

Ю.М. Колесник, В.О. Жулінський, А.В. Абрамов, М.А. Калініченко

Зміни деяких показників мозкового кровообігу та нейрогуморальної регуляції людини під впливом електромагнітного випромінювання мобільного радіотелефону

Исследовано влияние электромагнитного излучения мобильного радиотелефона на показатели кровоснабжения головного мозга, оцениваемые при помощи реоэнцефалографии, и на состояние нейрогуморальной регуляции организма человека с использованием метода анализа кардиоинтервалов. Установлено, что воздействие излучения мобильного радиотелефона приводит к неблагоприятным изменениям со стороны церебрального кровотока и системы нейрогуморальной регуляции.

ВСТУП

Активне використання людством мобільного зв'язку призвело до того, що вперше в історії еволюції більшість населення земної кулі тісно контактує з мобільним радіотелефоном – джерелом надвисокочастотних електромагнітних полів (ЕМП), що опромінює переважно головний мозок людини. Потужність цього випромінювання, за даними фірм-виробників, не перевищує встановлених гігієнічних нормативів, але є значно більшою за природний електромагнітний фон, до якого людина цілком адаптована. Численні дослідження впливу ЕМП мобільного телефону на організм користувачів дійшли різноманітних висновків [4, 5, 7], але беззаперечним залишається той факт, що людський організм «відповідає» на цей вплив, незважаючи на його низьку інтенсивність.

Метою нашого дослідження було вивчення стану церебрального кровообігу та системи нейроендокринної регуляції організму людини за умов впливу електромагнітного випромінювання мобільного радіотелефону.

МЕТОДИКА

Обстежено 52 практично здорових студентів-добровольців віком від 18 до 20 років. Як джерело електромагнітного випромінювання використовували мобільний телефон «Motorola v3690», для якого швидкість специфічної абсорбції (SAR – показник, що характеризує інтенсивність впливу ЕМП на живу тканину) відповідає середнім значенням серед найбільш поширених моделей мобільних радіотелефонів (0,9–1,1 Вт/кг) [2]. Під час експерименту телефон фіксували на спеціальному штативі та розташовували ліворуч поблизу голови обстежуваного, імітуючи звичайне його положення під час телефонної розмови. Щоб відтворити вплив ЕМП під час користування мобільним телефоном, експериментатор здійснював дзвінок на номер автовідповідача тривалістю 5 хв. На початку і наприкінці експерименту телефон вимикали.

Показники кровопостачання судинних ділянок головного мозку (фронтально-мастоїдальних – передніх та окципітально-мастоїдальних – задніх ділянок праворуч і

ліворуч) реєстрували з використанням комп'ютерного реографічного комплексу «ReoCom»; досліджувані показники (пульсове кровонаповнення, тонус великих судин, тонус середніх і малих судин, периферичний опір судин) оцінювали у відсотках порівняно з індивідуальними нормальними значеннями, прийнятими за 100 % [6]. Запис зазначених показників проводили до вмикання, одразу після вмикання телефону, в кінці 5-хвилинного зв'язку, відразу і через 5 хв після вимикання.

Для оцінки стану нейрогуморальної регуляції використовували 5-хвилинні записи кардіоінтервалів за допомогою комп'ютерного кардіографічного комплексу «CardioLab»: до вмикання, під час роботи та після вимикання мобільного телефону. Наступну обробку отриманих результатів проводили відповідно до стандартів Європейського товариства кардіології та Північноамериканського товариства кардіостимуляції та електрофізіології [8]. Показниками стану нейрогуморальної регуляції були: загальна потужність спектра кардіоінтервалів, потужність дуже низькочастотного, а також високочастотного діапазону, індекс вагосимпатичної взаємодії. Паралельно реєстрували інтегральні показники функціонування серцево-судинної системи (частоту серцевих скорочень, артеріальний тиск).

Статистичний аналіз отриманих результатів виконано за допомогою пакету програм Microsoft Excel з використанням критерію t Стьюдента. Різницю між досліджуваними показниками вважали вірогідною при $P < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Дослідження довели, що церебральний кровообіг під впливом електромагнітного випромінювання мобільного радіотелефону зазнає істотних змін (таблиця). В усіх досліджуваних судинних ділянках мозку

після вмикання телефону і під час 5-хвилинного опромінення вірогідно посилювалося пульсове кровонаповнення, що свідчить про підвищений приток артеріальної крові. За умов тривалого користування мобільним телефоном цей феномен переповнення кров'ю церебральних судин може призводити до підвищення внутрішньочерепного тиску та до появи головного болю, що притаманний багатьом користувачам телефону [4, 7].

Під впливом випромінювання мобільного телефону на тлі незмінного тонусу великих судин у лівій передній судинній ділянці розвивався спазм судин середнього та малого калібру. У лівій задній судинній ділянці після 5-хвилинного опромінення та через 5 хв після вимкнення телефону спостерігалось зниження тонусу судин середнього та малого калібру, а периферичний опір судин у цій ділянці вірогідно підвищувався як після вмикання телефону, так і після припинення впливу ЕМП. Підвищення периферичного опору судин на тлі зменшення тонусу середніх і малих судин свідчить про порушення відтоку крові, що також є одним з патогенетичних передумов збільшення внутрішньочерепного тиску. Ймовірно, що внаслідок змін судинного тонусу погіршується кровопостачання нейронів у всіх судинних ділянках головного мозку і насамперед в тих, що знаходяться безпосередньо поблизу телефону.

Відновлення більшості показників церебральної гемодинаміки було констатовано через 4–5 хв після вимкнення телефону, що збігається з даними літератури [1, 2]. Через 5 хв після закінчення опромінення в передній лівій судинній ділянці відзначено також зниження пульсового кровонаповнення, а в лівій задній ділянці – зменшення тонусу судин.

Разом зі змінами кровопостачання головного мозку, під впливом електромагнітного випромінювання мобільного радіотелефону змінювались і показники нейро-

Зміни реографічних показників церебрального кровообігу за умов впливу електромагнітного випромінювання мобільного радіотелефону (у відсотках від індивідуальних нормальних значень, які взято за 100 %), (M±m; n=52)

Судинні ділянки, показник	Вихідний стан	Одразу після вмикання телефону	5 хв опромінення	Одразу після вимикання телефону	5 хв після вимикання телефону
Ліві судинні ділянки					
передня					
пульсове кровонаповнення	82,0±7,9	92,7±7,8*	91,2±7,7*	80,0±7,4	78,3±7,6*
тонус великих судин	81,9±5,1	83,1±6,5	75,4±6,0	76,4±3,1	77,1±2,7
тонус середніх і малих судин	116,7±13,0	128,1±13,2*	129,1±16,6*	116,1±14,0	115,0±14,2
периферичний опір	101,6±7,9	101,4±7,5	104,1±11,3	106,7±11,2	97,5±9,5
задня					
пульсове кровонаповнення	92,2±4,8	96,2±4,5*	95,5±5,2*	91,4±5,3	91,4±5,4
тонус великих судин	81,4±3,0	83,1±2,6	82,2±3,3	80,8±3,9	78,6±3,5*
тонус середніх і малих судин	113,0±11,1	117,4±10,8	103,3±10,2*	114,1±12,7	104,4±9,3*
периферичний опір	95,4±9,5	106,2±10,9*	96,0±9,1	116,2±12,9*	105,0±11,6
Праві судинні ділянки					
передня					
пульсове кровонаповнення	78,1±5,4	89,2±5,5**	86,5±5,5*	82,6±5,4	80,5±4,9
тонус великих судин	76,5±2,0	75,4±1,9	81,6±8,6	78,6±3,0	75,4±2,0
тонус середніх і малих судин	112,6±12,7	110,6±13,4	109,6±14,9	113,2±13,9	107,7±11,6
периферичний опір	94,5±11,8	84,8±10,2	77,6±14,0	94,2±11,7	88,4±9,8
задня					
пульсове кровонаповнення	100,2±7,0	107,5±7,4*	109,1±7,9*	101,5±7,4	98,7±7,7
тонус великих судин	80,9±2,5	80,1±2,1	80,1±2,3	79,7±2,2	82,3±2,7
тонус середніх і малих судин	118,2±9,7	124,1±11,4	110,8±11,4	116,5±11,4	123,9±11,7
периферичний опір	96,8±11,5	96,1±12,5	85,5±10,4	98,4±12,5	103,1±13,4

*P<0,05, **P<0,001 порівняно з вихідними значеннями (до вмикання телефону).

гуморальної регуляції організму. Після ввімкнення мобільного телефону вірогідно знижувалася загальна потужність спектра кардіоінтервалів, що свідчило про зменшення сумарної активності регуляторних систем. Цей показник залишався вірогідно нижчим за вихідний також протягом перших 5 хв після вимкнення телефону. На тлі зниження загальної потужності нейрогуморальної регуляції вірогідно підвищилася низькочастотна складова та зменшилася дуже низькочастотна складова, що відповідає розвиткові стрес-реакції під час користування таким телефоном.

Можливими механізмами зрушення показників кровопостачання головного мозку та стану нейрогуморальної регуляції людини є: 1) поглинання енергії ЕМП біологічними тканинами, що викликає зміни просторової орієнтації (коливань) дипольних молекул, головним чином, води, з переходом енергії ЕМП у теплову та нагріванням тканин [1, 3]; 2) виникнення резонансу між частотами ЕМП і деякими частотами головного мозку, що може спричинювати пряме ушкодження нервових клітин; 3) нетермічний – інформаційний – вплив слабких ЕМП надвисокочастотного діапазону, що здатний порушувати

взаємодію нервових клітин і нейрогуморальну регуляцію організму в цілому [5].

ВИСНОВКИ

1. Під впливом електромагнітного випромінювання мобільного радіотелефону вірогідно змінюються показники церебральної гемодинаміки, що може стати патогенетичною передумовою для виникнення головного болю та порушення функціонування нейронів.

2. Вплив електромагнітного випромінювання мобільного радіотелефону викликає негативні зміни з боку нейрогуморальної регуляції, що відповідають зменшенню резервів та якості життя людини, розвиткові стрес-реакції у відповідь на опромінення.

**Ju.M.Kolesnik, V.A.Zhulinsky, A.V.Abramov,
N.A.Kalinichenko**

THE FEATURES OF SOME HUMAN NEUROFI-SIOLOGICAL PARAMETERS MODIFICATION UNDER THE INFLUENCE OF MOBILE PHONE ELECTROMAGNETIC EMISSION

It was investigated in experiment on volunteers the influence of mobile phone (MP) electromagnetic emission on brain blood supply rheoencephalographic parameters, and on status of neurohumoral regulation using the heart rate variability analysis. It was established that influence of MP electromagnetic emission results in adverse movement by cerebral blood flow and regulatory systems of organism.

Zaporizhzhya Medical University

Zaporiz. med. un-t

E-mail: zhulinsky@patho.zsmu.edu.ua

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Григорьев Ю.Г. Сотовая связь: радиобиологические проблемы и оценка опасности // Радиационная биология. Радиозэкология. – 2001. – 41, №5. – С.500–513.
2. Григорьев Ю.Г., Степанов В.С., Григорьев О.А., Меркулов А.В. Электромагнитная безопасность человека. Справочно-информационное пособие. – Рос. нац. комитет по защите от неионизирующих излучений. – 1999. – 146 с.
3. Кирчик О.П., Игнатов С.П., Падучев Н.В., Волкова Л.Е. Некоторые аспекты влияния сотовой связи на человека. – В кн.: Электромагнитные поля и здоровье человека: Материалы 3-й междунар. конф. «Электромагнитные поля и здоровье человека. Фундамент. и прикл. исслед.» (17–24 сент. 2002 г., Москва–Санкт-Петербург). – М., 2002. – С.69-72.
4. Кляп С.И., Курик М.В. Влияние слабых электромагнитных полей мобильного телефона на здоровье человека // Лікар. справа. – 2002. – №1. – С. 26–30.
5. Любимов В.В. Биотропность естественных и искусственно созданных электромагнитных полей. Аналитический обзор. – М.: ИЗМИРАН, 1997. – 85 с.
6. Ронкин М.А., Иванов Л.Б. Реография в клинической практике. – М.: МБН, 1997.
7. Худницкий С.С., Арбузов И.В. Особенности воздействия электромагнитных полей сотовых радиотелефонов на пользователей // Электромагнитные поля и здоровье человека: Материалы 3-й междунар. конф. «Электромагнитные поля и здоровье человека. Фундамент. и прикл. исслед.» (17–24 сент. 2002 г., Москва–Санкт-Петербург). – М., 2002. – С.67–69.
8. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task force of the european society of cardiology and the north american society of pacing and electrophysiology // Europ. Heart J. – 1996. – № 17. – P. 354–381.