

*Research results and discussion.* Informational and structural model of decision-making support technology was developed while choosing health and rehabilitation measures. Rehabilitation impacts are structured depending on the results of testing and calculations of the integrated assessment of health – the health index and private estimates of its components. A software implementation of the quantitative health assessment algorithm with all its components and verbal conclusions corresponding to the test results have been developed.

*Conclusions.* The developed software package enables to automate and promptly collect survey data, analyze the dynamics of diagnosed conditions and can serve as an effective, low-cost, affordable tool for screening and monitoring public health. The developed technology is an open system, the filling of which depends on personal preferences and needs of potential users, and with elementary computer skills is available to any user for operational self-control and self-correction of condition in problematic situations.

**Key words:** computer system of express diagnosis of health, decision-making support, health management, health improvement and rehabilitation.

Рецензент – проф. Голованова І. А.  
Стаття надійшла 04.10.2019 року

DOI 10.29254/2077-4214-2019-4-1-153-264-269

УДК 613.62-053+616.892(622+669)

Гринюк С. В.

## СТРЕС-ЗАЛЕЖНА І ВІКОВО-ЗАЛЕЖНА ПАТОЛОГІЯ У ПРАЦІВНИКІВ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ (ПОШУКИ КРИТЕРІЇВ ВІДМІННОСТЕЙ)

МОЗ України, ДУ «Український НДІ промислової медицини» (м. Кривий Ріг)

svgrin73@gmail.com

**Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.** Стаття є фрагментом наукової теми «Вібраційна хвороба постекспозиційного періоду (особливості перебігу і клініко-діагностичні критерії цереброваскулярних порушень)», № державної реєстрації 0114U002692.

**Вступ.** Після 40 річного віку у значної кількості працівників гірничо-металургійного комплексу (ГМК), що працюють в умовах високих рівнів загальної вібрації, виникають та розвиваються (за результатами наших попередніх досліджень) від 2-х до 5-ти хронічних хвороб таких як: атеросклеротичне ураження судин серця і мозку (ішемічна хвороба серця (ІХС), атеросклеротична енцефалопатія), симптоматична артеріальна гіпертензія, гіпертонічна хвороба (до 70%), неопластичні процеси в легенях, приглухуватість (в результаті неврити слухового нерва або отосклерозу), абдомінальне ожиріння (66%), дисліпідемія, порушення вуглеводного обміну (56,5%), радикулопатія (17%) та ін. Виникає питання чи є це віково-залежні, чи виробничо-обумовлені захворювання. На сьогоднішній день різниця полягає в тому, що у працівників, що підпадають під дію загальної вібрації, хворобливі стани виникають на 10-15 років раніше ніж у жителів регіону взагалі. І шанси захворіти у працівників вібронезабезпечених професій в  $3,1 \pm 0,3^*$  разів вищі [1]. Труднощі полягають в тому, що загальний стрес-синдром, що виникає при дії високих рівнів загальної вібрації, за своїми ознаками співпадає з комплексом нейрогуморальних і метаболічних змін, що розвиваються при старінні і, як відзначає Фролькіс [2], «сполучення «стрес-вік-синдрому» з додатковим стресом може бути причиною розвитку вікової патології, бо весь комплекс нейрогуморальних і метаболічних змін, що розвиваються при старінні співпадає з тим, що виникає в інші вікові періоди при стресі. Це особливо актуально при діагностиці професійного захворювання у працівників літнього віку. Та все ж при подібності наслідків ці два процеси мають суттєву різницю. Згідно елеваційної теорії старіння і формування вікової

патології у вищих організмів ключове значення при фізіологічному старінні має місце підвищення порогу чутливості гіпоталамуса до гомеостатичних сигналів, що приводить потім до підвищення гіпоталамічної активності, а при стресі, навпаки, спочатку виникає підвищення активності гіпоталамуса, а потім, як наслідок, відбувається підвищення резистентності його до гальмування. Так загальна вібрація, через зміну кровообігу в хребтових і сонних артеріях, впливає на гіпоталамічні структури змінюючи константи гомеостазу, що спонукає подальше компенсаторне посилення діяльності відповідних периферичних ендокринних залоз і всі ці зміни розвиваються в основних гомеостатичних системах по мірі збільшення сили стресу. Це пояснює, чому при наявності одного з проявів хвороб компенсації, наприклад збільшення ваги тіла, з більшою частотою виявляються інші хвороби компенсації: цукровий діабет другого типу, атеросклероз, гіпертонічна хвороба, порушення мозкового кровообігу. Теж саме відбувається по мірі збільшення віку працівника. Тому стрес від дії загальної вібрації можна розглядати як спеціальний випадок інтенсифікації природного механізму старіння і наближення хвороб компенсації до працездатного віку.

**Мета дослідження.** Метою даного дослідження було знайти кількісні критерії стресової дії загальної вібрації у хворих на вібраційну хворобу (ВХ) для диференційної діагностики геронтологічних і професійних чинників розвитку супутньої патології.

**Об'єкт і методи дослідження.** В якості джерела інформації використані дані поглибленого обстеження 320 хворих на вібраційну хворобу (працівників гірничорудних підприємств з відкритим добутком корисних копалин хворих на вібраційну хворобу від загальних вібрацій), що знаходилися на обстеженні в клініці ДУ «Український НДІ промислової медицини» (м. Кривий Ріг).

Об'єкт дослідження – показники кардіо-гемодинамічного та структурно-метаболічного гомеостазу. Аналіз структури показників кардіо-гемодинамічно-

го та структурно-метаболического гомеостазу проводився за допомогою математичного інструменту, показника, що має назву – «золотий» вурф (W) [3,4], який є інваріантом найбільш ранньої біологічної моделі процесу росту – чисельного ряду Фібоначчі – константа, що дорівнює числу 1,309.

Оцінка велась для трьох кардіо-гемодинамічних показників системної гемодинаміки: частоти серцевих скорочень за хвилину (ЧСС), систолічного артеріального тиску (САТ), діастолічного артеріального тиску (ДАТ); і трьох структурно-метаболических показників: об'єму талії (ОТ), об'єму стегон (ОС), ваги тіла (ВТ); за формулою для вурфу:  $W = \frac{(a+b) \cdot (a+c)}{(b \cdot (a+b+c))}$ , де, а – найменший за значенням показник із трьох показників системної гемодинаміки ЧСС, САТ, ДАТ; b – середній за значенням показник із трьох показників системної гемодинаміки ЧСС, САТ, ДАТ; c – найбільший за значенням показник із трьох показників системної гемодинаміки ЧСС, САТ, ДАТ; W для структурно-метаболических показників  $= \frac{(x+y) \cdot (x+z)}{(y \cdot (x+y+z))}$ , де x – найменший за значенням показник із трьох структурно-метаболических показників ОТ, ОС, ВТ; y – середній за значенням показник із трьох структурно-метаболических показників ОТ, ОС, ВТ; z – найбільший за значенням показник із трьох структурно-метаболических показників ОТ, ОС, ВТ. В нормі значення W дорівнює  $1,309 \pm 3\%$  [3,5] і змінюється тільки в випадку патології. Є багато запропонованих методик оцінки резервів адаптації, але з урахуванням отриманих результатів ми зупинились на «Способі визначення біологічного віку людини та швидкості старіння» [6], в основі якого лежить визначення коефіцієнта старіння, що визначається за формулою:  $KШС = \frac{ОТ \cdot (ВТ) / ОС / 3^2}{(17,2 + 0,31(B-21) + 0,0012(B-21)^2)}$ , де ОТ – обхват талії, см; ВТ – вага тіла, кг; ОС – об'єм стегон, см; 3 – зріст, м; В – вік, років. Нормальне старіння відповідає 0,95-1,05 умовних одиниць, прискорене – більше 1,05, уповільнене – менше 0,95. Коефіцієнт швидкості старіння характеризує резерви структурно-метаболического ( $P_{свр}$ ) гомеостазу. Резерви кардіо-гемодинамічного гомеостазу ( $P_{крг}$ ) оцінювали за індексом функціональних змін Баєвського [7] за формулою:  $АП = 0,011ЧСС + 0,014САТ + 0,008ДАТ + 0,014В + 0,009ВТ - (0,0093r + 0,27)$ , де ЧСС – частота серцевих скорочень за 1 хв; САТ і ДАТ – артеріальний тиск систолічний та діастолічний, мм рт. ст.; В – вік, років; ВТ – вага тіла, кг; Зр – зріст, см. Рівень функціонування організму розцінювався наступним чином: при значенні АП до 2,59 бала – достатні функціональні можливості, задовільна адаптація; від 2,60 до 3,09 бала – стан функціональної напруги механізмів адаптації; 3,10-3,49 бала – адаптаційні можливості знижені, незадовільна адаптація; 3,50 бала і вище – різко знижені функціональні можливості, зрив механізмів адаптації. Дослідження проведено на 320 хворих на вібраційну хворобу (працівників гірничорудних підприємств з відкритим добутком корисних копалин хворих на вібраційну хворобу від загальних вібрацій). Для порівняння вибрані хворі з захворюваннями нервової системи, які не піддавались шкідливій дії вібрації і практично здорові працівники кар'єрів різних професій, що не пов'язані з дією шкідливих факторів (таблиця 1).

**Таблиця 1 – Характеристика дослідної та контрольної груп**

Групи працівників	Параметр	Статистичні показники					
		Кількість спостережень	Середнє значення (М)	Похибка (m)	Мін.	Макс.	Коеф. варіації, %
Дослідна група	Вік	320	52,2	$\pm 0,34$	30	69	13,3
	Стаж	320	24,8	$\pm 0,38$	9,5	47	27,1
Група порівняння	Вік	172	51,8	$\pm 0,55$	32	68	14,0
	Стаж	172	24,6	$\pm 0,56$	11	46	29,6

Всі результати оброблені варіаційно-статистичними методами [8]. Розраховувались загальноприйняті показники описової статистики і статистики виводу: середнє арифметичне значення (М), стандартна похибка (m), 95% довірчий інтервал. Вибірки даних перевіряли на приналежність розподілу Гауса, для чого був використаний критерій Колмогорова-Смирнова при рівні значущості  $p < 0,05$ . Для визначення статистичної значимості відмінностей характеристик досліджуваних незалежних вибірок з нормальним розподілом використовували параметричний критерій t-критерій Стьюдента для незалежних вибірок. У разі розподілу, відмінного від нормального, застосовувався непараметричний критерій Манна-Уїтні. Відмінності значень досліджуваних параметрів вважали статистично значущими при 95% порозі ймовірності ( $p < 0,05$ ). Оцінка ризиків проводилась за двома показниками: ймовірністю події або абсолютним ризиком (AR) і відношенням шансів (OR) – це частка від ділення, в чисельнику якого, знаходяться шанси певної події для першої групи, а в знаменнику шанси того ж події для другої групи. Для оцінки значущості OR розраховуються межі 95% довірчого інтервалу (95% CI), або похибку. Для оцінки достовірності показників ризику використовували критерій  $\chi^2$  і точний критерій Фішера (двосторонній), для оцінки сили взаємозв'язку досліджуваних факторів – критерії  $\phi$  (phi) і V Крамера (Cramer's V), інтерпретація значень критеріїв  $\phi$  і V Крамера відповідно до рекомендацій Rea & Parker (Interpretation of  $\phi$  and Cramer's V tests according to recommendations by Rea & Parker): значення критеріїв  $\phi$  або V Крамера (Value of  $\phi$  and Cramer's V tests)  $< 0,1$  – сила взаємозв'язку (Relationship strength) несуттєва (Unessential),  $0,1 - < 0,2$  – слабка (Weak),  $0,2 - < 0,4$  – середня (Middle),  $0,4 - < 0,6$  – відносно сильна (Relatively strong),  $0,6 - < 0,8$  – сильна (Strong),  $0,8 - 1,0$  – дуже сильна (Very strong).

Всі дані обробляли за допомогою комп'ютерних програм «STATISTICA-7.0», «BioStat для Windows».

**Результати дослідження та їх обговорення.** При довготривалій адаптації до шкідливих умов праці формується системний структурний слід – виборче збільшення маси і потужності структур, відповідальних за управління, іонний транспорт і енергозабезпечення. Перехід організму від одного рівня функціонування до іншого здійснюється при зміні рівня функціонування, біологічного резерву адаптації, резерву та ступеня напруги регуляторних механізмів. Ступінь напруги регуляторних систем залежить від тону симпатичного відділу автономної нервової системи і впливає на рівень функціонування кровообігу через мобілізацію функціонального резерву. Біологічний резерв адаптації має прямий зв'язок із рівнем функціонування і зворотній зі ступенем напруги регуляторних систем. Таким чином, судити про

Таблиця 2 – Значення показника абстрактної симетрії W для кардіо-гемодинамічних і структурно-метаболических показників адаптації працівників ГМК

Показник	Працівники з стрес-залежною патологією (хворі на ВХ з судинними порушеннями)	Хворі на радікулопатію	Практично здорові працівники, що піддаються дії загальної вібрації	Працівники з фізіологічним старінням, що піддаються дії загальної вібрації*
W для кардіо-гемодинамічних показників	1,227±0,05	1,263±0,05	1,289±0,04	1,374±0,04
% відхилення та його оцінка	6,2 (зрив в регуляторних системах)	3,5 (напруження в регуляторних системах)	1,5 (відсутність напруження в регуляторних системах)	4,97 (напруження в регуляторних системах)
W для структурно-метаболических показників	1,220±0,04	1,304±0,06	1,293±0,03	1,300±0,05
% відхилення та його оцінка	6,7 (зрив в регуляторних системах)	0,38 (відсутність напруження в регуляторних системах)	1,22 (відсутність напруження в регуляторних системах)	0,68 (відсутність напруження в регуляторних системах)

Примітка. Під фізіологічним старінням ми маємо на увазі працівників у яких зміни в регуляторних системах і супутні хвороби розвиваються в ті ж терміни, що й у населення регіону яке не піддається дії шкідливих факторів середовища.

біологічну складову адаптаційних резервів можна по співвідношенню рівня функціонування і ступеня напруги регуляції або, іншими словами, зіставляючи показники кардіо-гемодинамічного та структурно-метаболического гомеостазу.

В приведених літературних джерелах робиться акцент на показниках системної гемодинаміки, які є найбільш чутливою ланкою регуляторних систем та недооцінюється роль структурно-метаболических перетворень, які мають компенсуючий вплив і суттєво впливають на результат тривалої адаптації. Зокрема це показники абдомінального ожиріння, яке дуже поширене саме серед хворих на вібраційну хворобу від загальних вібрацій (за різними даними до 80%). Тому ми шукали відмінності в стресі від вібрації і старінні в показниках цих регулюючих систем. Знайти їх серед порівняння рівнів гемодинамічних і метаболических показників навряд чи можливо з-за односпрямованості дії. Треба піднятися на вищий рівень абстракції. Таким математичним інструментом, що дозволяє це зробити, є «золотий» вурф (W), який є інваріантом найбільш ранньої біологічної моделі процесу росту – чисельного ряду Фібоначчі – константа, що дорівнює числу 1,309. На основі різних досліджень встановлено ряд показників яким властивий цей інваріант симетричних перетворень. Це співвідношення показників артеріального тиску, параметрів діяльності серця, амплітудні і часові параметри ре-

овазограми та їх зв'язок з тривалістю кардіоциклу, розміри серця, діаметри лівого шлуночка і аорти, фази систоли, вміст O<sub>2</sub> і CO<sub>2</sub> в крові, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> і H<sub>2</sub>O у венозній крові, діаметр компонентів мікроциркуляторного русла в кон'юнктиві очного яблука, обхвату грудей і ємність легень та ін. [9]. Привабливою властивістю W є те, що зміна його значення проходить тільки в функціях, що визначають захворювання, або тісно пов'язаних з ними. Важливе і те, що різні захворювання призводять до різного рівня асиметрії. Так, ішемічна хвороба серця, мітральний порок серця, інфаркт міокарду призводять до зниження, а перетом, ревматизм, порок серця «блідого типу» – до підвищення вурфу в показниках тиску. Таким чином, за W можливо не тільки констатувати хворобливий стан, але й визначити його особливості. Застосування цього показника полягало в тому, що ми окремо оцінювали кардіо-гемодинамічний і структурно-метаболический гомеостаз за найбільш інформативними показниками і за їх направленістю визначали різницю в вікових і стресових проявах.

Аналіз структури показників кардіо-гемодинамічного та структурно-метаболического гомеостазу за допомогою показника W для різних груп працівників ГМК показав наступне, **таблиця 2**.

Як видно з **таблиці 2**, якщо патологічні зміни спричиненні стресом від шкідливих рівнів вібрації, то значення W для кардіо-гемодинамічних і структурно-

Таблиця 3 – Показники адаптаційного резерву працівників ГМК що піддаються дії шкідливих рівнів загальної вібрації

Показник	Працівники з стрес-залежною патологією (хворі на ВХ з судинними порушеннями)	Хворі на радікулопатію	Практично здорові працівники, що піддаються шкідливій дії загальної вібрації	Працівники з фізіологічним старінням
Індекс функціональних змін, ІФЗ, у. о.	3,38 (незадовільна адаптація)	3,05 (напружена адаптація)	3,25 (незадовільна адаптація)	3,4 (незадовільна адаптація)
Резерви кардіо-гемодинамічного гомеостазу, P <sub>кгг</sub>	19,42%	49,45%	31,25%	17,6%
Коефіцієнт швидкості старіння, K <sub>шс</sub> , у. о.	1,29±0,06* (прискорене старіння)	1,01±0,04 (нормальне старіння)	1,07±0,04 (прискорене старіння)	0,968±0,04 (нормальне старіння)
Резерви структурно-метаболического гомеостазу, P <sub>смг</sub>	72,28%	91,32%	87,24 %	94,17%

Примітка. \*(p=0,03).

турно-метаболических показників зменшується і суттєво. В той час як при нормальному фізіологічному старінні значення  $W$  для кардіо-гемодинамічних показників – зростає, а для структурно-метаболических – залишається в межах норми. Тобто, структура регуляторних систем організму працівника при стрес залежних і у віковозалежних захворюваннях різна. Якщо отримані значення  $W$  для структурно-метаболических показників менші за 1,244 і при цьому  $W$  для кардіо-гемодинамічних показників теж менші за цю межу, то це означає, що провідну роль в порушенні здоров'я працівника відіграє стрес від дії шкідливих рівнів загальної вібрації. Якщо ж  $W$  для кардіо-гемодинамічних показників вищий за 1,348, а  $W$  для структурно-метаболических показників в межах норми, то є підстави вважати, що ми маємо справу з віковозалежною патологією. Цей прийом дозволяє диференціювати хворобливі прояви від стресу і від фізіологічного старіння у літніх працівників, коректувати розрахунки ризиків на виробництві і профілактичні заходи.

Якщо подивитись більш детально на структуру адаптаційного резерву у хворих на ВХ, то отримана закономірність буде виглядати явно не випадковою. Для цього ми оцінили резерви кардіо-гемодинамічного гомеостазу ( $P_{\text{крт}}$ ) за таким показником як індекс функціональних змін (ІФЗ) Баєвського, а структурно-метаболического ( $P_{\text{снг}}$ ) – за коефіцієнтом швидкості старіння, **таблиця 3**. Для зручності і наочності ці резерви виражені в відсотках від належних величин:  $P_{\text{крт}} = 327-91 \cdot I_B$  (%),  $P_{\text{снг}} = 160-68 \cdot K_{\text{ш}}$  (%), де ІФЗ – індекс функціональних змін (ІФЗ) Баєвського,  $K_{\text{ш}}$  – коефіцієнт швидкості старіння.

З **таблиці 3** видно, що самий низький резерв кардіо-гемодинамічного гомеостазу у працівників, що потерпають від загальної вібрації і у старіючих. Але найбільша швидкість старіння саме у працівників, що потерпають від загальної вібрації, і найменший резерв структурно-метаболического гомеостазу, на відміну від працівників з нормальним старінням. Середні значення коефіцієнтів швидкості старіння достовірно ( $p=0,03$ ) відрізняються у хворих на ВХ з провідним впливом вібрації і хворих на ВХ з фізіологічним старінням і практично здорових працівників, що піддаються шкідливій дії загальної вібрації. Отже при фізіологічному старінні переважають зміни вегетативного гомеостазу, тобто гомеостаз може бути збережений шляхом активації енергетичних механізмів за рахунок підвищення тонуусу симпатичної нервової системи, а при вібраційній хворобі – переважають зміни кардіо-гемодинамічного та структурно-метаболического гомеостазу. Ризикометричний аналіз підтверджує це.

Відношення шансів (OR) задовільної адаптації у хворих на ВХ від вібраційного стресу в  $5,1 \pm 0,2$  разів менші ніж у працівників, що не страждають від нього, при цьому шанси напруженої адаптації у них в  $2,2 \pm 0,2$  ( $p=0,04$ ) рази вищі, а незадовільної – в  $1,7 \pm 0,3$ . Отже при вібраційному впливі у працівників хворих на ВХ ризик напруженої і на межі зриву адаптації достовірно більший, що й пояснює брак резервів адаптації у них. В той час, якщо порівнювати шанси з працівниками з фізіологічним старінням, то відношення шансів (OR) задовільної адаптації у останніх сягають  $2,9 \pm 1,4$  ( $p=0,03$ ), а напруженої  $1,6 \pm 0,1$  ( $p=0,04$ ) вищі і сила зв'язку з віком працівника «відносно сильна» (нормоване значення коефіцієнту Пірсона ( $C'$ )  $0,507$ ). Отже при фізіологічному старінні ризик напруження адаптації ще більший, що співпадає з попередніми даними. І це дозволяє організму працівника утримувати структурно-метаболический гомеостаз у межах норми.

### Висновки

1. При довгостроковій адаптації до шкідливих умов праці структура регуляторних систем організму працівника, що піддається шкідливій дії загальної вібрації при стрес залежних і у віковозалежних захворюваннях різна.

2. При захворюваннях спричинених стресом від шкідливих рівнів вібрації значення вурфу ( $W$ ) для кардіо-гемодинамічних і структурно-метаболических показників зменшується і суттєво. В той час як при нормальному фізіологічному старінні значення  $W$  для кардіо-гемодинамічних показників зростає, а для структурно-метаболических залишається в межах норми.

3. Тому для практичного застосування пропонується таке правило: якщо отримані значення  $W$  для структурно-метаболических показників менші за 1,244 і при цьому  $W$  для кардіо-гемодинамічних показників теж менші за цю межу, то це означає, що провідну роль в порушенні здоров'я працівника відіграє стрес від дії шкідливих рівнів загальної вібрації. Якщо ж  $W$  для кардіо-гемодинамічних показників вищий за 1,348, а  $W$  для структурно-метаболических показників в межах норми, то є підстави вважати, що ми маємо справу з віковозалежною патологією.

**Перспективи подальших досліджень.** Результати даного дослідження підтвердили можливість використання математичних моделей в розробці методів медичного прогнозування. Отримані результати ляжуть в основу подальшої розробки методів ранньої діагностики, прогнозування професійно-обумовлених захворювань у працівників гірничо-металургійного комплексу.

### Література

1. Kovalchuk TA, Dvornichenko GB, Jashhenko AB, Bazovkin PS, Hryniuk SV, Zhaldachenko VP, et al. Vibraciynna hvoroba vid diyi zagalnoyi vibraciyi. Kriviy Rih: Etiud-Servis; 2014. 156 s. [in Ukrainian].
2. Frolkis VV. Stress-age – syndrome. Mech of Ageing and Develop. 1993;69:93-107.
3. Chermit KD, Aganzan EK, Shahnova AV. Prognosticheskiye vozmozhnosti wurfa. Problemi fiziologii cheloveka. 2005;9:19. [in Russian].
4. Lipov AN. Zolotoe secheniye kak osnovnoy morfologicheskoy zakon. Filosofiya i kultura. 2010;33(9):96-109. [in Russian].
5. Chermit KD, Mamgetova LK. Vozmozhnosti opredeleniya garmonii cheloveka (postanovka problem). Teoriya i practika fizicheskoy kulturi. 1996;3:6-17. [in Russian].
6. Gorelkin AG, Pinhasov BB, izobretateli. Sposob opredeleniya biologicheskogo vozrasta cheloveka i skorosti stareniya. Patent Rossiyskoy Federacii № 238774. 2010 apr 27. [in Russian].
7. Baievskiy RM, Berseneva AP. Ocenka adaptacionnih vozmozhnostey organisma i risk razvitiya zabolevaniy. M.: Medicina; 1997. 320 s. [in Russian].

8. Grzhibovskiy AM. Analiz nominalnih dannih (nezavisimie nabludeniya). *Ekologiya cheloveka*. 2008;6:58-68. [in Russian].
9. Boronoev VV. Ierarhiya bioritmov v organizme cheloveka. *Mezhd zhurn prikl i fund issled*. 2015;11-1:37-40. [in Russian].

### СТРЕС-ЗАЛЕЖНА І ВІКОВО-ЗАЛЕЖНА ПАТОЛОГІЯ У ПРАЦІВНИКІВ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ (ПОШУКИ КРИТЕРІЇВ ВІДМІННОСТЕЙ)

Гринюк С. В.

**Резюме.** При поглибленому обстеженні 320 хворих на вібраційну хворобу (ВХ) встановлено, що при довгостроковій адаптації до шкідливих умов праці структура регуляторних систем організму працівника, що піддається шкідливій дії загальної вібрації при стрес-залежних і у віково-залежних захворюваннях, різна. Різниця полягає в значеннях показника абстрактної симетрії – «золотого» вурфу ( $W$ ). При захворюваннях спричинених стресом від шкідливих рівнів вібрації значення вурфу ( $W$ ) для кардіо-гемодинамічних і структурно-метаболических показників зменшується і суттєво. В той час як при нормальному фізіологічному старінні значення  $W$  для кардіо-гемодинамічних показників зростає, а для структурно-метаболических залишається в межах норми. Визначення направленості патологічного процесу у хворих на ВХ пропонується для розробки подальших прогностичних математичних моделей розвитку смертельно небезпечних хвороб серцево-судинної та нервової систем.

**Ключові слова:** вібраційна хвороба, загальна вібрація, математична модель прогнозування, «золотий» вурф, антропометричні показники, показники системної гемодинаміки, направленість патологічного процесу.

### СТРЕСС-ЗАВИСИМАЯ И ВОЗРАСТ-ЗАВИСИМАЯ ПАТОЛОГИЯ У РАБОТНИКОВ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА (ПОИСК КРИТЕРИЕВ РАЗЛИЧИЯ)

Гринюк С. В.

**Резюме.** При углубленном обследовании 320 больных вибрационной болезнью (ВБ) установлено, что при долгосрочной адаптации к вредным условиям труда структура регуляторных систем организма работника, который поддается вредному действию общей вибрации при стресс-зависимых и возраст-зависимых заболеваниях, разная. Разница состоит в значениях показателя абстрактной симметрии – «золотого» вурфа ( $W$ ). При заболеваниях по причине стресса от вредных уровней вибрации значения вурфа ( $W$ ) для кардио-гемодинамических и структурно-метаболических показателей уменьшается и существенно. В то же время как при нормальном физиологическом старении значения  $W$  для кардио-гемодинамических показателей растет, а для структурно-метаболических остается в пределах нормы. Определение направленности патологического процесса у больных ВБ предлагается для разработки в последующем прогностических математических моделей развития смертельно опасных болезней сердечно-сосудистой и нервной систем.

**Ключевые слова:** вибрационная болезнь, общая вибрация, математическая модель прогнозирования, «золотой» вурф, антропометрические показатели, показатели системной гемодинамики, направленность патологического процесса.

### STRESS-DEPENDENT AND AGE-DEPENDENT PATHOLOGY IN METALLURGICAL COMPLEX WORKERS (SEARCHING FOR THE CRITERIA OF DIFFERENCE)

Гринюк С. В.

**Abstract.** A large number of employees of the mining and metallurgical complex (MMC), working under conditions of high levels of general vibration, arise and develop (according to the results of our previous researches) from 2 to 5 chronic diseases such as: atherosclerosis, arterial hypertension, carbohydrate metabolism disorders, radiculopathy and etc. The question arises whether it is age-dependent, or manufacturers-caused by the disease.

To date, the difference lies in the fact that the workers subject to the general vibration, painful conditions occur in the years 10-15 earlier than the residents of the region in general. And the chances of getting sick in vibrodangerous professions in  $3.1 \pm 0.3$  \* times higher.

**Aim.** To find quantitative criteria for the stress effect of general vibration in patients with vibration disease for differential diagnosis of gerontological and occupational factors of concomitant pathology.

**Object and methods.** Object of the study – Indicators of cardio-hemodynamic and structural-metabolic homeostasis. Analysis was conducted using the mathematical instrument, which is called «Golden» wurf ( $W$ ), which equals number of 1.309.

The assessment was conducted for three cardio-hemodynamic indices of systemic hemodynamics: heart rate per minute (HR), systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP); and three structural-metabolic indices: waist volume (WV), hip volume (HV), body weight (W).

In order to assess the reserves of adaptation, we stopped by the «Method of determining the biological age of man and aging rate», which is based on the determination of the aging coefficient. The coefficient of speed of aging characterizes the reserves structural-metabolic ( $(R_{smh})$ ) homeostasis. Reserves of cardio-hemodynamic homeostasis ( $(R_{chh})$ ) assessed the index of functional changes of Bayevsky.

The study was conducted on 320 patients with vibration disease. To compare the selected patients with diseases of the nervous system, which were not subjected to harmful effects of vibration and almost healthy employees of quarries of different professions, not related to the action of harmful factors.

**Results.** Analysis of the structure of cardio-hemodynamic and structural-metabolic homeostasis by means of the  $W$  indicator for different groups showed the following.

If pathological changes caused by stress from harmful levels of vibration, the value  $W$  for cardio-hemodynamic and structural-metabolic rates decreases and substantially. While at normal physiological age values  $W$  for cardio

hemodynamic parameters – increases, and for structural-metabolic – remains within normal limits. That is, the structure of regulatory systems of the employee in the stress-dependent and in age-dependent diseases is different. If the resulting W values for structural-metabolic rates are less than 1.244 and W for cardio-hemodynamic indicators are also smaller than this limit, it means that the leading role in violating the employee's health is stressed by the effects of harmful levels of general vibration. If W for cardio-hemodynamic indices is higher than 1.348, and W for structural-metabolic parameters within the norm, there are reasons to believe that we are dealing with the age-dependent pathology. This technique allows differentiate to painful manifestations from stress and from physiological aging to elderly workers, adjust the calculation of risks in production and preventive measures.

The lowest reserve of cardio-hemodynamic homeostasis is for workers suffering from general vibrations and in aging. But the maximum aging rate is for employees who suffer from general vibration and the smallest reserve of structural-metabolic homeostasis, as opposed to workers with normal aging. The average values of rates of aging rate of ageing are authentically ( $P = 0,03$ ) are different in patients with VD with the leading influence of vibrations and patients with VD with physiological aging and almost healthy workers exposed to the harmful effects of the general vibration. Thus, with physiological aging prevail vegetative homeostasis, ie homeostasis can be saved by activating the energy mechanisms by increasing the tone of the sympathetic nervous system, and in vibration disease – prevail changes in cardio-hemodynamic and structural-metabolic homeostasis.

*Conclusions.* A rule is suggested for practical use: if the obtained W values for structural-metabolic rates are less than 1.244 and W for cardio-hemodynamics indicators are also smaller than this limit, it means that the leading role in violating health plays stress from the effects of harmful general vibration levels. If the obtained W for cardio-hemodynamics indicators higher than 1.348, and W for structural-metabolic rates within the norm, there are reasons to believe that we have age-dependent pathology.

**Key words:** vibration disease, general vibration, mathematical prediction model, «golden» wurf, anthropometric indicators, systemic hemodynamics indicators, orientation of the pathological process.

*Рецензент – проф. Катрушов О. В.*

*Стаття надійшла 01.10.2019 року*