

БЕЗПЕКА ПРАЦІ ПРИ РОБОТІ З МАГНІТНО-РЕЗОНАНСНИМ ТОМОГРАФОМ

*Казанцева І., студентка (гр. БМ-51, ФБМІ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Демчук Г. В., к.т.н., доцент (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

Магнітно-резонансний томограф - томографічний метод дослідження внутрішніх органів і тканин з використанням фізичного явища ядерного магнітного резонансу - метод заснований на вимірюванні електромагнітного відгуку ядер атомів водню на збудження їх певною комбінацією електромагнітних хвиль в постійному магнітному полі високої напруженості.

Томографія дозволяє візуалізувати з високою якістю головний, спинний мозок та інші внутрішні органи. Сучасні методики МРТ роблять можливим неінвазивної (без втручання) досліджувати функцію органів - вимірювати швидкість кровотоку, струму спинномозкової рідини, визначати рівень дифузії в тканинах, бачити активацію кори головного мозку при функціонуванні органів, за які відповідає дана ділянка кори (функціональна МРТ).

Метод ядерного магнітного резонансу дозволяє вивчати організм людини на основі насиченості тканин організму воднем і особливостей їх магнітних властивостей, пов'язаних з перебуванням в оточенні різних атомів і молекул. Ядро водню складається з одного протона, який має магнітний момент (спін) і змінює свою просторову орієнтацію в потужному магнітному полі, а також при впливі додаткових полів, званих градієнтними, і зовнішніх радіочастотних імпульсів, що подаються на специфічній для протона при даному магнітному полі резонансної частоті. На основі параметрів протона (спинив) і їх векторному напрямку, які можуть перебувати лише в двох протилежних фазах, а також їх прихильності до магнітного моменту протона можна встановити, в яких саме тканинах знаходиться той чи інший атом водню.

Перші томографи мали індукцію магнітного поля 0,005 Тл, проте якість зображень, отриманих на них, була низькою. Сучасні томографи мають потужні джерела сильного магнітного поля. В якості таких джерел застосовуються як електромагніти (до 9,4 Тл), так і постійні магніти (до 0,7 Тл). При цьому, так як поле повинно бути досить сильним, застосовуються надпровідні електромагніти, що працюють в рідкому гелії, а постійні магніти придатні тільки дуже потужні, неодимові. Магнітно-резонансний «відгук» тканин в МР-томографах на постійних магнітах слабкіше, ніж у електромагнітних, тому область застосування постійних магнітів обмежена.

Однак, постійні магніти можуть бути так званої «відкритої» конфігурації, що дозволяє проводити дослідження в русі, в положенні стоячи, а також здійснювати доступ лікарів до пацієнта під час дослідження і проведення маніпуляцій (діагностичних, лікувальних) під контролем МРТ - так звана інтервенційна МРТ.

У продажу представлено обладнання МРТ у великому асортименті. Воно відрізняється технічними характеристиками, розмірами, конструктивними

особливостями. Тому при виборі апаратів для обстежень потрібно керуватися значущими параметрами. Ключовим критерієм є показник (Тесла), що визначає індукцію магнітного поля [1].

Прилади МРТ підлягають обов'язковій сертифікації в системі УкрСЕРПО в Україні і повинні відповідати: ДСТУ 3798-98, ГОСТ 23450-79, ГОСТ 29156-91, ГОСТ 29191-91, ГОСТ 30324.5-95, ГОСТ 30376-95 [2].

У складі МРТ є три елементи, які створюють електромагнітне випромінювання:

1. Магніт (постійний або надпровідний).
2. Градієнтні котушки, які створюють змінне поле.
3. РЧ котушки передають і приймають радіочастотний сигнал.

Під час МРТ на пацієнта діє постійне магнітне поле, змінне магнітне поле, радіочастотний імпульс. Даний факт слід враховувати, щоб виключити небажані біологічні ефекти.

Класифікація біоефектів взаємодії електромагнітного поля з людиною:

1. Прямі:
 - теплові (нагрів тканини, опіки);
 - нетеплові (кардіостимуляція, стимуляція м'язів, нервів, органів почуттів (запаморочення або поява фосфенів)).
2. Непрямі (тяжіння феромагнетиків, ризик виникнення аварійної ситуації).

Фактори впливу електромагнітного поля на людину:

Постійне ЕМВ В (0) - ≥ 1 Тл, магнітогідродинамічний ефект, тяжіння феромагнітних об'єктів (сила, момент).

Градієнтне ЕМВ В (Гр) - низькочастотне, змінне в просторі і в часі. Магнітофосфени, кардіостимуляція, м'язова стимуляція, порушення периферичної нервової системи.

Бездротове ЕМВ В (рч) - високочастотне, змінне в часі. Нагрівання тканини, вплив на імплантовані медичні вироби.

Всі залізовмісні предмети з великою силою притягуються всередину МР-томографа, в тому числі шпильки, шпильки, монети, пряжки від ременів і т.д. У магнітному полі порушується робота (аж до повного псування) електронних пристроїв, в тому числі мобільних телефонів, комп'ютерів, годин, карт пам'яті і т.д.

Тому абсолютно протипоказано дослідження МРТ (і навіть вхід в приміщення з МР-томографом) пацієнтам:

- з наявністю кардіостимулятора;
- з феромагнітними або електричними протезами;
- з гемостатичними кліпсами в центральній нервовій системі;
- з металевими осколками в очниці.

Решта протипоказання відносні і до них відносяться:

- інсулінові насоси;
- неферомагнітними протези, слухові імпланти;

- штучні клапани серця;
- феромагнітні внутрішньосудинні спіралі, стенти і фільтри;
- вагітність.

Крім перелічених вище факторів під час МРТ досліджень на пацієнта та персонал постійно здійснюється вплив наступних небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- рухомі механізми і частини МР-томографа;
- системи працюючі під тиском;
- підвищена температура повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму та вібрації;
- підвищений рівень ультразвуку;
- підвищений рівень інфразвукових коливань;
- підвищена вологість повітря;
- підвищена іонізація повітря;
- підвищений рівень статичної електрики;
- підвищений рівень ультрафіолетового випромінювання;
- підвищений рівень інфрачервоного випромінювання.

Як бачимо на пацієнта і персонал під час проведення МРТ досліджень впливає цілий комплекс небезпечних і шкідливих виробничих факторів, тому і захист повинний проводитися комплексно з урахуванням всіх потенційних небезпек. Так в кабінетах МРТ повинні дотримуватися такі вимоги:

- повинен бути санітарний паспорт;
- ефективна доза опромінення не повинна перевищувати 0,02 Зв на рік в середньому за будь-які послідовні 5 років, але не більше 0,05 Зв на рік. Ефективна доза опромінення не повинна перевищувати за період трудової діяльності (50 років) 1,0 Зв;
- повинен здійснюватися протягом всього робочого дня індивідуальний дозиметричний контроль;
- харчові продукти, одяг та інші предмети працівників повинні зберігатися тільки в спеціально виділених місцях;
- працівниками повинні застосовуватися колективні засоби захисту (ширми) і прогумовані засоби індивідуального захисту (далі - ЗІЗ) (фартух, спідниця, рукавички та інше) під час роботи в зоні іонізуючого випромінювання;
- ЗІЗ працівників повинні використовуватися зі штампами та відмітками, які означають свинцевий еквівалент і дату перевірки. Перевірка ЗІЗ повинна проводитися один раз в два роки службою радіаційної безпеки. При порушенні цілісності застосування ЗІЗ забороняється;
- працівники повинні носити в рентгенодіагностичних відділеннях (кабінетах) санітарний одяг (халат, шапочка), при роботі в рентген-операційній - марлеву пов'язку і бахіли;

- під рукавички з просвинцьованої гуми працівники повинні застосовувати бавовняні рукавички для захисту рук від свинцевмістованого матеріалу;

- біля входу в рентгенодіагностичне відділення (кабінет) на висоті 1,6 - 1,8 м від підлоги або над дверима повинна розміщуватись світлове табло (сигнал) "Не заходити" біло-червоного кольору, автоматично загоряється при включенні рентгенівської установки [3].

Крім того приміщення кабінету МРТ повинні бути обладнані: примусовою припливно-витяжною системою вентиляції, що забезпечує зниження вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони до концентрації, допустимої санітарними нормами і правилами; системами кондиціонування повітря; системами опалення.

Правильне і чітке виконання вимог чинних в Україні нормативних документів, своєчасне і оперативне застосування методів і засобів колективного та індивідуального захисту дозволить забезпечити безпеку під час проведення МРТ досліджень.

Література

1. Класифікація апаратів МРТ: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: - http://mrtyalta.ru/klassifikacija_apparatov_mrt.

2. ДСТУ 3798-98. «Вироби медичні електричні. Частина 1. Загальні вимоги безпеки».

3. Охорона праці. Охорона здоров'я. №1. Забезпечення безпечних умов праці медичних робітників, зайнятих в кабінетах магнітно-резонансної томографії. – січень-березень 2014.

4. Безпека в кабінеті МРТ: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: - <http://24radiology.ru/fizika/bezopasnost-v-kabinete-mrt/>.

5. Безпека при МРТ обстеженні: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: - <http://nczd.ru/bezopasnost-pri-mrt-issledovaniyah/>.