

Вплив електромагнітного випромінювання надвисокочастотного діапазону на стан фільтраційної функції нирок у хворих на есенціальну артеріальну гіпертензію

М.М. Селюк

Українська військово-медична академія, м. Київ

У статті представлені результати обстеження хворих на артеріальну гіпертензію, які тривалий час працювали за умов впливу електромагнітного випромінювання надвисокочастотного (ЕМВ НВЧ) діапазону. Виявлено, що у більшості хворих на есенціальну гіпертензію, які працювали в умовах впливу ЕМВ НВЧ-діапазону, наявні більш виражені порушення фільтраційної функції нирок, ніж у пацієнтів з артеріальною гіпертензією, у яких не було аналогічного впливу. Відзначено достовірний кореляційний зв'язок між швидкістю клубочкової фільтрації і параметрами добового профілю артеріального тиску.

Ключові слова: есенціальна гіпертензія, фактори ризику, електромагнітне випромінювання надвисокочастотного діапазону, швидкість клубочкової фільтрації.

За статистичними даними МОЗ, на 1 січня 2011 року в Україні зареєстровано 12 122 512 хворих на артеріальну гіпертензію (АГ), що становить 32,2% дорослого населення країни. Основними чинниками, які зумовлюють зменшення тривалості життя та підвищення рівня смертності населення в Україні, у тому числі й працездатного, є неінфекційні хронічні захворювання, зокрема, серцево-судинні – 65,2%. У працездатного населення смертність визначається майже порівну внеском хвороб системи кровообігу (29,4%) та злоякісних новоутворень (22,7%) [2].

Відомо, що умови праці суттєво впливають на перебіг АГ, зокрема, електромагнітне випромінювання (ЕМВ) надвисокочастотного (НВЧ) діапазону. Під час обстеження спеціалістів, які обслуговують засоби радіолокації, радіонавігації та зв'язку, встановлено, що ЕМВ НВЧ-діапазону викликають зміни в клітинах організму [8].

У патогенезі розвитку АГ [12], атеросклерозу та ішемічної хвороби серця так само, як і в багатьох інших захворювань [11] і взагалі процесів старіння, лежить окисне пошкодження клітин.

Ступінь вираженості змін та часу розвитку патології залежить від стажу роботи, енергетичної експозиції електромагнітних полів, особливостей випромінювання (модульоване, переривчасте, імпульсне, місцеве, загальне), вихідного стану [3].

Вплив електромагнітних хвиль малої інтенсивності викликає зміни біохімічних та гематологічних показників крові [9].

Основним патогенетичним механізмом патологічних змін під час дії на організм ЕМВ є безпосередній вплив на тканини, рефлекторні зміни з боку низки органів і систем, у першу чергу – серцево-судинної системи та первинні зміни функціонального стану центральної нервової систе-

ми, із порушенням нейрогуморальної регуляції. Найбільш чутливим до впливу ЕМВ є гіпоталамус, де зосереджені вищі вегетативні центри. Вплив електромагнітних хвиль викликає дезадаптацію організму, порушує придбану раніше стійкість до різних несприятливих факторів, а також порушує деякі пристосувальні реакції [14].

Електромагнітне поле (ЕМП) розглядається як сукупність одночасно існуючих електричного та магнітного його компонентів, які взаємно перетворюються одне в одне [1].

Це поле поширюється в оточуючому просторі на значні відстані у вигляді електромагнітних хвиль (ЕМХ) зі швидкістю світлових хвиль – 3×10^8 м/с.

Електромагнітне опромінення людини радіохвилями супроводжується тепловими та нетепловими ефектами в біологічних тканинах та рідинах [6].

Експериментально-математичним шляхом визначений механізм впливу зовнішнього ЕМП на біологічні системи, що полягає в змінах швидкостей біохімічних реакцій внаслідок змін конформаційних властивостей води в ЕМП [4].

Магнітні поля, які створюються відкритим розподільним обладнанням у навколишньому середовищі та на робочих місцях, сягають достатньо високих рівнів [5].

Медико-соціальне значення АГ пов'язано з тим, що існує кореляційний зв'язок між рівнем АГ та ризиком серцево-судинних ускладнень. Відомо, що ризик серцево-судинних ускладнень збільшується залежно від збільшення рівня артеріального тиску (АТ) [7].

ЕМП за певних умов можуть чинити шкідливий вплив на організм людини: досить часто виявляють зміни в стані нервової системи (дратівливість, млявість), серцево-судинної (порушення серцевого ритму, підвищення АТ) [10], ендокринної систем, а також в імунному статусі організму (пригнічення імунологічної реактивності).

Основним патогенетичним механізмом патологічних змін під час дії на організм ЕМХ є безпосередній вплив на тканини, первинні зміни функціонального стану центральної нервової системи із порушенням нейрогуморальної регуляції, рефлекторні зміни з боку низки органів і систем, у першу чергу – серцево-судинної системи. Запропоновано певний симптомокомплекс змін у стані здоров'я людей, що потрапляли під вплив ЕМП, розглядати як «радіохвильовий синдром» [5].

Вплив ЕМП на організм супроводжується активацією утворення супероксидних радикалів, порушенням енергозабезпечення, цілісності мембран. За даними літератури, хронічна форма ураження з розгорнутою клінічною симптоматикою виникає внаслідок тривалого впливу ЕМВ

Параметри функції нирок у хворих на есенціальну артеріальну гіпертензію різних груп та групи контролю, $\bar{X} \pm SD$

| Параметри | Групи обстежених | | | P |
|---|-------------------|-----------------|-----------------|--|
| | I група (n=80) | II група (n=80) | Контроль (n=40) | |
| Стандартизована ШКФ, мл/хв/1,73м ² | 88,0±14,9 | 99,8±12,6 | 124,8±10,5 | $P_1 < 0,05$ $P_2 > 0,05$ $P_3 > 0,05$ |
| Сечовина, ммоль/л | 6,6±1,4 | 6,1±1,9 | 6,0±0,6 | $P_1 < 0,0001$ $P_2 < 0,005$ $P_3 < 0,0001$ |
| Креатинін, мкмоль/л | 91,96±13,0 | 80,06±8,4 | 66,5±6,1 | $P_1 < 0,05$ $P_2 < 0,05$ $P_3 > 0,05$ |

Примітка: P_1 – достовірність різниці між хворими на ЕГ I групи та II групи,
 P_2 – достовірність різниці між хворими на ЕГ I групи та обстеженими III групи,
 P_3 – достовірність різниці між хворими II групи та чоловіками III групи.

(стаж роботи не менше 10–15 років). При цьому інтенсивність випромінювання нижче від теплового порогу.

Встановлено, що ЕМВ чинить на біологічні об'єкти термічний (теплова дія) і специфічний біологічний ефекти (радіохвилева дія).

Теплова дія ЕМВ ґрунтується на первинних процесах взаємодії ЕМХ з молекулами тканин. У результаті кожної зміни напрямку ЕМП виникають коливання і переміщення іонів у тканинах організму. Електромагнітна енергія в біологічному середовищі поглинається молекулами та перетворюється на кінетичну енергію. Цей процес супроводжується виділенням теплоти та підвищенням температури тканин.

Залежно від часу впливу ЕМВ на біологічні системи організму порушення функцій можуть мати стійкий характер та не зникати після припинення впливу ЕМВ [13].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Обстежено 240 осіб, серед яких 80 хворих чоловіків на есенціальну артеріальну гіпертензію (ЕГ), які працювали в умовах впливу ЕМВ НВЧ-діапазону (I група), 80 хворих чоловіків на есенціальну артеріальну гіпертензію, які не зазнавали тривалого впливу ЕМВ НВЧ-діапазону (II група), та 40 практично здорових чоловіків відповідного віку без шкідливого впливу факторів виробництва (група контролю). Вік обстежених чоловіків становив від 25 до 47 років (36,6±5,3 року), тривалість захворювання становила від 1 до 11 років (у середньому 3,7±1,9 року). Час роботи в умовах впливу ЕМВ НВЧ-діапазону від 4 до 22 років. Сумарна отримана доза ЕМВ НВЧ була в середньому 17151,7±7102,4 кВт.

У дослідження не включали пацієнтів з ЕГ III стадії. У роботі застосовували загальноприйняті критерії діагностики і класифікації артеріальної гіпертензії згідно зі стандартами, рекомендованими Українською Асоціацією кардіологів (2008 р.). Усі пацієнти з ЕГ отримували лікування згідно з чинними рекомендаціями Української Асоціації кардіологів з профілактики та лікування АГ (2008 р.).

Усім хворим визначали стадію та ступінь АГ. Оцінювання стадії АГ проводили з урахуванням ураження органів-мішеней. Ступінь АГ визначали за допомогою доброго моніторингу АТ (ДМАТ).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Серед пацієнтів з ЕГ, що працювали в умовах впливу ЕМВ НВЧ, гіпертонічна хвороба I стадії виявлена у 21 хворого (26,25%), гіпертонічна хвороба II стадії – у 59 хворих (72,75%). Серед пацієнтів з ЕГ II групи гіпер-

тонічну хворобу I стадії діагностовано у 19 чоловіків (23,75%), II стадії – у 61 чоловіків (76,25%).

На момент обстеження ступінь ЕГ у хворих, що працювали в умовах впливу ЕМВ НВЧ-діапазону, розподілялися наступним чином: 1-й ступінь виявили у 25 хворих (31,25%), 2-й ступінь – у 49 хворих (61,25%), 3-й ступінь – у 6 чоловіків (7,5%). У пацієнтів II групи ЕГ 1-го ступеня виявлена у 57 осіб (71,25%), 2-го ступеня – у 21 чоловіка (26,25%), 3-го ступеня – у 2 обстежених (2,5%).

Швидкість клубочкової фільтрації (ШКФ) розраховували за формулою, яка отримана в дослідженні MDRD (Modification of Diet in Renal Disease Study) (мл/хв/1,73м²):

$$\text{ШКФ} = 186 \times (\text{креатинін сироватки, мг/дл})^{-1,154} \times (\text{вік, роки})^{-0,203}$$

ШКФ від 90 до 100 мл/хв/1,73 м² – стадія 1: пошкодження нирок з нормальною або посиленою ШКФ.

ШКФ від 50 до 89,99 мл/хв/1,73 м² – стадія 2: пошкодження нирок з легким порушенням ШКФ.

ШКФ від 30 до 49,99 мл/хв/1,73 м² – стадія 3: помірне зниження ШКФ.

ШКФ від 15 до 29,99 мл/хв/1,73 м² – стадія 4: виражене зниження ШКФ.

ШКФ до 14,99 мл/хв/1,73 м² – стадія 5: ниркова недостатність.

Стандартизовану ШКФ розраховували за формулою, яка отримана в дослідженні MDRD (Modification of Diet in Renal Disease Study) (мл/хв/1,73м²). Визначали кількість добової сечі.

Було виявлено, що ШКФ у хворих на ЕГ обох груп знижена: у середньому до рівня ступеня 2 в I групі та до рівня ступеня 1 у хворих II групи (відповідно 88,0±14,9 мл/хв/1,73 м² та 99,8±12,6 мл/хв/1,73 м² проти 124,8±10,5 мл/хв/1,73 м² контролю; $P_1 < 0,05$, P_2 та $P_3 > 0,05$).

Рівень сечовини крові в середньому не відрізнявся у всіх обстежених (відповідно 6,6±1,4 ммоль/л, 6,1±1,9 ммоль/л та 6,0±0,6 ммоль/л; $P < 0,005$ – $0,0001$).

Рівень креатиніну крові у хворих на ЕГ, які працювали за умов впливу ЕМВ НВЧ був найвищий серед всіх обстежених (відповідно 92,0±13,0 мкмоль/л проти 80,1±8,4 мкмоль/л групи контролю та 66,5±6,1 мкмоль/л здорових чоловіків; P_1 та $P_2 < 0,05$) (таблиця).

Таким чином, у більшості хворих на ЕГ, які працювали в умовах впливу ЕМВ НВЧ-діапазону, виявлялися порушення фільтраційної функції нирок. Відзначено достовірний кореляційний зв'язок між ШКФ і параметрами ДПАТ, зокрема, САТ_{ср} та максимальним систолічним АТ. Зниження ШКФ у пацієнтів з ЕГ I групи зумовлює підвищений рівень креатиніну.

ВИСНОВКИ

Можна зробити висновок, що у хворих на ЕГ відзначається порушення фільтраційної функції нирок не лише внаслідок зміни системного АТ, а й за рахунок впливу ЕМВ НВЧ.

Влияние электромагнитного излучения сверхвысокочастотного диапазона на состояние фильтрационной функции почек у больных с эссенциальной артериальной гипертензией
М.Н. Селюк

В статье представлены результаты обследования больных с артериальной гипертензией, которые длительное время работали в условиях воздействия электромагнитного излучения сверхвысокочастотного (СВЧ) диапазона. Выявлено, что у большинства больных с эссенциальной гипертензией, которые работали в условиях воздействия электромагнитного излучения сверхвысокого диапазона, имеет более выраженное нарушение фильтрационной функции почек, чем у пациентов с артериальной гипертензией, у которых не было аналогичного воздействия. Отмечена до-

стоверная корреляционная связь между скоростью клубочковой фильтрации и параметрами суточного профиля артериального давления.

Ключевые слова: эссенциальная гипертензия, факторы риска, электромагнитное излучение сверхвысокочастотного диапазона, скорость клубочковой фильтрации.

Effects of electromagnetic radiation on the microwave range condition filtration function of the kidneys in patients with essential hypertension
M.N Selyuk

The paper presents the results of examination of patients with hypertension who have been working under the terms of electromagnetic radiation microwave range. We found that most patients with essential hypertension who worked under the extra-high frequency range electromagnetic radiation a violation of terms of filtration renal function than in patients with hypertension, who had no similar effect. Showed a significant correlation between glomerular filtration rate and the parameters of daily blood pressure.

Key words: essential hypertension, extra-high frequency range electromagnetic radiation, glomerular filtration.

Сведения об авторе

Селюк Марьяна Николаевна – Украинская военно-медицинская академия, 03049, г. Киев, ул. Курская, 13А; тел.: (044) 243-15-24.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Волобуев А.Н. Курс медицинской и биологической физики: для студентов, аспирантов и врачей / А.Н. Волобуев. – М., 2002. – С. 278–289, 432.
2. Наказ МОЗ України № 384 від 24.05.2012 Уніфікований клінічний протокол медичної допомоги при артеріальній гіпертензії <http://www.moz.gov.ua>
3. Никитина В.Н. О взаимосвязи раннего старения организма с воздействием электромагнитных излучений / В.Н. Никитина // Клиническая геронтология. – 1997. – № 3. – С. 14–18.
4. Сусак И.П. О первичных механизмах воздействия электромагнитных полей на биологические объекты / И.П. Сусак, О.А. Пономарев, А.С. Шигаев // Биофизика. – 2005. – Т. 50, № 2. – С. 367–370.
5. Филиппов Е.С. Влияние электромагнитных полей на биологические объекты / Е.С. Филиппов, Е.А. Ткачук // Сиб. мед. ж. – Томск, 2001. – № 1. – С. 15–19.
6. Электромагнитное поле радиоволн в онкологии / Орел В.Э. [и др.]. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 12.
7. Adrenergic mechanisms and remodeling of subcutaneous small resistance arteries in humans / E. Porteri, D. Rizzoni, M.J. Mulvany [et al.] // J Hypertens. – 2003. – Vol. 21. – № 12. – P. 2345?2352.
8. Ahamed V.I. Effect of mobile phone radiation on heart rate variability / V.I. Ahamed, N.G. Karthick, P.K. Joseph // Comput Biol Med. – 2008. – № 38 (6). – P. 709–12.
9. Blood parameters indicative of oxidative stress are associated with symptom expression in chronic fatigue syndrome / R.S. Richards, T.K. Roberts, N.R. McGregor [et al.] // Redox Rep. – 2000. – Vol. 5. – № 1. – P. 35–41.
10. Dikalov S. Measurement of Reactive Oxygen Species in Cardiovascular Studies / S. Dikalov, K.K. Griendling, D.G. Harrison // Hypertension. – 2007. – № 49 (4). – P. 717–727.
11. Effect of short wave (6-22MHz) magnetic fields on sleep quality and melatonin cycle in humans: The Schwarzenbury shut-down study / A. Ekkehardt-Siegfried, M. Roosli, M. Battaglia [et al.] // Bioelectromagnetics. – 2006. – Vol. 27. – № 2. – P. 142–150.
12. Ganzaes W. Molecular plasticity of vascular wall during N(G)-nitro-L-arginine-methyl ester-induced hypertension: modulation of proinflammatory signals / W. Ganzaes, V. Fantaine, M.E. Pueyo // Hypertension. – 2000. – Vol. 36. – P. 103–109.
13. Ozguner F. Mobile phone-induced myocardial oxidative stress / F. Ozguner, A. Altinbas, M. Ozaydin [et al.] // Toxicol Ind Health. – 2005. – № 21 (9). – P. 223–230.
14. Peroxynitrite is Involved in the dysfunction of vasorelaxation in SHR/NDmcr-cp rats, spontaneously hypertensive obese rats / S. Kagota, Y. Tada, Y. Kubota [et al.] // Cardiovasc Pharmacol. – 2007. – № 50 (6). – P. 85.

Статья поступила в редакцию 14.04.2013