультразвукового неруйнівного контролю: підручник / Р. М. Галаган. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 263 с.
- [2] Цапенко В. К. Основи ультразвукового неруйнівного контролю / В. К. Цапенко, Ю. В. Куц. – Київ: НТУУ "КПІ", 2009. – 431 с.
- [3] Доплерографія [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://studopedia.org/5-55979.html>.
- [4] Ультразвуковое исследование [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ультразвуковое_исследование.

Науковий керівник – к.т.н, доц. Галаган Р.М.