

Hepatol. Res. – 2005. – Vol. 32, p. 107-116.

5. Leuschner U. Non-alcoholic steatohepatitis. – 3rd revised edition. – Frankfurt on Main, 2004. p. 3-32.

6. Medina J., Fernandes-Salazar L.I., Garcia-Buey L. Approach to the pathogenesis and treatment of nonalcoholic steatohepatitis // Diabetes Care. – 2004.

– Vol. 27. – p. 2057 – 2066.

Yokohama S., Tokusashi Y., Nakamura K. et al. Inhibitory effect of angiotensin II receptor antagonist on hepatic stellate cell activation in non-alcoholic steatohepatitis // World J. Gastroenterology. – 2006. – Vol. 12, N 2. – p. 322 – 326.

Науковий рецензент кандидат медичних наук, доцент Красюк О.А.

УДК 615.8

ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ НАДВИСОКОГО ДІАПАЗОНУ НА СЕРЦЕВО-СУДИННУ СИСТЕМУ

М.М. Селюк, кандидат медичних наук, доцент, професор кафедри військової терапії Української військово-медичної академії

В.С. Потаскалова, Дорожня клінічна лікарня № 2 м. Київ

Резюме. У статті розглянутий вплив надвисоких частот електромагнітного випромінювання на живий організм. Показана актуальність проблеми дослідження розвитку захворювань серцево-судинної системи, зокрема артеріальній гіпертензії, у людей, що попадають під тривалий вплив електромагнітного поля радіочастот.

Ключові слова: електромагнітне поле, електромагнітне випромінювання, надвисокі частоти, розвиток патології серцево-судинної системи, артеріальна гіпертензія.

Вступ. Цілеспрямоване використання електромагнітної енергії в різноманітних галузях діяльності людини призвело до того, що антропогенні електромагнітні випромінювання в десятки тисяч разів перевищують природний електромагнітний фон [7].

Електромагнітні хвилі різних частотних діапазонів набули широкого застосування в промисловості, науці, техніці, медицині, радіолокації, радіометеорології, радіонавігації, у космічних дослідженнях, ядерній фізиці і інших напрямках діяльності людини [5].

Під вплив надвисоких частот (НВЧ) електромагнітного випромінювання (ЕМВ) потрапляють робітники телерадіостанцій, персонал транкінгової мережі [9], авіадиспетчери, військові та моряки на

радарних установках [16], працівники метеорологічних радіолокаторів [6, 1].

НВЧ хвилі викликають порушення нейрогуморальної регуляції, зміни функції деяких ендокринних залоз, діють на ДНК, РНК, порушуючи їх функцію [2]. НВЧ електромагнітного поля (ЕМП) впливають на серцево-судинну, імунну системи, органи травлення, органи зору, кров, нервову систему.

Важливим є визначення впливу НВЧ на захворювання серцево-судинної системи, зокрема розвиток та особливості перебігу артеріальної гіпертензії у осіб, які працюють в умовах тривалого впливу ЕМВ.

Патологія серцево-судинної системи, що діагностується у пацієнтів, які працюють в умовах електромагнітних полів малої

інтенсивності [3], представлена нейроциркуляторною дистонією, гіпертонічною хворобою, порушенням серцевого ритму, атеросклерозом та міокардіосклерозом. За даними досліджень, що були опубліковані раніше, відмічається невелике збільшення систолічного викиду та хвилинного об'єму крові, зниження периферичного судинного опору, відносно невелике підвищення тону артерій м'язового типу, нерізко виражені зміни ЕКГ (помірні порушення атріо-вентрикулярної та внутрішньошлуночкової провідності, нерізкі дифузні м'язові зміни, ознаки вінцевої недостатності).

Мета. Метою дослідження було вивчення впливу надвисоких частот електромагнітного випромінювання на серцево-судинну систему за літературними даними.

Результати дослідження та їх обговорення. Захворювання, пов'язані з впливом електромагнітних випромінювань малої інтенсивності, проявляються у вигляді граничних нервово-психічних розладів у поєднанні із синдромом вегетативної дистонії, з характерними суб'єктивними розладами, порушеннями центральної нервової системи, серцево-судинної системи, шлунково-кишкового тракту, репродуктивної функції, імунного статусу, змінами біохімічних та гематологічних показників крові. Залежно від стадії захворювання, виявленні порушення можуть носити стійкий характер та не зникати після припинення контакту з ЕМП. До віддалених наслідків хронічного впливу електромагнітних полів радіочастотного діапазону слід віднести негативний вплив на потомство та синдром раннього старіння організму.

Електромагнітне опромінення людини радіохвилями супроводжується тепловими та нетепловими ефектами в біологічних тканинах та рідинах.

В зоні генерування ЕМП відбувається безперервний взаємний перехід електричного поля в магнітне. Електрична компонента ЕМП поглинається наперед усім в середовищі, де

знаходяться полярні молекули чи вільні електричні заряди. У якості акцепторів магнітної компоненти ЕМП можуть виступати гемоглобін та міоглобін, рухомі електричні заряди, що виникають при окислювально-відновлювальних реакціях в процесі клітинного метаболізму, вільні радикали, що виникають при біохімічних та механохімічних реакціях, а також потрапивши в легені людини з повітрям у вигляді пилу феромагнітні частинки. Поглинання енергії в рідинах, тканинах організму вкрай нерівномірне.

Існують роботи по обстеженню пацієнтів, опромінених електромагнітними полями радіочастотного діапазону, включаючи НВЧ, УВЧ, мікрохвилі, за 50 років, з 1956 по 2006 роки [10]. Аналіз підтверджує існування синдрому як медичного явища в результаті гострого та хронічного опромінення електромагнітними полями радіочастотного діапазону з не смертельною інтенсивністю, рівною чи більшою 10 мВт/см^2 . Симптоми включають в себе реакції центральної нервової системи та клінічні прояви автономних систем, проявляючись в діенцефальних та астенічних змінах в настрої та поведінці. Клінічні прояви мають серцево-судинну, шлунково-кишкову чи ендокринну природу.

Оскільки судинна та нервова системи є складовими електрично збудливих тканин, можливо, що вони можуть стимулюватись ЕМП [11]. Практично відсутні дослідження про вплив професійної дії 50 Гц ЕМП на нейровегетативну регуляцію серцево-судинної функції. Проведений аналіз автономної функції (оцінка варіабельності серцевого ритму) у робочих, що професійно потрапляють під вплив ЕМП 50 Гц. Результати досліджень підтвердили, що професійна дія 50 Гц ЕМП може впливати на нейровегетативну регуляцію серцево-судинної системи. 3 електромагнітними полями частотою 50 Гц пов'язують зміни варіабельності серцевого ритму, що може створювати підвищений ризик розвитку ускладнень хвороб серцево-судинної системи [8, 13]. Під впливом 50 Гц магнітного поля змінюються середній час між ударами

серця (зростання 8%), стандартне відхилення між ударами серця (40% зростання), загальне число інтервалів між ударами (110%) [18]. Все це свідчить про те, що зміни цих параметрів пов'язані із впливом магнітного поля.

Попередні дослідження показали, що дія електромагнітних хвиль 37 Гц збільшує ноцециптивну чутливість. Систолічний тиск значно збільшився під час електромагнітного випромінювання [15].

ЕМВ мм-діапазону впливає на різні механізми розвитку серцевої недостатності у хворих з ішемічною хворобою серця [4].

Найбільші зміни з боку серцево-судинної системи виявлені у працюючих з радарними пристроями. Вплив на здоров'я імпульсних серій при частотах повторювання від 5 до 10 Гц, що часто використовуються в радіочастотних квадрупольних прискорювачах та радарх. Температурна реакція близько секунди, частотний діапазон реакцій від 200 кГц до 40 кГц та інтервал виміру щільності потужності від 0,02 до 20 мВт/см². В плані підвищення використання цих полів існує необхідність збору детальної інформації на біологічний та пов'язаний зі здоров'ям аспекти імпульсних полів.

Фізіологічні, біохімічні та психічні зміни у авіадиспетчерів наближаються до початкових після установки автоматизованої радарної системи. Підвищився артеріальний тиск із-за того, що збільшилось виділення катехоламінів. Секреція стероїдних гормонів значно зменшилась.

При обстеженні робочих цивільної авіації виявлено відносно високий ризик розвитку артеріальної гіпертензії та ішемічної хвороби серця, розвиток цих захворювань в молодому віці. Доведено, що це пов'язано з впливом НВЧ електромагнітних хвиль.

У спеціалістів, що обслуговують засоби локації, навігації та зв'язку виявлені наступні зміни: відмічається тенденція до збільшення частоти синдромів вегетативної та судинної дисфункції. Дані обстеження свідчать про передчасне старіння організму, (збільшення біологічного віку), підвищення артеріального

тиску. Дані соціально-гігієнічного дослідження дозволили констатувати високі рівні розповсюдженості захворювань серцево-судинної системи, в тому числі гіпертонічної хвороби, ішемічної хвороби серця у осіб, що обслуговують засоби локації, навігації та зв'язку. В віковій групі 40-49 річних майже у 30% співробітників реєструється гіпертонічна хвороба, коефіцієнт розповсюдження ішемічної хвороби серця становить 27,6 на 100 працюючих. В віці 50 років та старше біля 70% спеціалістів страждають на ішемічну хворобу серця [12].

Проаналізовані результати багаторічних досліджень стану здоров'я осіб, що потрапляли під вплив мікрохвиль, шуму, підвищеної температури. Встановили, що поле мікрохвиль, навіть те, що не перевищує гранично допустимий рівень у поєднанні з іншими негативними факторами виробничого середовища викликають зміни в серцево-судинній системі, гемостазі. Встановлено зміни в центральній та периферичній гемодинаміці, що виражається у збільшенні ударного та хвилинного об'ємів, неадекватному зниженні периферичного опору, питомого опору, в підвищенні всіх видів тиску, особливо середньодинамічного, збільшенні пружнов'язких властивостей судин, переважно м'язового типу.

Експериментальні дані, які отримані при вивченні впливу електромагнітних хвиль на стан серцево-судинної системи у тварин в експерименті підтверджують залежність вираженості змін не тільки від радіочастотного діапазону, але й від часу та інтенсивності експозиції.

Результатами біологічного експерименту встановлені закономірності реакцій відповіді організму експериментальних тварин на вплив ЕМП надвисокої частоти, створюваних радіолокаторними засобами спеціального призначення, які характеризувалися односпрямованими змінами функціонального стану при вивчених варіантах режимів дії і проявлялися: зрушенням функціонального стану центральної нервової системи, що

виражається у зміні балансу процесів збудження і гальмування з переважанням гальмування; змінами імунної реактивності організму з порушенням гуморальної ланки імунної системи і факторів неспецифічного захисту; зрушенням біохімічного гомеостазу; змінами метаболічних процесів, які свідчать про мембранотропний ефект впливу фактора; зміною репродуктивної функції, що проявляється гонадотропним і ембріотропним ефектами [14].

При експонуванні тварин мікрохвилями, особливо при високих частотах, можуть існувати порівняно великі теплові градієнти. Ці відмінності в середині організму можуть привести також до помітної різниці у ступені серцево-судинних змін в результаті зміни тривалості експозиції. При порівнянні теплових та серцево-судинних ефектів експонування однієї мікрохвильової частоти з ефектами одночасного експонування двома частотами було виявлено початкове підвищення артеріального тиску з наступним зниженням та прискоренням серцевих скорочень [17]. Щури експонувались мікрохвилями в одному з трьох режимів – 1 ГГц, 10 ГГц чи комбінацією 1 та 10 ГГц, при еквівалентній питомій швидкості абсорбції для всього тіла 12 Вт/кг. Безперервне опромінення здійснювали тваринам, що знаходились у Е- чи Н- положенні. Опромінення починали при ректальній температурі 37,5°C та продовжували до досягнення летальних температур. В обох положеннях час виживання був самим низьким у тварин, експонованих 1 ГГц, середній – комбінацією 1 та 10 ГГц, та найбільшим – в групі, що отримали 10 ГГц. В процесі опромінення артеріальний тиск спочатку підвищувався, а потім знижувався до настання смерті. Швидкість серцевих скорочень підвищувалась протягом періоду експозиції.

При вивченні термального розподілу на серцево-судинні відповіді на тривалу експозицію щурів до 94 ГГц радіочастотного ЕМВ прослідкували зміни артеріального тиску. Під час опромінення артеріальний тиск спочатку збільшувався, а потім знижувався до настання

смерті. Серцевий ритм збільшувався протягом всього періоду експозиції. Структура зміни артеріального тиску та серцевого ритму при експозиції до 94 ГГц ЕМП була подібною такої при експозиції до ЕМП більш низьких частот. Досліджено характер змін двомірної частотної площини при електромагнітному впливі на тварин з використанням спектральних методів: двомірної частотної площини та їх електросигналу; можна моделювати характер змін електромагнітних полів чи вирішити зворотне завдання, пов'язане з прогнозуванням впливу електромагнітних випромінювань на серцево-судинну систему.

Висновки

Дослідження впливу надвисоких частот електромагнітного випромінювання на живий організм залишається важливою проблемою сучасної медицини.

Вплив НВЧ ЕМВ на серцево-судинну систему потребує подальшого ретельного дослідження з визначенням інтенсивності та тривалості випромінювання на розвиток та особливості перебігу артеріальної гіпертензії для подальшого визначення небезпечного рівню впливу ЕМП на організм людини.

Не дивлячись на те, що є роботи що до розвитку патології серцево-судинної системи під впливом ЕМВ, як і суперечливі дані деяких авторів про відсутність негативного впливу ЕМВ НВЧ на здоров'я людей, ця проблема на теперішній час є ведучою для подальшого вивчення. Вплив ЕМВ на біологічні об'єкти більш глибоко вивчається останні 20 років, але ризик серцево-судинної патології має тенденцію до зростання. Артеріальна гіпертензія частіше стає неконтрольованою, частіше виникають такі ускладнення як гострі інфаркти міокарду та порушення мозкового кровообігу, виникають порушення ритму та ознаки безбольової ішемії міокарду, молодшає вік хворих, тому питання розвитку та перебігу патології серцево-судинної системи у людей, які потрапляють під тривалий вплив ЕМВ НВЧ потребує подальшого вивчення, та розробки методичних рекомендацій щодо проведення профілактичних медичних оглядів контингенту робітників.

Література

1. Бездольна І. С. Адаптаційно-приспосувальна діяльність та механізми структурно-функціональної реорганізації фізіологічних систем організму під впливом ЕМП при їх нормуванні у доквіллі: автореферат на здобуття наук. ступеня доктора. мед. наук: Бездольна Ірина Станіславівна. – Київ, 2003. – С. 17-18. – Р- 48021.
2. Волобуев А. Н. Курс медицинской и биологической физики: Для студентов, аспирантов и врачей / А. Н. Волобуев. – Москва. – 2002. – С. 432. – ISBN 5-7350-0335.
3. Гембицкий Е. В. О последствиях воздействия СВЧ поля / Гембицкий Е. В. // Военно-медицинский журнал. – 1972. – № 10. – С. 58-63.
4. Головачева Т. В. Актуальные вопросы и особенности применения электромагнитного излучения ММ-диапазона у больных с сердечно-сосудистой патологией / Т. В. Головачева, Т. Н. Афанасьева, С. С. Паршина, Е. В. Карченова, И. Ф. Ляльченко, В. Ф. Лукьянов, В. Д. Петрова, Ю. В. Ушаков, Н. В. Старостина // Биомед. технол. и радиоэлектрон. – 2002. – № 1. – С. 13-18.
5. Думанский Ю. Д. Метеорологические радиолокаторы как источник энергии электромагнитного поля сверхвысокочастотного диапазона и вопросы гигиены окружающей среды / Ю. Д. Думанский, Н. Г. Никитина, Л. Ф. Томашевская, Ф. Р. Холякко, К. С. Жупахин, В. А. Юрманов // Гигиена и санитария. – 1982. – № 2. – С. 7-11.
6. Гармаш В. Я. Динамическое изучение характера трудовой деятельности на организм лиц, подвергшихся сочетанному воздействию физических факторов малых уровней / В. Я. Гармаш, Н. П. Степанова, Н. Л. Попова // Рос.мед.-биол. Вестн. – 1998. – № 1-2. – С. 9-13.
7. Евстафьев В. Н. Электромагнитные излучения на транспорте как гигиеническая проблема / В. Н. Евстафьев, А. В. Скиба, С. В. Шеин // Актуальные проблемы транспортной медицины. – 2000. – № 1. – С. 85-91.
8. Жакун І. Б. Вплив магнітотерапії на загальні неспецифічні адаптаційні реакції пацієнтів залежно від тону вегетативної нервової системи // Медицинская реабилитация, курортология, физиотерапия. – 2003. – № 1. – С. 60-63
9. Логвиненко О. В. Наукові і практичні проблеми гігієни фізичних факторів / О. В. Логвиненко, А. В. Глембоцька, Ю. Д. Думанський, В. І. Назаренко, В. М. Проценко // Гіг. насел. місць. – 2004. – Вип. 43. – С. 227-233.
10. Лякута А. Г. Синдром радиоволновой болезни: вопрос медицинской сущности / А. Г. Лякута // Бюл. Науч. Сов. «Мед.-Экол. пробл. работающих». – 2005. – № 5. – С. 63-72.
11. Нетяженко В. З. Класифікація внутрішніх хвороб, частина I / В. З. Нетяженко – 2006. – К. – С. 18-19. – ISSN 1562-5079.
12. Пальцев Ю. П. Современное состояние гигиенической регламентации электромагнитных полей и перспективы гармонизации с зарубежными стандартами // Ю. П. Пальцев, Н. Б. Рубцова, Л. В. Походзей, Г. И Тихонова. // Медицина труда и промышленная Экология. – 2003. – № 5. – С. 13-17
13. Русин М. Н. Воздействие электромагнитных полей 50 Гц на показатели вариативности сердечного ритма персонала энергообъектов/ М. Н. Русин, Л. М. Фатхутдинова // Медицина труда и промышленная экология. – 2001. – № 11. – С. 5-9.
14. Тихонов М. Н. Электромагнитная безопасность: постижение реальности / М. Н. Тихонов, В. В. Довгуша // – 2001 – № 48. – С. 47-49, 50.
15. Ghione S. Human head exposure to a 37 Hz electromagnetic field: effects on blood pressure, somatosensory perception, and related parameters / S. Ghione, C. Del Seppia, L. Mezzasalma, M. Emdin, P. Luschi // Bioelectromagnetics. – 2004. – № 25(3). – P. 75.
16. Habash R. W. Health risks of electromagnetic fields. - Part I: Evaluation and assessment of electric and magnetic fields / R. W. Habash, L. M. Brodsky, W. Leiss, D. Krewski, M. Repacholi // Crit Rev Biomed Eng. – 2003 № 31(3). ? P. 95.
17. Jauchem J. R. Effects of low-level radio-frequency (3kHz to 300GHz) energy on human cardiovascular, reproductive, immune, and other systems: a review of the recent literature / J. R. Jauchem // Int J Hyg Environ Health. – 2008. – № 211(1-2). P. 1-29.
18. Tabor Z. Influence of 50 Hz magnetic field on human heart rate variability: linear and nonlinear analysis / Z. Tabor, J. Michalski, E. Rokita // Bioelectromagnetics. – 2004. – № 25(6). – P. 80.

Науковий рецензент кандидат медичних наук, доцент Скляр С.І.