

УДК 616.12-008.331.1-084-085:615.81/.82

В.М. Нагірняк, А.Є. Бранашко, І.Г. Кіфічак

**ВПЛИВ ПЕРІОДИЧНИХ МЕХАНІЧНИХ ВІБРАЦІЙ НА АРТЕРІАЛЬНИЙ ТИСК ЛЮДИНИ**

Вищий державний навчальний заклад України "Буковинський державний медичний університет", м. Чернівці

**Резюме.** У статті представлено результати дослідження змін артеріального тиску чоловіків і жінок під впливом десятихвилинного сеансу періодичних механічних вібрацій частотою за 720 коливань за хвилину. Збільшення систолічного тиску склало  $6,3 \pm 2,0$  mm Hg у жінок та  $11,1 \pm 2,7$  mm Hg у чоловіків. Збільшення діастолічного тиску склало  $1,9 \pm 1,2$  mm Hg у жінок та  $4,9 \pm 1,5$  mm Hg у чоловіків. Середні результати наведені разом із середньоквадратичними похибками. Обидві

категорії обстежуваних відзначали покращення загального самопочуття після 10 хвилин автоматичного вібромасажу грудної і черевної частин тіла. Відзначається також незначне збільшення частоти серцевих скорочень в обох групах обстежених. У жінок воно склало  $1,2 \pm 1,0$  скорочень за хвилину і  $1,2 \pm 2,0$  скорочень за хвилину в чоловіків.

**Ключові слова:** артеріальний тиск, механічні вібрації тіла, гіпертензія.

**Вступ.** Вивчення впливу механічних вібрацій на фізіологічну активність як тварин, так і людей має тривалу історію і представлено в численних публікаціях [4-9]. Зокрема, досліджено вплив низькочастотних коливань (частотою 60 Гц) на периферичну циркуляцію крові у людей. Відзначено зростання об'єму кров'яного потоку, так і збільшення діастолічного тиску в судинній системі людей, що зазнали дії механічних вібрацій [8]. Автори відзначають, що зростання циркуляції крові не пов'язано лише з метаболічною потребою тканин.

Добре розвинена васкулатура м'язів та несповільнена циркуляція крові сприяє швидшому відновленню тканин тіла [9]. Фізичні навантаження можуть збільшувати розмір капілярів в 100 разів. Ритмічні скорочення м'язів прискорюють периферичну циркуляцію крові. Дослідження показали, що низькочастотні (26 Гц) вібрації всього тіла впродовж 9 хвилин збільшують кровотік та об'єм крові у м'язах нижніх кінцівок [9].

Підтверджено, що використання низькочастотних механічних коливань допомагає в усуненні хронічного болю в нижній частині хребта [5]. У роботі зареєстровано зростання частоти серцевих скорочень (ЧСС) та артеріального тиску внаслідок періодичних механічних коливань.

Збільшення артеріального тиску і частоти серцевих скорочень в середньому на 10 відсотків зареєстровано внаслідок передачі низькочастотних вібрацій (15 Гц) через руку людини на її грудну частину впродовж 3 хвилин [6].

Не відзначено суттєвих змін у артеріальному тиску і ЧСС у обстежуваних після проведення сеансу вібромасажу з частотою 40 Гц впродовж п'яти хвилин [7]. Правда, виміри проводилися після 5-хвилинної перерви на відміну від дослідження, проведеного в даній роботі. Збільшення циркуляції крові, які спостерігали автори, віднесено за рахунок фізіологічних змін у периферичній системі кровообігу. Відзначається позитивний ефект механічних вібрацій на діаметр артерій і відсутність впливу вібрацій та температуру тіла [4].

**Мета дослідження.** Пошук шляхів ефективного немедикаментозного лікування гіпертензії за допомогою автоматичного вібромасажу шляхом дослідження його ефекту і визначення його кількісного впливу на артеріальний тиск та ЧСС як чоловіків, так і жінок різних вікових груп та попередньої історії хвороби, включаючи гіпертоніків та гіпотоніків.

**Матеріал і методи.** Механічні коливання збуджувалися промисловим вібромасажером СЦЕК моделі S780 виробництва компанії "Тянь-Ши" (Тянь-Цзінь, Китай). Фото апарата наведено на рис. 1.

Акронім СЦЕК означає стимулятор циркуляції енергії крові. Сама назва визначає його цільове призначення. Використання механічного вібромасажу в оздоровчих центрах підтверджує його загальнооздоровчу дію. У практиці він використовується при проблемах з опорно-руховою системою, артритом, варикозному розширенні вен, хронічних втомах. Тривалість вібраційного масажу контролюється вбудованим таймером.



Рис. 1. Вібратор механічних періодичних коливань (СЦЕК) з таймером та гумовою платформою

Центральна вібраційна платформа генерує вібрації у двох вимірах з амплітудою 6 мм. Частота вібрацій є фіксованою і дорівнює 720 вібрацій за хвилину. Положення пацієнта на платформі може бути сидячим, стоячи в повний зріст або при сидінні на стільці і розташуванні ступень ніг на платформі. У нашому дослідженні всі пацієнти отримували масаж у сидячому положенні. Відповідно, максимально амплітуда вібрацій найбільш передавалася в грудинно-черевну ділянку, і в меншій мірі – кінцівкам.

Для вимірювань тиску використовувався напівавтоматичний тонометр Rossmax MS60 (Тайпей, Тайвань). Манжета тонометра закріплювалася на відстані 2 см ліктьового згину лівої руки. З метою підвищення точності вимірювання зміни тиску, вимірювання проводилися таким чином. Тиск вимірювався двічі перед сеансом вібромасажу з інтервалом у 2 хвилини, що було необхідно для відновлення кровообігу, і один раз після нього. Відповідні результати усереднювалися. Перед першим вимірюванням тиску і ЧСС пацієнт відпочивав у кріслі впродовж 5 хвилин. Вимірювання тиску і ЧСС після вібромасажу проводилось один раз, відразу після його закінчення. Відзначено, що впродовж 5 хвилин після закінчення масажу, тиск і ЧСС поверталися до свого попереднього нормального значення. Такий протокол вимірювань обраний після попередньо проведених обстежень. Обробка результатів проводилася у MS Excel 2010 (Redmond, WA, USA).

**Група досліджуваних.** Цільова група включала 18 чоловіків і 26 жінок віком від 20 до 60 років. Учасники включали як гіпотоніків, гіпертоніків, так і осіб із нормальним артеріальним тиском. Вони, переважно, заперечували регулярне вживання ліків, що регулюють артеріальний тиск. Маса їх тіла була в межах від 70 до 126 кг.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Результати змін артеріального систолічного і

діастолічного тисків разом із зміною частоти серцевих скорочень у чоловіків та жінок внаслідок дії періодичних механічних вібрацій показані на рис. 2. Як видно з діаграми, підвищення систолічного тиску склало  $6,3 \pm 2,0$  mm Hg у жінок та  $11,1 \pm 2,7$  mm Hg у чоловіків. Підвищення діастолічного тиску склало  $1,9 \pm 1,2$  mm Hg у жінок та  $4,9 \pm 1,5$  mm Hg у чоловіків. Середні результати збільшення артеріального систолічного і діастолічного тиску наведені разом із відповідними середньоквадратичними похибками. Збільшення ЧСС у жінок склало  $1,2 \pm 1,0$  ударів за хвилину і  $1,2 \pm 2,0$  ударів за хвилину в чоловіків.

Градiєнт кров'яного тиску існує у всьому колі кровообігу, починаючи з аорти і закінчуючи порожнистою веною. Оцінку загального перепаду тиску у великому колі кровообігу, так і перепаду тиску на окремій ділянці судинної системи людини можна провести графічно. Розподіл систолічного і діастолічного тисків упродовж судинної системи наведено на рис. 3. З діаграми видно, що збільшення як систолічного, так і діастолічного тиску призведе до збільшення градієнта тиску і, як наслідок, до збільшення кровотоку в системі кровообігу. Теоретично, відповідно до формули Гегена-Пуазейля, збільшення кровотоку  $Q$  у кровоносній системі прямо артеріальному тиску  $p_a$  [2, 3]:

$$Q_1 \sim p_a^c,$$

$$Q_2 \sim p_a^d.$$

Це стосується як систолічного (с) періоду, так і діастолічного (д) циклу. Експериментально виміряне підвищення артеріального тиску є непрямым підтвердженням цього. Крім того відомо, що збільшення загального кровотоку відбувається прямо пропорційно ЧСС.

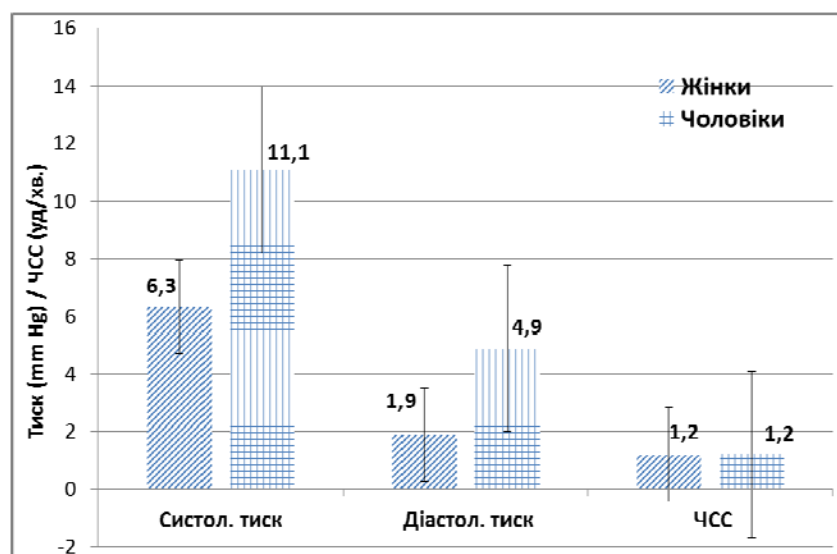


Рис. 2. Підвищення артеріального тиску і частоти серцевих скорочень у людей після десятихвилинного вібромасажу. Середні значення показані разом із середньоквадратичними похибками

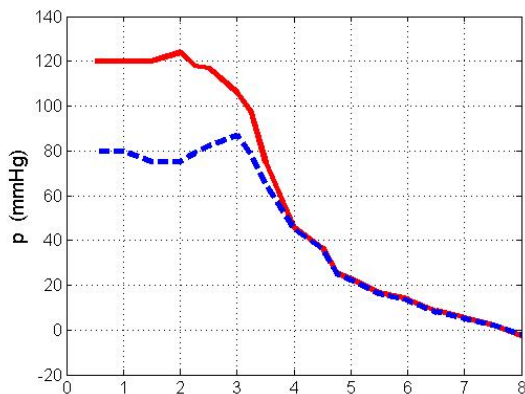


Рис. 3. Розподіл кров'яного тиску (перевищення над атмосферним) у різних частинах судинної системи людини. Положення 1 – відповідає тиску в аорті; 2 – у великих артеріях; 3 – у дрібних артеріях; 4 – в артеріолах; 5 – у капілярах; 6 – у венах; 7 – у венах; 8 – у порожнистій вені. (Суцільна лінія – систолічний тиск; пунктир – діастолічний тиск). Відтворено з [1]

### Висновки

Результати нашої роботи підтверджують збільшення як систолічного, так і діастолічного артеріального тиску людини під впливом періодичних механічних вібрацій низької частоти. Зареєстроване підвищення артеріального тиску є свідченням підвищення кровообігу в кровоносній системі людини і в особливості її периферичних ділянок, що страждають від низького вмісту кисню в крові. Виміряне прискорення ЧСС також є свідченням прискорення кровообігу. Механічні вібрації полегшують циркуляцію крові у проблемних м'язових тканинах, сприяючи регенерації клітин. Таким чином, загальнооздоровчий ефект від автоматичного вібромасажу за допомогою апарата СЦЕК досягається, на нашу думку, від прискорення циркуляції крові та розширення ділянок циркуляції крові. Комбінування мекаментозних засобів із автоматичним вібромасажем на СЦЕК дає можливість зменшити дози лікуваль-

них засобів, що застосовуються для зниження артеріального тиску. Зокрема, судиннорозширюючих.

### Подяка

Автори висловлюють свою подяку керівництву оздоровчого центру "Тянь-Ши" у м. Чернівці за надану можливість у проведенні досліджень.

### Література

1. Біофізика. Фізичні методи аналізу та метрологія / [Е.І. Личковський, В.О. Тиманюк, О.В. Чалий та ін.]. – Вінниця: Нова книга, 2014. – 463 с.
2. Медична і біологічна фізика / За заг. ред. О.В. Чалого. – К.: Кн. плюс, 2005. – 758 с. – (2-е вид., переробл. і допов.).
3. Тиманюк В.А. Біофізика / В.А. Тиманюк, Е.Н. Животова. – Харьков: Издательство НФАУ «Золотые страницы», 2003. – 704 с.
4. Comparing muscle temperature during static and dynamic squatting with and without whole-body vibration / D.J. Cochrane, S.R. Stannard, E.C. Firth [et al.] // *Clinical Physiology & Functional Imaging*. – 2010. – Vol. 30, № 4. – P. 223-229.
5. Effect of combining traction and vibration on back muscles, heart rate and blood pressure / L. Wang, M. Zhao, J. Ma [et al.] // *Medical Engineering & Physics*. – 2014. – № 36. – P. 1443-1448.
6. Jebur A.A. Effect of Vibrations Transmitted Through Hand on Human Body and Blood Pressure / A.A. Jebur, A.Y. Abed // *International Journal of Advances in Engineering Science & Technology*. – 2013. – Vol. 3, № 2. – P. 47-56.
7. Robbins D. The influence of whole body vibration on the central and peripheral cardiovascular system / D. Robbins, P. Yoganathan, M. Goss-Sampson // *Clin. Physiol. Funct. Imaging*. – 2014. – № 34. – P. 364-369.
8. The effect of multidirectional mechanical vibration on peripheral circulation of humans / C. Button, N. Anderson, C. Bradford [et al.] // *Clin. Physiol. Funct. Imaging*. – 2007. – № 27. – P. 211-216. doi:10.1111/j.1475-097X.2007.00739.x.
9. The effect of whole body vibration on lower extremity skin blood flow in normal subjects / E.B. Lohman III, J.S. Petrofsky, C. Maloney-Hinds [et al.] // *Med. Sci. Monit*. – 2007. – Vol. 3, № 2. – P. CR71-CR76.

## ВЛИЯНИЕ ПЕРИОДИЧЕСКИХ МЕХАНИЧЕСКИХ ВИБРАЦИЙ НА АРТЕРИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА

*В.М. Нагирняк, А. Е. Бранашко, И.Г. Кифичак*

**Резюме.** В статье представлены результаты исследования изменения величины артериального давления у мужчин и женщин под действием десятиминутного сеанса периодических механических вибраций с частотой 720 колебаний в минуту. Увеличение систолического давления составило  $6,3 \pm 2,0$  mm Hg у женщин и  $11,1 \pm 2,7$  mm Hg у мужчин. Увеличение диастолического давления составило  $1,9 \pm 1,2$  mm Hg у женщин и  $4,9 \pm 1,5$  mm Hg у мужчин. Обе группы отметили улучшение самочувствия после 10 минут автоматического вибромассажа грудной и брюшной частей тела. Также было замечено незначительное увеличение частоты сердечных сокращений в обеих группах обследованных. У женщин оно составило  $1,2 \pm 1,0$  сокращений в минуту и  $1,2 \pm 2,0$  сокращений в минуту у мужчин.

**Ключевые слова:** артериальное давление, механические вибрации тела, гипертензия.

## INFLUENCE OF PERIODIC MECHANICAL VIBRATIONS ON HUMAN ARTERIAL BLOOD PRESSURE

*V.M. Nahirnyak, A.E. Branashko, I.G. Kifichuk*

**Abstract.** The paper presents the results of investigation of the change in the arterial blood pressure of men and women under influence of the periodic mechanical vibrations. The duration of vibrations was ten minutes and their frequency was 720 cycles per minute. The increase in the men's systolic pressure was  $11,1 \pm 2,7$  mm Hg and the increase in the

women's systolic pressure was  $6,3 \pm 2,0$  mm Hg. The increase in the men's diastolic pressure was  $4,9 \pm 1,5$  mm Hg and the increase in the women's diastolic pressure was  $1,9 \pm 1,2$  mm Hg mm Hg. The average results are shown along with the mean squared errors. Both groups admit an improved condition of health after a 10 minute automatic massage of the thoracic and abdominal portions of the body. Also, we have noticed a minor increase in the heartbeat rate. It was  $1,2 \pm 1,0$  beats per minute for women and  $1,2 \pm 2,0$  beats per minute for men.

**Key words:** arterial blood pressure, whole body vibrations, hypertension.

Higher State Educational Institution of Ukraine «Bukovinian State Medical University» (Chernivtsi)

Рецензент – проф. І.А. Плеш

Buk. Med. Herald. – 2017. – Vol. 21, № 1 (81). – P. 96-99

Надійшла до редакції 28.10.2016 року