

СЕРЦЕВО-СУДИННИЙ КОНТИНУУМ У РЕЗУЛЬТАТАХ КОРОТКОГО ЗАПИСУ ВАРІАБЕЛЬНОСТІ РИТМУ СЕРЦЯ: МОЖЛИВОСТІ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ ДІАГНОСТИКИ

Г.В. Невоїт, М.М. Потяженко

Полтавський державний медичний університет, м. Полтава, Україна

У статті висвітлено питання клінічного значення і можливостей застосування оцінки показників спектрального аналізу короткого запису варіабельності ритму серця задля оцінки функціонального стану пацієнтів відповідно до етапу серцево-судинного континуума при неінфекційних захворюваннях.

Мета роботи – дослідити показники короткого запису варіабельності ритму серця у респондентів із різними етапами серцево-судинного континууму задля підвищення в Україні ефективності заходів із запобігання та лікування неінфекційних захворювань шляхом удосконалення їх діагностики та профілактики у зв'язку із впровадженням у медичну практику сучасних наукоємних технологій.

Матеріали і методи. За допомогою апаратно-програмного комплексу Поліспектр (Нейрософт, Росія) виконано реєстрацію і аналіз короткого запису варіабельності ритму серця у 307 респондентів: у 200 коморбідних хворих на неінфекційні захворювання, яких розподілено на чотири підгрупи залежно від стадії серцево-судинного континууму та ступеня коморбідності, та у 107 функціонально здорових осіб (контроль), з яких сформовано дві підгрупи залежно від рівня спортивної тренуваності.

Результати. Встановлено зниження електромагнітної потужності (загальної й усіх спектральних компонент) у хворих на неінфекційні захворювання залежно від етапу серцево-судинного континууму. Представлені результати персоналізованого аналізу за спектральними показниками усіх груп дослідження та подана їх медико-клінічна інтерпретація.

Висновки. Неінфекційні захворювання супроводжуються поступовим зниженням електромагнітної потужності (загальної й усіх спектральних компонент) серцевої діяльності відповідно до зростання ступеня коморбідності і прогресування серцево-судинного континууму. Підтверджено клініко-діагностичне значення короткого запису варіабельності ритму серця як методу діагностики функціонального стану і доцільність його використання у комплексному обстеженні хворих у клініці внутрішніх хвороб.

Ключові слова:

неінфекційні захворювання, серцево-судинний континуум, варіабельність серцевого ритму, функціональний стан.

Клінічна та експериментальна патологія 2021. Т.20, №2 (76). С. 57-64.

DOI:10.24061/1727-4338.XX.2.76.2021.9

E-mail: umsainua@ukr.net

СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫЙ КОНТИНУУМ В РЕЗУЛЬТАТАХ КОРОТКОЙ ЗАПИСИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА: ВОЗМОЖНОСТИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ

А.В. Невоїт, М.М. Потяженко

В статье освещены вопросы клинического значения и возможностей применения оценки показателей спектрального анализа короткой записи вариабельности ритма сердца для оценки функционального состояния пациентов в соответствии с этапами сердечно-сосудистого континуума при неинфекционных заболеваниях.

Цель исследования – оценить показатели короткой записи вариабельности ритма сердца у респондентов с различными этапами сердечно-сосудистого континуума для повышения в Украине эффективности мероприятий по предупреждению и лечению неинфекционных заболеваний путем усовершенствования их диагностики и профилактики благодаря внедрению в медицинскую практику современных наукоёмких технологий.

Материалы и методы. С помощью аппаратно-программного комплекса Полиспектр (Нейрософт, Россия) были выполнены регистрация и анализ короткой записи вариабельности ритма сердца у 307 респондентов: у 200 коморбидных больных неинфекционными заболеваниями, которые были разделены на четыре подгруппы в зависимости от стадии сердечно-сосудистого континуума и степени коморбидности, и у 107 функционально здоровых лиц (контроль), разделенных на две подгруппы в зависимости от уровня спортивной тренированности.

Результаты. Установлено снижение электромагнитной мощности (общей и всех спектральных компонент) у больных неинфекционными заболеваниями

Ключевые слова:

неинфекционные заболевания, сердечно-сосудистый континуум, вариабельность сердечного ритма, функциональное состояние.

Клиническая и экспериментальная патология 2021. Т.20, №2 (76). С. 57-64.

в зависимости от этапа сердечно-сосудистого континуума. Представлены результаты персонифицированного анализа по спектральным показателям во всех группах исследования и дана их медико-клиническая интерпретация.

Выводы. Неинфекционные заболевания сопровождаются постепенным снижением электромагнитной мощности (общей и всех спектральных компонент) сердечной деятельности в соответствии с увеличением степени коморбидности и прогрессирования сердечно-сосудистого континуума. Подтверждено клинико-диагностическое значение короткой записи вариабельности ритма сердца как метода диагностики функционального состояния и целесообразность его использования в комплексном обследовании больных в клинике внутренних болезней.

Key words:

non-communicable diseases, cardiovascular continuum, heart rate variability, functional state..

Clinical and experimental pathology 2021. Vol.20, № 2 (76). P. 57-64 .

CARDIOVASCULAR CONTINUUM IN THE RESULTS OF SHORT RECORDING OF HEART RATE VARIABILITY: POSSIBILITIES OF INSTRUMENTAL DIAGNOSTICS

G.V. Nevoit, M.M. Potyazhenko

The issues of clinical significance and possibilities of using the assessment of spectral analysis indicators of a short recording of heart rate variability for assessing the functional state of patients in accordance with the stages of the cardiovascular continuum in non-communicable diseases are described in the article.

The aim of the study – to carry out a comparative assessment of the indicators of a short recording of heart rate variability in respondents with different stages of the cardiovascular continuum in order to increase the effectiveness of measures for the prevention and treatment of non-communicable diseases in Ukraine by improving their diagnosis and prevention through the introduction of modern science-intensive technologies into medical practice.

Material and methods. 307 respondents were surveyed using the Poly-Spectrum hardware-software complex (Neurosoft, Russia). All of them underwent registration and analysis of a short recording of heart rate variability. 200 comorbid patients with non-communicable diseases were divided into four subgroups depending on the stage of the cardiovascular continuum and the degree of comorbidity. 107 functionally healthy individuals (control group) were divided into two subgroups depending on the level of sports training.

Results. A decrease in the electromagnetic power (total and all spectral components) was found in patients with non-communicable diseases, depending on the stage of the cardiovascular continuum. The results of personalized analysis of spectral parameters in all study groups were presented and their medical-clinical interpretation was written.

Conclusion. Non-communicable diseases are accompanied by a gradual decrease in the electromagnetic power (total and all spectral components) of cardiac activity in accordance with an increase in the degree of comorbidity and progression of the cardiovascular continuum. The clinical and diagnostic value of a short recording of heart rate variability as a method for diagnosing a functional state and the expediency of its use in a comprehensive examination of patients in a clinic of internal diseases have been confirmed.

Вступ

Хронічні неінфекційні захворювання (НІЗ) продовжують становити значну медико-соціальну проблему світового рівня. Дослідження особливостей прогресування НІЗ довели, що першочергове місце в їх патогенезі займає патологія серцево-судинної системи (ССС) із виникненням закономірної послідовності проявів захворювання, які поступово із часом змінюють і доповнюють наявні попередні патологічні розлади. Зазначене призвело до створення у 1991 році В. Дзау й Е. Браунвальдом теорії серцево-судинного континууму. З огляду на провідну роль ССС як у забезпеченні адекватного функціонування організму, так і у патогенезі НІЗ, з урахуванням системного погляду і того факту,

що організм є цілісною системою, пропонуємо також застосувати схоластичний методичний підхід до НІЗ та розглядати їх як безперервний ряд послідовних змін функціонального стану всього організму із виникненням відповідних клінічних і морфологічних змін, відповідно до етапу серцево-судинного континууму [1-3]. Саме тому пошук нових об'єктивних предикторів і показників, що здатні адекватно відображати функціональний стан пацієнтів із НІЗ на різних етапах серцево-судинного континууму, є актуальним для сприяння подальшого розв'язання проблеми НІЗ і оптимізації ведення хворих.

ССС – це приклад унікальної багатоієрархічної системи функціонального керування житте-

забезпеченням людського організму, наукове розуміння фізіологічних функцій якої еволюціонувало від механістичних поглядів насосно-транспортної функції до розробки кібернетичної моделі регуляції та повного усвідомлення електромагнітної феноменології серцевої діяльності на сучасному етапі. Серцеве скорочення – це одне із центральних електромагнітних хвильових явищ організму рівня, яке задає ритм іншим хвильовим коливальним процесам на периферії і є носієм інформації про поточний функціональний стан організму, віддзеркалює складні механізми нейрогуморальної регуляції кровообігу, характер реагування людини на зовнішні стресорні фактори. Саме тому, з огляду на існуючу клінічну потребу в об'єктивній ранній діагностиці НІЗ, параметри діяльності ССС можуть бути джерелом валідної індивідуальної інформації про функціональний стан організму, корисної у повсякденній клінічній практиці лікарів-інтерністів. Електрокардіографія (ЕКГ) давно визнана як цінний метод діагностики. Однак застосування новітніх сучасних методів обробки ЕКГ-запису (зокрема спектрального аналізу, варіаційної пульсометрії короткого запису варіабельності ритму серця (КЗВРС)) дає змогу розширити її діагностичні можливості й вираховувати та оцінювати інтегральні системні показники функціонування тіла: рівень енергозабезпечення роботи серця, кількісні параметри рівня здоров'я/функціональний стан пацієнта, ступінь адекватності функціонування його церебрально-гуморальних регулюючих систем, рівні напруження адаптації й стресу тощо. Це має значну клінічну цінність, оскільки може допомогти виявити тенденцію до виникнення НІЗ на етапі формування розладів регуляції функції ССС, тобто на доклінічному. Зазначене також може допомогти об'єктивно контролювати ефективність заходів лікування і профілактики у хворих на НІЗ, здійснювати індивідуальний прогноз, сприяючи реалізації принципу, що «лікувати потрібно хворого, а не хворобу». Отже, додатковий розширений аналіз ЕКГ-запису може наблизити сучасну медицину до ідейних вимог так званої перспективної моделі 4П-медицини: персоналізація, предикція, партисипативність, превенція. Однак незважаючи на багаторічне існування зазначених методик, значної кількості наукових досліджень, які підтверджують їх клінічну значимість та валідність, наявність сертифікованого медичного обладнання і його відносно доступну вартість, зазначений підхід розширеного аналізу ЕКГ-запису не застосовується лікарями на практиці [1, 4].

Мета роботи

Дослідити показники КЗВРС у респондентів із різними етапами серцево-судинного континууму задля підвищення в Україні ефективності заходів із запобігання та лікування НІЗ шляхом удосконалення їх діагностики та профілактики у зв'язку із впровадженням у медичну практику сучасних наукоємних технологій.

Матеріали і методи дослідження

Відкрите, нерандомізоване, контрольоване дослідження було частиною науково-дослідної роботи «Розробка алгоритмів і технологій запровадження здорового способу життя у хворих на НІЗ на підставі вивчення функціонального статусу» (номер держреєстрації 0121U108237, УДК 613:616-056-06:616.1/9-03), яка виконувалась на базі навчально-практичного центру біофотоніки і валеології кафедри внутрішніх хвороб та медицини невідкладних станів навчально-наукового інституту післядипломної освіти Української медичної стоматологічної академії (УМСА; з 01.05.2021 року – Полтавський державний медичний університет) та фізіотерапевтичного відділення комунального підприємства «Обласна клінічна лікарня ім. М.В. Скліфосовського Полтавської обласної ради». Реєстрація КЗВРС виконана в межах фрагментів дослідження у 200 коморбідних хворих на НІЗ – група 1, та 107 функціонально здорових респондентів – група 2 (контрольна). Критерієм включення у цей фрагмент дослідження була наявність стаціонарного ЕКГ-запису, придатного для програмного аналізу. Усі хворі мали верифіковані діагнози і проходили стаціонарне лікування у спеціалізованих відділеннях. Хворі на НІЗ розподілені на підгрупи залежно від стадії серцево-судинного континууму відповідно до класифікації Американського коледжу і Американської асоціації серця (2001) [3]. До підгрупи 1 із стадією А (ПГ1; підгрупа порівняння 1) – формування факторів ризику, увійшли респонденти-хворі на НІЗ, які не мали верифікованого захворювання ССС, а саме: пацієнти із гастроентерологічною й неврологічною патологією із низьким рівнем коморбідності (n=63 особи; 22 (35%) чоловіки; медіана віку – 49 (20;60) роки); до підгрупи 2 зі стадією В-С (ПГ2) – коморбідні хворі із наявною серцево-судинною патологією – гіпертонічною хворобою 2-га стадія, ішемічною хворобою серця (ІХС): стенокардія напруги I-II ФК і/або кардіосклероз атеросклеротичний, СН I-IIА (n=57 осіб; 22 (39%) чоловіки; медіана віку 60 (23;80) роки); до підгрупи 3 із стадією С-D (ПГ3) – хворі зі значною коморбідністю та наявною серцево-судинною патологією – гіпертонічною хворобою 2-3-тя стадія, ішемічною хворобою серця (ІХС): стенокардія напруги II-III ФК і/або кардіосклерозом атеросклеротичним, СН I-IIА, із тривалим катамнезом, ускладненим перебігом (n=48 осіб; 34(71%) чоловіки; медіана віку – 62(44;86) роки). Підгрупу 4 (підгрупа порівняння 2) сформували з хворих на НІЗ зі стадією С-D (ПГ4), у яких дослідження КЗВРС здійснено після лікування ІХС: інфаркту міокарду у підгострій стадії (n=33 особи; 25 (76%) чоловіки; медіана віку – 61(38;80) роки). Хворих, які мали тяжкий загальний стан і були декомпенсовані, у дослідження не включали. Клінічну оцінку коморбідності здійснювали за системою кумулятивної шкали рейтингу захворювань CIRS (англ. Cumulative Illness Rating Scale), індексом Чарлсона (англ. Charlson Index) [5, 6]. Функціонально здорових респондентів групи

контролю розподілили залежно від рівня фізичної тренуваності на групу контролю 1 (ГК1), до якої зараховані професійні спортсмени-футболісти (n=30 осіб; 39 (100%) чоловіки; медіана віку – 19,5 (16; 34), та на групу контролю 2 (ГК2), до якої увійшли студенти, лікарі-інтерни, клінічні ординатори УМСА, що ніколи не займалися спортом систематично (n=77 особи; 21 (27%) чоловіки; медіана віку – 22 (20; 34). Дослідження спортсменів здійснювали під час щорічного планового медичного обстеження команди.

Реєстрацію КЗВРС виконували на АПК Полі-спектр (Нейрософт, Росія). У вказаному фрагменті дослідження аналізували параметри спектрального аналізу КЗВРС: потужність усіх хвиль/Total power (TP, мс²), повільні хвилі другого порядку/дуже низькочастотний діапазон хвиль/Very Low Frequency (VLF, мс², %), повільні хвилі першого порядку/низькочастотні хвилі/Low Frequency (LF, мс², %), дихальні хвилі/високочастотний діапазон/High Frequency (HF, мс², %); наднизькочастотні коливання (ULF, мс², %); співвідношення хвильових компонент LF/HF.

Дослідження схвалено етичною комісією УМСА, виконане з дотриманням усіх правил, етичних норм, на сертифікованому обладнанні. Статистичний

аналіз проводили за допомогою програмного пакета Prism 5.0. Отримані дані представлені у вигляді середніх значень з їх середньою похибкою (M±m). Для оцінки достовірності відмінностей між групами оцінювали U-тест Манна-Уїтні, оскільки це непараметрична альтернатива t-критерію для незалежних виборок. Відмінності вважалися значущими при p<0,05.

Результати та їх обговорення

Загальна потужність серцевої діяльності (TP) – інтегральний параметр функціонального стану організму, що відображає сумарну активацію вегетативного впливу та рівня енергетичної діяльності серця на поточний момент [7-10]. Встановлено достовірну різницю TP між ГК1, ГК2 та всіма Пг1-4 (p<0,0001), а також достовірну різницю TP між Пг1 та Пг3 (p=0,0057) та Пг4 (p=0,2552). При цьому TP ГК1 суттєво перевищував рівень норми, що може пояснюватись явищем гіперергічності і вегетативної дисфункції внаслідок перетренованості при систематичних фізичних навантаженнях професійного спорту. У групах Пг2, Пг3, Пг4 рівень TP був нижчим за норму, що об'єктивно підтверджує зниження електромагнітної потужності діяльності серця при НІЗ (рис. 1).

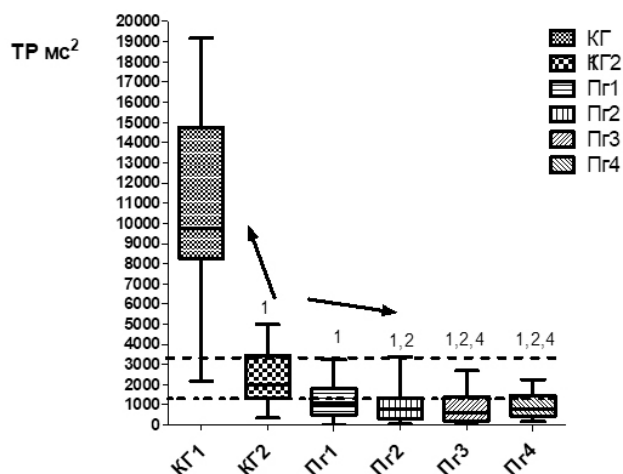


Рис. 1. Оцінка загальної потужності серцевої діяльності у групах дослідження.

Примітка: достовірні різниця 1 – між ГК1 і іншими групами, 2 – між ГК2 і іншими ПГ, 3 – між Пг2 і іншими Пг; 4 – між Пг1 і іншими Пг; пунктирна лінія – верхня межа норми, штрих-пунктирна лінія – нижня межа норми; стрілка вказує динаміку зміни показника в групах.

Встановлено, що зниження TP відбувалось поступово і пов'язане із прогресуванням НІЗ, оскільки у Пг1 відзначали достовірне зниження TP (p<0,0001) порівняно з ГК2, зареєстровано зниження TP нижче від рівня норми у 35 (55%) хворих; TP у Пг2 мало тенденцію до подальшого зменшення порівняно із Пг1 нижче норми у 45 (79%) хворих; показники TP у Пг3 і Пг4 були достовірно нижчими, ніж у Пг1 (p=0,0057 та p=0,2552 відповідно) зі зниженням стосовно норми у 40 (83%) та у 21 (64%) осіб у групах відповідно.

Під час проведення персоніфікованої медико-клінічної трактовки результатів рівня TP встановлено:

дуже значне зниження (TP<300 мс²) – у 6 (10%) хворих Пг1, у 12 (21%) хворих Пг2, у 14 (29%) хворих Пг3, у 5 (15%) хворих Пг4; значне зниження (TP у межах 300-700 мс², що відповідає вираженому астенічному синдрому, гіпоергічному варіанту реагування) – у 14 (22%) хворих Пг1, у 12 (21%) хворих Пг2, у 13 (27%) хворих Пг3, у 9 (27%) хворих Пг4, а також у 7 (9%) респондентів ГК2; помірне зниження (TP у межах 700-1500 мс², що відповідає астенічному синдрому) – у 5 (8%) хворих Пг1, у 17 (30%) хворих Пг2, у 10 (21%) хворих Пг3, у 7 (21%) хворих Пг4, а також у 15 (19%) осіб ГК2; підвищення (TP у межах 3000-4000 мс², що спостерігається при вираженому

рівні тренуваності, формування резервів адаптації) у 17 (22%) респондентів КГ2; значно підвищений (ТР у межах 4000–6000 mc^2 – стан надлишкового реагування/гіперергії, потребує відновлення балансу витрат енергії) у 1 (3%) респондентів КГ1 і у 11 (14%) респондентів КГ2; надлишковий (ТР > 6000 mc^2 – значний дисбаланс, витрата енергії внаслідок вираженої вегетативної дисфункції) у 28 (93%) респондентів КГ1.

Зазначені показники динаміки кількісної оцінки ТР у групах дослідження засвідчують про: 1) поступове пригнічення енергетичної потужності серцевої діяльності (енергодефіцитний стан) у групі хворих на НІЗ, що зростає при збільшенні коморбідності і, відповідно, прогресуванні серцево-судинного континууму у підгрупах порівняння; 2) стимулюючу, енергезуючу дію спорту на організм людини; 3) клінічну цінність і доцільність використання показника ТР для персоналізованої оцінки функціонального стану і прогнозу, що може допомогти здійснювати незалежну об'єктивну предикцію. Відносно кращі показники ТР у Пг4, ніж у Пг3 можуть бути пояснені тим, що КЗВРС здійснювали хворим на гострий інфаркт міокарду у підгострому періоді після відповідного тривалого лікування і у вибірці компенсованих хворих, на відміну від хворих Пг3, яким дослідження здійснювали на першому тижні госпіталізації, тобто на початку лікування у стаціонарі. Зазначене може бути опосередкованим підтвердженням можливості застосування КЗВРС у якості методу персоналізованої оцінки ефективності лікування і об'єктивізації прогнозу згідно з вимогами перспективної моделі 4-П медицини.

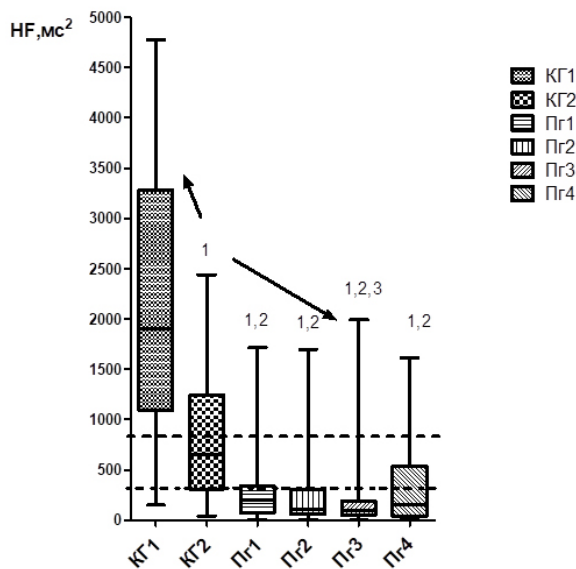


Рис. 2. Оцінка високочастотної складової серцевої діяльності у групах дослідження.

Примітка: достовірна різниця 1 – між КГ1 і іншими групами, 2- між КГ2 і іншими ПГ, 3 – між ПГ1 і іншими ПГ; 4 – між ПГ 2 і іншими ПГ; пунктирна лінія – верхня межа норми, штрих пунктирна лінія – нижня межа норми; стрілка вказує динаміку зміни показника в групах.

На рисунку 2 наведено результати оцінки HF частотно-хвильової компоненти серцевої діяльності у групах дослідження.

Клінічне значення HF-діапазону – це інформаційно-енергетичне відображення активності рефлекторних систем регуляції, відповідальних за відновлення енергетичного потенціалу органів і систем [5-8]. Встановлено: низький рівень відновлюваного потенціалу ($\text{HF} < 300 \text{ mc}^2$) – у 46 (73%) хворих Пг1, у 41 (72%) хворих Пг2, у 41 (85%) хворих Пг3, у 22 (67%) хворих Пг4, а також у 1 (3%) респондентів КГ1 та 21 (27%) респондентів КГ2; помірний рівень (HF у межах 300–700 mc^2) – у 8 (10%) хворих Пг1, у 11 (19%) хворих Пг2, у 3 (7%) хворих Пг3, у 8 (24%) хворих Пг4, а також у 2 (7%) респондентів КГ1 і у 23 (30%) респондентів КГ2; високий рівень ($\text{HF} > 700 \text{ mc}^2$) – у 9 (14%) хворих Пг1, у 5(9%) хворих Пг2, у 4 (8%) у хворих Пг3, у 3(9%) хворих Пг4, у 27(90%) респондентів КГ1 у 33(57%) респондентів КГ2. Тобто, персоналізований аналіз дав можливість: 1) виявити осіб із розладами активності рефлекторних систем регуляції серед функціонально здорових осіб; 2) продемонстрував неоднорідність у групах дослідження за HF-компонентою; 3) встановив, що кількість осіб зі зниженою HF-компонентою зростала у групах зі збільшенням коморбідності, стадії серцево-судинного континууму.

Результати групового аналізу LF-компоненти спектрального діапазону серцевої діяльності представлені на рис. 3.

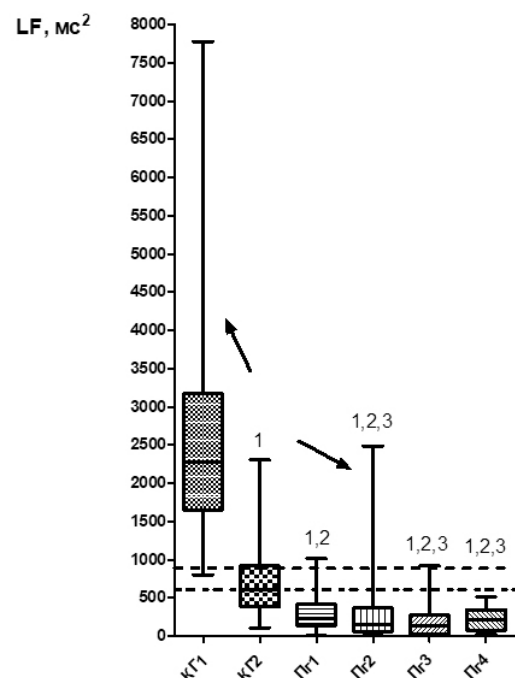


Рис. 3. Оцінка середньочастотної складової серцевої діяльності у групах дослідження.

Примітка: достовірна різниця 1 – між КГ1 і іншими групами, 2- між КГ2 і іншими ПГ, 3 – між ПГ1 і іншими ПГ; 4 – між ПГ 2 і іншими ПГ; пунктирна лінія – верхня межа норми, штрих пунктирна лінія – нижня межа норми; стрілка вказує динаміку зміни показника в групах.

LF-діапазон характеризує активність рефлекторних систем регуляції, довготривала активність яких призводить до виснаження енергетичних ресурсів органів і систем [7-10]. Встановлено: низький рівень мобілізуючого потенціалу ($LF < 300 \text{ мс}^2$) – у 37 (59%) хворих Пг1, у 38 (67%) хворих Пг2, у 39 (81%) хворих Пг3, у 23 (70%) хворих Пг4, а також у 12 (16%) респондентів КГ2; помірний (LF у межах $300\text{--}700 \text{ мс}^2$) – у 19 (30%) хворих Пг1, у 17 (29%) хворих Пг2, у 9 (11%) хворих Пг3, у 10 (30%) хворих Пг4, а також у 37 (48%) респондентів КГ2; високий ($LF > 700 \text{ мс}^2$) – у 7 (11%) хворих Пг1, у 2 (4%) хворих Пг2, у 30 (100%) респондентів КГ1, у 28 (36%) респондентів КГ2. Отже, персоніфікований аналіз дав можливість: 1) виявити осіб із низьким рівнем мобілізуючого потенціалу серед функціонально здорових осіб – неспортсменів; 2) продемонстрував неоднорідність у групах дослідження за LF компонентною; 3) встановив, що кількість осіб зі зниженою LF -компонентною зростала у групах зі збільшенням коморбідності, стадії серцево-судинного континууму.

HF/LF характеризує баланс механізмів витрати і відновлення енергетичного статусу/резерву в організмі: за умови, коли $HF > LF$ домінують процеси відновлення енергетичного потенціалу; $LF > HF$ – домінують процеси витрат енергетичного потенціалу; $LF/HF < 1$ засвідчує про відсутність процесів мобілізації – «режим відпочинку» [5-8], що встановлено при груповому аналізі показників у всіх групах дослідження (рис. 4).

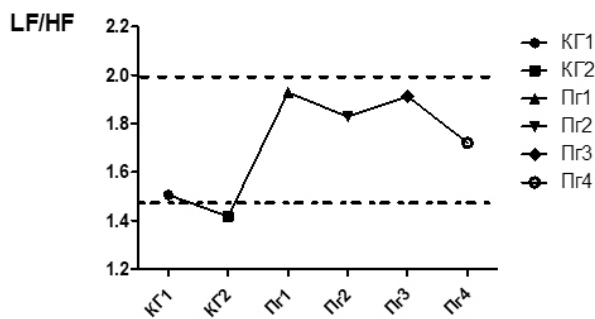


Рис. 4. Оцінка співвідношення хвильових компонент LF/HF у групах дослідження.

Якщо $LF/HF > 2$ реєструється під час виконання роботи (виконання навантажувальних проб, динамічне спостереження під час тренувального процесу), це вказує на процеси енергетичної мобілізації. Якщо $LF/HF > 2$ реєструється у спокої (у фоновому режимі, без тренування в анамнезі, тощо), це засвідчує про перенапруження систем адаптації і розцінюється як негативна ознака [7-10]. Саме персоніфікований аналіз надав можливість виявити це у дослідженні. Встановлено наявність $LF/HF > 2$ у 15 (20%) хворих Пг1, у 19 (30%) хворих Пг2, у 12 (21%) хворих Пг3, у 14 (29%) хворих Пг4, а також у 6 (20%) респондентів КГ1 і у 15 (20%) респондентів КГ2.

Результати групового аналізу VLF -компоненти спектрального діапазону серцевої діяльності представлені на рис. 5.

ISSN 1727-4338 <https://www.bsmu.edu.ua>

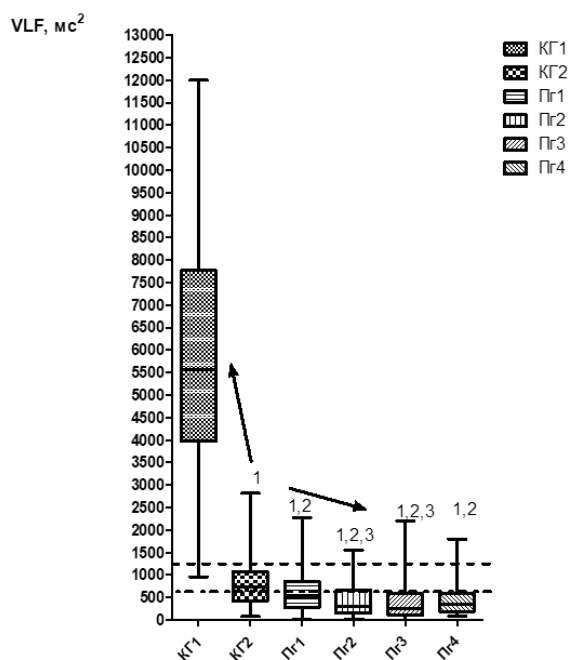


Рис. 5. Оцінка низькочастотної складової серцевої діяльності у групах дослідження.

Примітка: достовірна різниця 1 – між КГ1 і іншими групами, 2- між КГ2 і іншими ПГ, 3 – між ПГ1 і іншими ПГ; 4 – між ПГ 2 і іншими ПГ; пунктирна лінія – верхня межа норми, штрих пунктирна лінія – нижня межа норми; стрілка вказує динаміку зміни показника в групах.

Потужність VLF -діапазону інформаційно характеризує роботу вазомоторного центру і гуморальних механізмів регуляції [5-8]. Встановлено: низький рівень гормональної модуляції регуляторних механізмів ($VLF < 700 \text{ мс}^2$) у 38 (60%) хворих Пг1, у 48 (84%) хворих Пг2, у 40 (83%) хворих Пг3, у 30 (91%) хворих Пг4, а також у 35 (46%) респондентів КГ2; помірний (VLF у межах $700\text{--}1300 \text{ мс}^2$) – у 22 (35%) хворих Пг1, у 7 (12%) хворих Пг2, у 6 (13%) хворих Пг3, у 2 (6%) хворих Пг4, а також у 28 (36%) респондентів КГ2; високий ($VLF > 1300 \text{ мс}^2$) – у 3 (5%) хворих Пг1, у 2 (4%) хворих Пг2, у 2 (4%) хворих Пг3, у 1 (3%) хворих Пг4, а також у 14 (18%) респондентів КГ2 та 30 (100%) респондентів КГ1. Тобто, персоніфікований аналіз надав можливість: 1) виявити осіб із низьким рівнем гормональної модуляції регуляторних механізмів серед функціонально здорових осіб-неспортсменів; 2) продемонстрував неоднорідність у групах дослідження за VLF компонентною; 3) встановив, що кількість осіб із зниженою VLF -компонентною зростала у групах зі збільшенням коморбідності і стадії серцево-судинного континууму.

Отже, відповідно до кожної складової зберігається аналогічна до ТР достовірна закономірність поступового зниження при зростанні ступеня коморбідності і прогресуванні серцево-судинного континууму. Зазначене формує зниження електромагнітної потужності серцевої діяльності при прогресуванні НІЗ відповідно до дисбалансу системних енергетичних регулюючих

процесів і вичерпання резервів адаптації. Принципове підтвердження цього факту у нашому дослідженні дала оцінка відсоткового вкладу кожної з компонент у загальну електромагнітну потужність серцевої діяльності. Спектральні показники VLF, LF, HF, ULF формуються внаслідок дії механізмів системи регуляції і їх вклад віддзеркалює системні інформаційні енергетичні процеси регуляції і адаптації організму людини у процесі життєдіяльності. Відповідно до кібернетичної моделі (двоконтурна система регуляції за Р.М. Баєвським) LF, HF належать (до абстрактної функціональної системи «автономний контур регуляції») і характеризують вклади симпатичного і парасимпатичного відділів нервової системи. У нормі автономний контур майже самостійно забезпечує роботу внутрішніх органів, тому відсотковий вклад суми спектрів LF, HF повинен перевищувати VLF. У нормі вклад VLF не повинен перевищувати 50% – пунктирна лінія на рис. 6 [5].

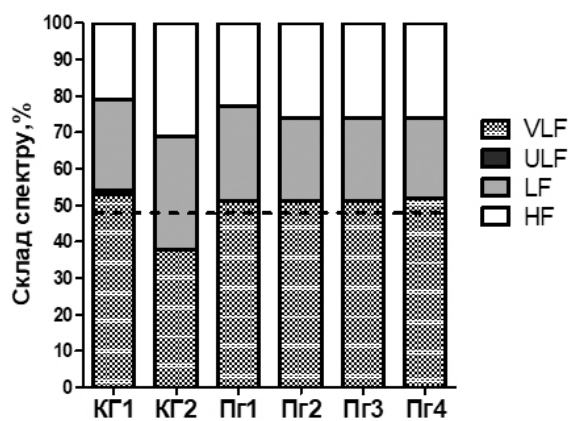


Рис. 6. Оцінка відсоткового вкладу спектральних компонент у групах дослідження.

Зазначене спостерігається у групі КГ2, на відміну від Пг1-Пг4, у яких VLF нараховує понад половину хвильового спектру (рис. 6). VLF характеризує абстрактну функціональну систему «центральної контур регуляції» і відображає інформаційно-енергетичні впливи гуморально-метаболическої і церебрально-ерготропної регуляції серцевого ритму. Центральний контур відповідає за взаємодію із зовнішнім середовищем (рівень А), міжсистемний рівень взаємодії систем організму (рівень Б), внутрішньосистемний рівень взаємодії різних параметрів однієї системи (рівень В). Внесок центрального контуру/VLF зростає в нормі, коли організм активно вирішує завдання (стрес) – це може пояснити домінування VLF і появу ULF у професійних спортсменів КГ1 як наслідок постійних психофізичних навантажень (рис. 6) [9-10].

Отримані дані принципово узгоджуються і продовжують ідеї робіт, започаткованих фундаментальними дослідженнями Р.М. Баєвського (1928-2020), науковою школою М.І. Яблучанського [7-10].

Висновки

1. Встановлено, що НІЗ супроводжується поступовим зниженням електромагнітної потужності (загальної й усіх спектральних компонент) серцевої діяльності відповідно до зростання ступеня коморбідності і прогресування серцево-судинного континууму у хворого.

2. Підтверджено клініко-діагностичне значення КЗВРС як методу діагностики функціонального стану і доцільність його використання у комплексному обстеженні хворих у клініці внутрішніх хвороб з метою оцінки ефективності лікування та проведення лікувально-профілактичної роботи із пацієнтом відповідно до принципів моделі 4П-медицини.

3. Метод КЗВРС може бути рекомендований до широкого застосування у терапевтичній практиці як ефективний та інваріантний для відображення стану загального здоров'я серця на підставі дослідження регуляторних системних впливів нервової системи, оцінки вкладу і збалансованості системних енергетичних процесів та визначення функціонального стану/рівня здоров'я у функціонально здорових осіб та коморбідних хворих на НІЗ, у тому числі для ранньої доклінічної діагностики.

Перспективи подальших досліджень

Перспективним є подальше детальне вивчення впливу на показники КЗВРС окремих нозологій НІЗ та їх характерних поєднань.

Список літератури:

- Mintser OP, Semenets VV, Potiazhenko MM, Podpruzhnykov PM, Nevoit GV. The study of the electromagnetic component of the human body as a diagnostic indicator in the examination of patients with Non-communicable diseases: problem statement. *Wiad Lek.* 2020;73(6):1279-83. doi: 10.36740/WLek202006139
- Dzau VJ, Braunwald E. Resolved and unresolved issues in the prevention and treatment of coronary artery disease: a workshop consensus statement. *Am Heart J.* 1991;121(4 Pt 1):1244-63. doi: 10.1016/0002-8703(91)90694-D
- Dzau VJ, Antman EM, Black HR, Hayes DL, Manson JE, Plutzky J, et al. The cardiovascular disease continuum validated: clinical evidence of improved patient outcomes: part I: Pathophysiology and clinical trial evidence (risk factors through stable coronary artery disease). *Circulation.* 2006;114(25):2850-70. doi: 10.1161/circulationaha.106.655688
- Невойт ГВ. Возможности короткого запису варіабельності ритму серця у відображенні системних інформаційних енергетичних процесів людського організму при клінічному обстеженні пацієнтів терапевтичного профілю. *Актуальні проблеми сучасної медицини.* 2020;20(4):78-82. doi: https://doi.org/10.31718/2077-1096.20.4.78
- Баевский РМ. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. Москва: Книга по Требованию; 2014. 295 с.
- Баевский РМ, Орлов ОИ, редакторы. Методы и приборы космической кардиологии на борту Международной космической станции. Москва: Техносфера; 2016. 368 с.
- Михайлов ВМ. Вариабельность ритма сердца (новый взгляд на старую парадигму). Иваново: Нейрософт; 2017. 516 с.

8. Яблучанский НИ, Мартыненко АИ. Вариабельность сердечного ритма в помощь практическому врачу. Харьков; 2010. 131 с.

References

1. Mintser OP, Semenets VV, Potiazhenko MM, Podpruzhnykov PM, Nevoit GV. The study of the electromagnetic component of the human body as a diagnostic indicator in the examination of patients with Non-communicable diseases: problem statement. *Wiad Lek.* 2020;73(6):1279-83. doi: 10.36740/WLek202006139
2. Dzau VJ, Braunwald E. Resolved and unresolved issues in the prevention and treatment of coronary artery disease: a workshop consensus statement. *Am Heart J.* 1991;121(4 Pt 1):1244-63. doi: 10.1016/0002-8703(91)90694-D
3. Dzau VJ, Antman EM, Black HR, Hayes DL, Manson JE, Plutzky J, et al. The cardiovascular disease continuum validated: clinical evidence of improved patient outcomes: part I: Pathophysiology and clinical trial evidence (risk factors through stable coronary artery disease). *Circulation.* 2006;114(25):2850-70. doi: 10.1161/circulationaha.106.655688
4. Nevoit GV. *Mozhlyvosti korotkoho zapysu variabel'nosti*

rytmu sertsia u vidobrazhenni systemnykh informatsiinykh enerhetychnykh protsesiv lyuds'koho orhanizmu pry klinichnomu obstezhenni patsientiv terapevtychnoho profilyu [Potentials of short recording of heart rate variability in displaying systemic informational energy processes of the human body during clinical examination of patients with non-communicable diseases]. *Aktual'ni problemy suchasnoi medytsyny.* 2020;20(4):78-82. doi: <https://doi.org/10.31718/2077-1096.20.4.78> (in Ukrainian)

5. Baevskiy RM. *Prognozirovanie sostoyaniy na grani normy i patologii* [Prediction of conditions on the verge of norm and pathology]. Moscow: Kniga po Trebovaniyu; 2014. 295 p. (in Russian)
6. Baevskiy RM, Orlov OI, redaktory. *Metody i pribory kosmicheskoy kardiologii na bortu Mezhdunarodnoy kosmicheskoy stantsii* [Methods and instruments of space cardiology aboard the International Space Station]. Moscow: Tekhnosfera; 2016. 368 p. (in Russian)
7. Mikhaylov VM. *Variabel'nost' ritma serdtsa (novyy vzglyad na staruyu paradigmu)* [Heart rate variability (a new look at the old paradigm)]. Ivanovo: Neyrosoft; 2017. 516 p. (in Russian)
8. Yabluchanskiy NI, Martynenko AI. *Variabel'nost' serdechnogo ritma v pomoshch' prakticheskomu vrachu* [Heart Rate Variability to Help the Practitioner]. Khar'kov; 2010. 131 p. (in Russian)

Відомості про авторів:

Невойт Г.В. – к.мед.н., доцент кафедри внутрішніх хвороб та медицини невідкладних станів навчально-наукового інституту післядипломної освіти Полтавського державного медичного університету, м. Полтава, Україна.

Потяженко М.М. – д.мед.н., професор, завідувач кафедри внутрішніх хвороб та медицини невідкладних станів навчально-наукового інституту післядипломної освіти Полтавського державного медичного університету, м. Полтава, Україна.

Сведения об авторах:

Невойт А.В. – к.мед.н., доцент кафедры внутренних болезней и медицины неотложных состояний учебно-научного института последипломного образования Полтавского государственного медицинского университета, г. Полтава, Украина.

Потяженко М.М. – д.мед.н., профессор, заведующий кафедры внутренних болезней и медицины неотложных состояний учебно-научного института последипломного образования Полтавского государственного медицинского университета, г. Полтава, Украина.

Information about authors:

Nevoit Ganna – PhD, Associate Prof. of the Department of Internal diseases and Emergency medicine, Education and Scientific Institute of Postdegree Education of the Poltava State Medical University, Poltava, Ukraine.

Potiazhenko Maksim – MD, Prof., Head of the Department of Internal diseases and Emergency medicine, Education and Scientific Institute of Postdegree Education of the Poltava State Medical University, Poltava, Ukraine.

Стаття надійшла до редакції 12.04.2021 р.

Рецензент – проф. Полянська О.С.

© Г.В. Невойт, М.М. Потяженко, 2021

