

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ МОРФОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ АРТЕРІАЛЬНИХ ОСЦИЛОГРАМ ДЛЯ ПОРІВНЯЛЬНОГО АНАЛІЗУ СТАНУ СУДИН ЛІВОЇ ТА ПРАВОЇ ВЕРХНІХ КІНЦІВОК

©Д. В. Вакуленко, Л. О. Вакуленко, А. С. Плешканьова

ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського»

РЕЗЮМЕ. При проведенні морфологічного аналізу осцилограм правого і лівого плеча асиметрію стану периферійного кровообігу зареєстровано у кожного із 31 обстежених. Ступінь проявів асиметрій був різним. Він залежав від оцінюваного критерію та індивідуальних особливостей обстеженого. Найменшу асиметрію реєстрували при вивченні тривалості висхідної частин пульсації (у 25 %), найбільшу – низхідної (у 44 % обстежених). За іншими критеріями різниця була меншою. Проте у 2 осіб було зареєстровано значні відхилення досліджуваних параметрів від норми. Вони підлягають терміновому поглибленому обстеженню.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: артеріальна осцилограма, електронні вимірювачі артеріального тиску, морфологічний аналіз артеріальних осцилограм.

Вступ. Система кровообігу – чутливий індикатор адаптаційних реакцій цілого організму [1]. Захворювання серцево-судинної системи – основна причина смертності та інвалідності населення економічно розвинених країн [2]. Значне «помолодження» судинної патології свідчить про малу ефективність застосовуваних методів її діагностики та лікування [3]. Актуальною є потреба створення новітніх медичних технологій візуалізації та моніторингу функції серцево-судинної системи [2]. На кровообіг значно впливає стан периферійних судин (основної складової «периферійного серця») [4]. Сьогодні суспільство обмежене в ефективних технологіях раннього виявлення судинної патології, а також не існує алгоритмів доклінічної діагностики судинних негараздів [2].

Сучасна медична техніка має надавати фахівцю достовірну інформацію разом із певними діагностичними алгоритмами, спеціальними засобами аналізу і синтезу для аналізування конкретного випадку та допомоги в прийнятті рішень [5]. Застосування для вимірювання артеріального тиску сучасного електронного обладнання дає можливість лікарю отримати, окрім рівня артеріального тиску та частоти серцевих скорочень, набагато більше інформації про стан серцево-судинної системи взагалі та периферійних судин зокрема [6, 7]. Актуальність даної проблеми спонукала нас вивчити й оцінити стан периферійних судин у студентів віком 18–24 років.

Метою досліджень було дослідити, вивчити, оцінити, провести порівняльний аналіз стану периферійних судин правого і лівого плечей шляхом реєстрації артеріальної осцилограми електронним вимірювачем тиску та її оцінки за допомогою методів морфологічного аналізу [6, 7]. Розглянути можливості застосування отриманої інформації для оцінки адаптаційних можливос-

тей серцево-судинної системи, ранньої діагностики та моніторингу захворювань.

Матеріал і методи дослідження. Обстежено 31 особу без скарг на стан здоров'я віком 18–24 років. Вимірювання артеріального тиску з подальшою реєстрацією артеріальної осцилограми проведено за допомогою електронного вимірювача тиску ВАТ41-2 (виробник «ІКС-ТЕХНО») на лівому та правому плечах. Формування та запис артеріальної осцилограми відбувалися в автоматичному режимі, синхронно з нагнітанням повітря в манжету і реєстрацією відповіді артерії на стискання протягом усього періоду компресії.

Для зручності візуального аналізу осцилограми, залежно від стадії зростання компресії, виділено три її частини (рис. 1) [6, 7].

Перша – початок компресії (від початку компресії до моменту стрімкого зростання амплітуди осциляцій, значення діастолічного тиску, в нашому прикладі – до 18 с; друга – наростання компресії (від моменту стрімкого зростання амплітуди осциляцій до її стрімкого зниження, значення систолічного тиску – 18–31 с); третя – максимальної компресії (тиск у манжеті більший від рівня систолічного тиску – 32–33 с) [5].

Аналіз літературних джерел [8–11] та проведення попереднього аналізу 1680 осцилограм [6, 7] дав можливість виділити й об'єднати основні характеристики морфологічного аналізу осцилограм у 3 основні групи: 1) форма осцилограми; 2) характер окремих осциляцій (пульсацій); 3) наявність, локалізація, величина дикротичної та додаткових хвиль. Дослідження дали можливість зробити висновок, що для осцилограми здорової особи (рис. 1) притаманне наступне [6, 7].

1. **Форма осцилограми:** ритмічність осциляцій, поступове рівномірне зростання їх амплітуд, досягнення максимуму та зниження до кінця реє-

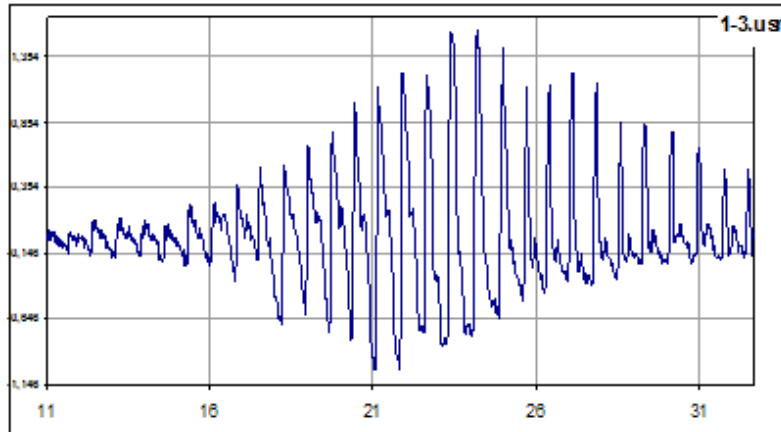


Рис. 1. Артеріальна осцилограма особи М. 18 років.

Примітка. По осі Х – час реєстрації артеріальної осцилограми (с), по осі Y – значення коливань тиску в манжеті під впливом пульсацій судинної стінки (мм рт. ст.).

страції; збереження в процесі зростання компресії декількох однакових за амплітудою максимальних осциляцій (у період початку повного перетискання судин під час діастолі); симетричне розміщення огинаючих, створених за максимальними та мінімальними екстремумами, їх куполоподібна форма з рівномірним зростанням та зниженням, поява піків за максимумами слідом за мінімальними екстремумами; більш виражене зростання амплітуди осциляцій на висхідній частині осцилограми – показник діастолічного, зниження на низхідній – систолічного тиску.

2. Характер окремих осциляцій (пульсацій) у різних фазах компресії: амплітуда кожної пульсової хвилі пропорційна змінюваному під впливом тиску в манжеті просвіту магістральної артеріальної судини: поступово зростає, досягає максимуму і поступово знижується; верхівки верхніх екстремумів загострені, на початку компресії їх кут більший, у процесі зростання компресії спочатку зменшується, а потім наближається до нуля; верхня частина катакрати значно наближається до анакрати або співпадає з нею; площа висхідної частини менша, низхідної – більша. Вони співвідносяться між собою як 1 до 6; тривалість фази повільного вигнання крові в процесі збільшення компресії поступово зростає, фаза діастолі – скорочується.

3. Наявність, локалізація, величина дикротичної та додаткових хвиль на окремих осциляціях: на висхідній частині осциляції додаткові хвилі відсутні; на низхідній частині осциляцій, в кінці систолі, реєструється дикротична хвиля. На початку компресії вона розміщена на середній частині катакрати, зникає при максимальній амплітуді осциляцій, в процесі наростання компресії з'являється знову, але вже на нижній частині катакрати і в кожній наступній пульсації поступово наближається до її нижнього краю. Амплітуда дикротичної хвилі при цьому зростає; в процесі підвищення

компресії на низхідній частині осциляцій слідом за дикротичною хвилею реєструють дрібні однотипні додаткові хвилі; повну компресію судин (або систолічний тиск) можна визначити не лише за стрімким зменшенням амплітуди осциляцій, але і за зникненням дикротичної хвилі на низхідній частині. Поява хвилі слідом за закінченням катакротичної фази – ознака повного стиснення судин як у фазу діастолі, так і систолі, однотипні дрібні осциляції в період, коли судина повністю стиснута, є результатом дії інерційних сил, вони утримуються до появи наступного гідравлічного удару [8].

Оцінку зареєстрованих 62 артеріальних осцилограм проводили шляхом візуального аналізу. Використано 8 критеріїв: 1) форму огинаючих за максимальними та мінімальними екстремумами; 2) наявність порушення ритмічності осциляцій, 3) реакцію судин на початок компресії (до досягнення діастолічного тиску); 4) реакцію судин ділянки плеча на компресію за амплітудою, наявністю та кількістю екстремальних (з нерівномірним збільшенням амплітуд) осциляцій (гармонійність зростання та зниження амплітуди коливань); 5) кількість максимальних за амплітудою осциляцій; 6) форму верхніх екстремумів осциляцій на початку компресії; 7) характер зміни площі висхідної частини осциляцій; 8) характер зміни площі низхідної частини осциляцій [6, 7].

Аналізували кожен із указаних критеріїв в блоці аналізу біосигналів інформаційної системи медичної (фізичної) реабілітації шляхом порівняння з погрупованими за ваговими коефіцієнтами на 5 типів у кожному з них окремо (залежно від ступеня відхилення від основних критеріїв, прийнятих нами за норму). Ознаки погіршення характеристик зростають від 1 до 5 [6, 7].

Результати й обговорення. Візуальний аналіз артеріальних осцилограм за кожним із критеріїв дав можливість зареєструвати такі результати.

Таблиця 1. Порівняльна оцінка стану периферійних судин правого і лівого плеча за результатами морфологічного аналізу осцилограм осіб 18–24 роки (здорові)

№	Критерій оцінки осцилограм Назва	Оцінка критерію за ваговими коефіцієнтами				Різниця між ваговими коефіцієнтами обох плечей	
		ліве плече		праве плече			
		середнє значення (M±m)	переважний номер критерію	середнє значення (M±m)	переважний номер критерію	0–1*	3 ** i >
1	Форма огинаючих	2,4±0,266	2	3,8±0,219	4	56 %	13 %
2	Порушення ритмічності осциляцій	3,2±0,182	2	2,7±0,197	2	71 %	3 %
3	Реакція судин на початок компресії	2,4±0,166	2	1,8±0,139	1	68 %	6 %
4	Гармонійність зміни амплітуди коливань, наявність та кількість екстремальних осциляцій	2,5±0,161	3	3,0±0,149	1	68 %	3 %
5	Кількість максимальних за амплітудою осциляцій	2,4±0,194	3	2,5±0,148	2	62 %	3 %
6	Форма верхніх екстремумів осциляцій на початку компресії	2,7±0,116	3	2,6±0,225	3	68 %	2 %
7	Характер зміни площі висхідної частини осциляцій	3,0±0,209	3	3,5±0,155	3	75 %	3 %
8	Характер зміни площі низхідної частини осциляцій	3,5±0,238	4	4,0±0,156	4	56 %	21 %
	Середнє значення та достовірність	2,94±0,208	2,75	2,95±0,210	2,5	65,5%	6,7 %

Примітки: 1) 0–1* – вагові коефіцієнти відрізняються не більше ніж на 1 критерій (були схожі). 2) 3 і >** – вагові коефіцієнти відрізнялися на 3 критерії і більше.

Як видно з таблиці, реакція судин правого і лівого плечей на зростаючу компресію манжетой була неоднакова за усіма критеріями, в окремих випадках – значно відрізнялась. Найменшу різницю реєстрували при визначенні характеру зміни площі висхідної частини осциляцій. У 75 % випадків (це у 23 обстежених) вони виявились однаковими або відрізнялись лише за 1 критерієм, тобто тривалість швидкого вигнання крові зі шлуночків під час систоли виявилась однаковою на обох плечах. Тривалість висхідної частини осциляцій відображає потужність пульсової хвилі, створеної систолічним викидом [9]. Відсутність значної різниці свідчить про однакову швидкість поширення пульсової хвилі, зумовленої швидким вигнанням крові із лівого шлуночка під час систоли на маршруті серце–плече з обох боків у 75 % обстежених. Разом з тим, тривалість катакоти (повільне вигнання крові із шлуночків, дикротична хвиля (зворотний удар крові об замкнуті аортальні клапани) та діастолі) виявились однаковими лише у 56 % (17 осіб) обстежених. Це зумовлено тим, що великі судини, у тому числі аорта – судини еластичного типу, тому протягом систоли вони діють як ємність, яка накопичує частину вигнаного об'єму

крові, який потім, під час діастолі, проштовхується в периферійні судини [9]. Неоднорідність реакції судинної стінки на наростання компресії зумовлена різними рівнями функціональної здатності, нервово-рефлекторними механізмами регуляції артеріального тиску та в'язко-пружних властивостей судинної стінки [9].

Лише в 17 обстежених (56 %) була відсутня або мінімальна різниця в характеристиках огинаючих, що свідчить про адекватну реакцію судин передпліччя на поступово зростаючу компресію. У 14 осіб вони відрізнялись за 3 і більше критеріями. При цьому на правому плечі ці відхилення були більш виражені (середнє значення відхилень за ваговими критеріями – 3,8, зліва – 2,4).

За усіма іншими показниками різниця у вагових критеріях була 3 та більше. При цьому за реакцією судин на початок компресії та гармонійністю зміни амплітуди коливань, наявністю і кількістю екстремальних осциляцій вагові характеристики на правому плечі були кращими (усі 1 тип), ніж на лівому (2–3 типи). За іншими характеристиками вони практично не відрізнялись. Різний (часом протилежний) напрямок змін досліджуваних критеріїв на правому і лівому плечах сприяли тому,

Огляди літератури, **оригінальні дослідження**, погляд на проблему

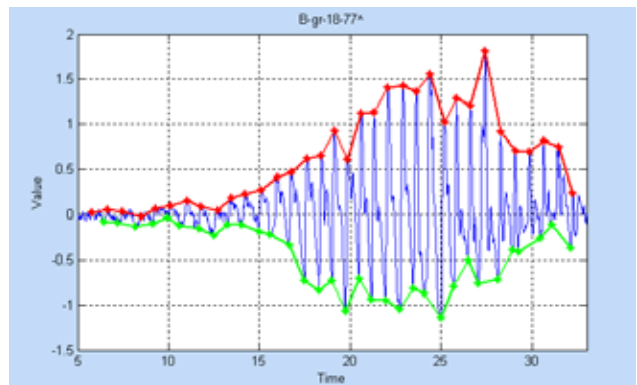
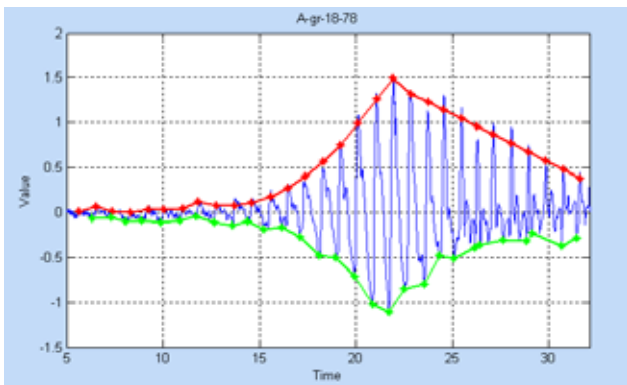
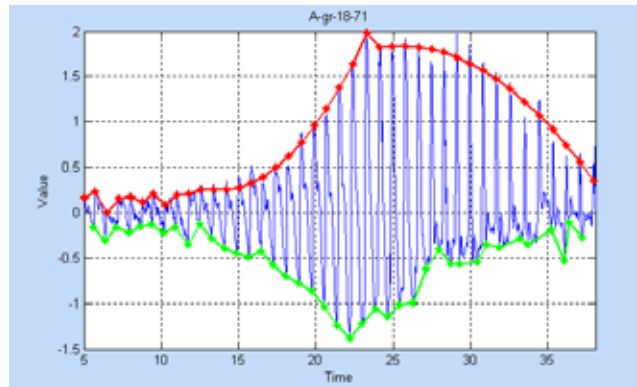
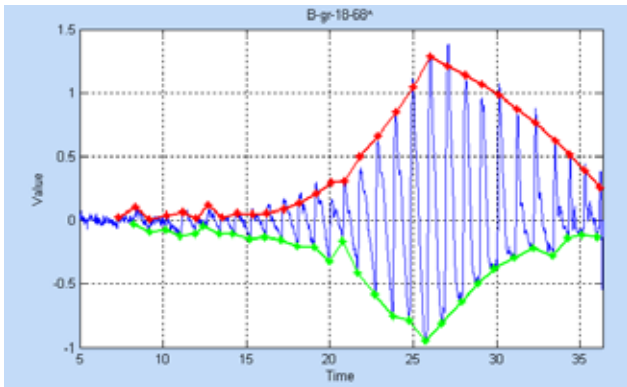
що різниця між ними не виявила достовірності ((2,94±0,208) на лівому і (2,95±0,210) – на правому плечі).

Незначна асиметрія показників морфологічного аналізу (в межах 1–2 критеріїв) може бути зумовлена індивідуальними особливостями обстеженого, послідовністю (а не одночасністю) реєстрації осцилограм, деякою суб'єктивністю їх оцінки.

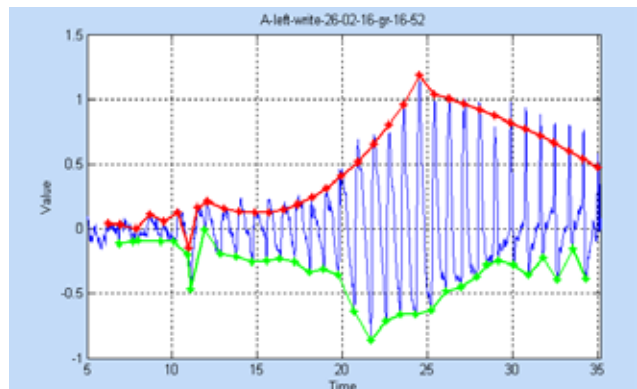
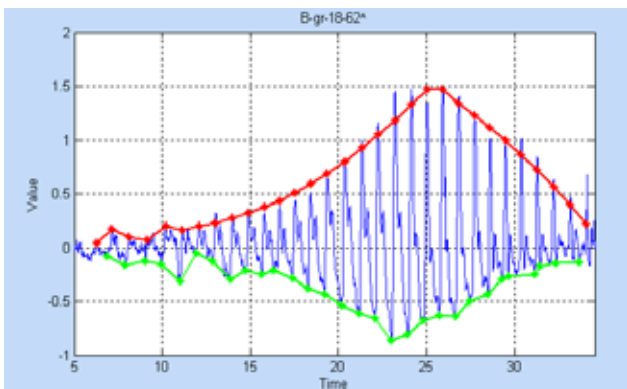
На окремих осцилограмах реєструвались значні відхилення від визначених нами критері-

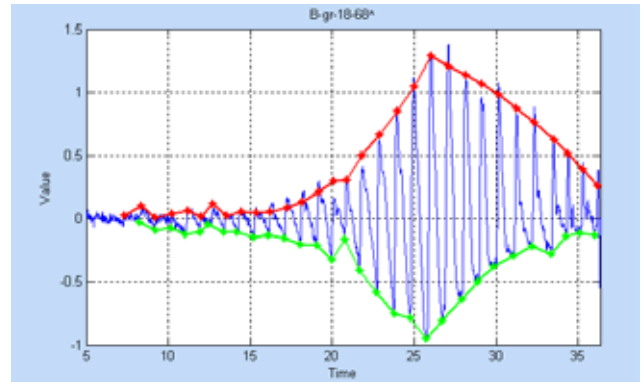
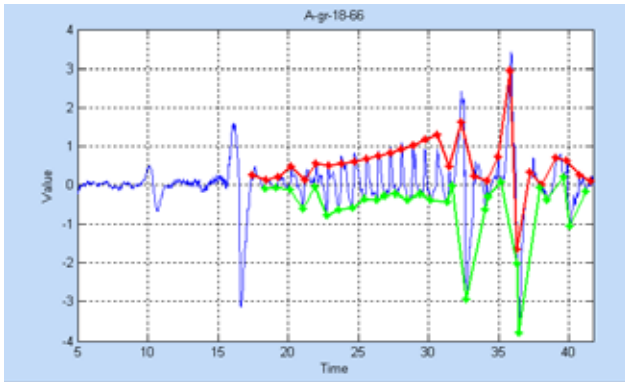
їв норми. Осцилограми, на яких реєструвалось найменше і найбільше відхилень від визначеної нами норми, представлені на подальших рисунках (рис. 2, 3). У лівому стовпчику розміщені осцилограми лівого плеча, справа – правого; у верхньому рядку кожного критерію осцилограми правого і лівого плечей, які найменше, у нижньому – найбільше відрізнялись між собою. У дужках подані закодовані номери обстежених: перший код – осцилограми обстеженого верхнього рядка, другий – нижнього.

1. Перший критерій – аналіз огинаючої (С., 19 та Ш. 18).

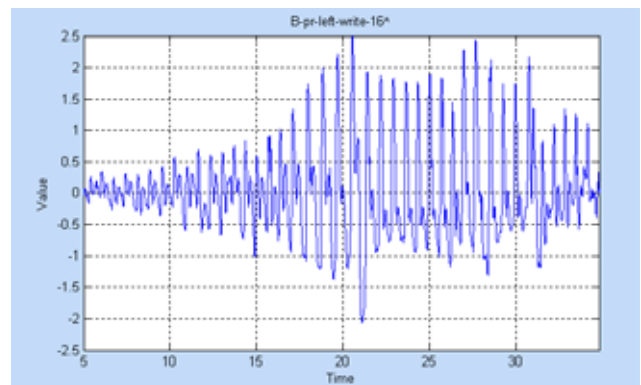
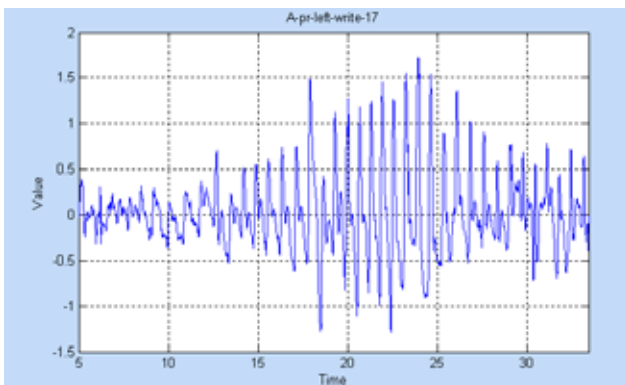
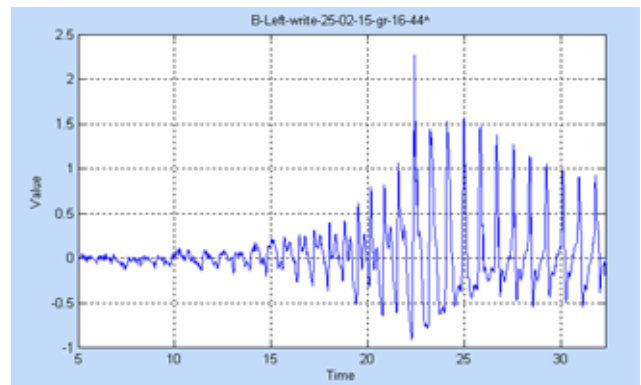
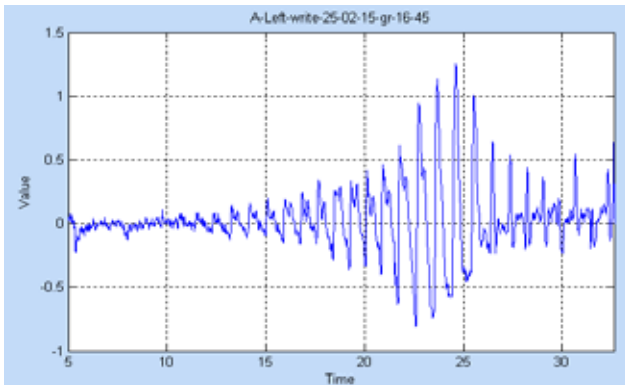


2. Другий критерій – порушення ритмічності осциляцій (П., 20 та П., 18).

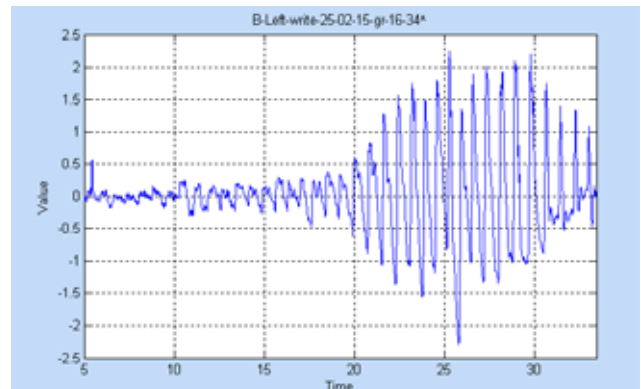
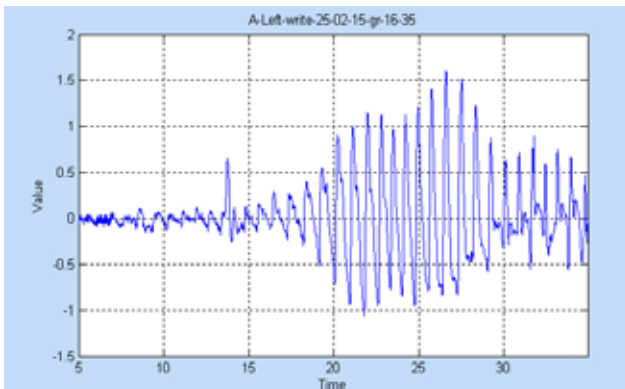


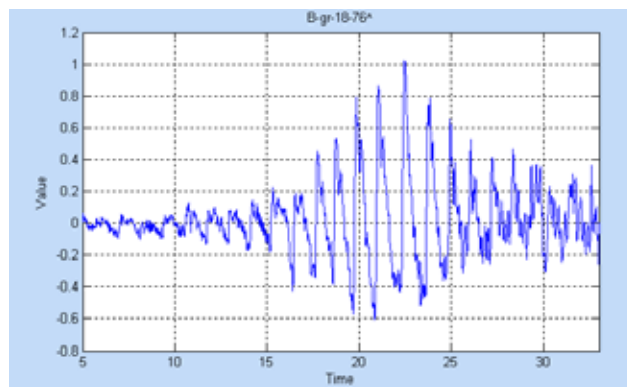
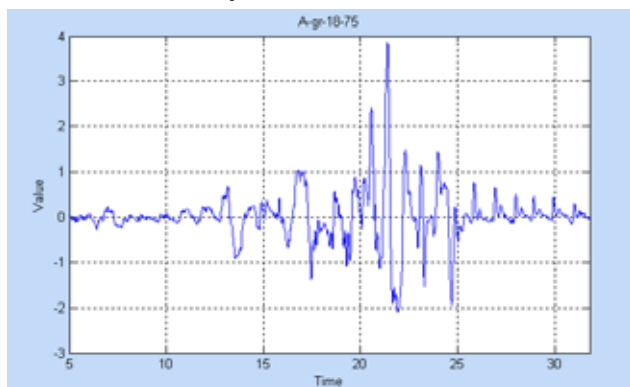


3. Третій критерій – реакція судин на початок компресії (Л., 18 та Т., 19).

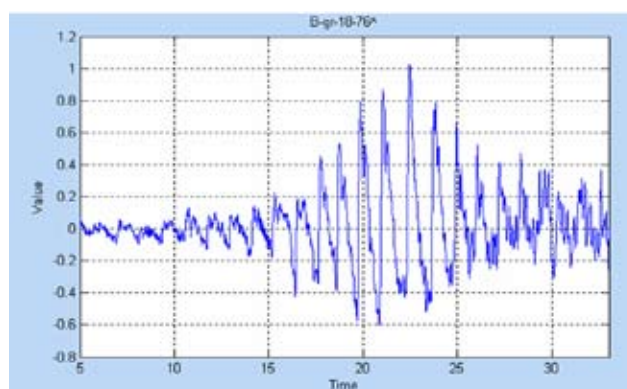
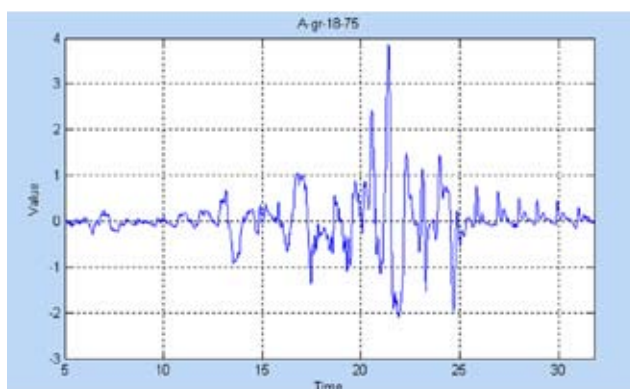
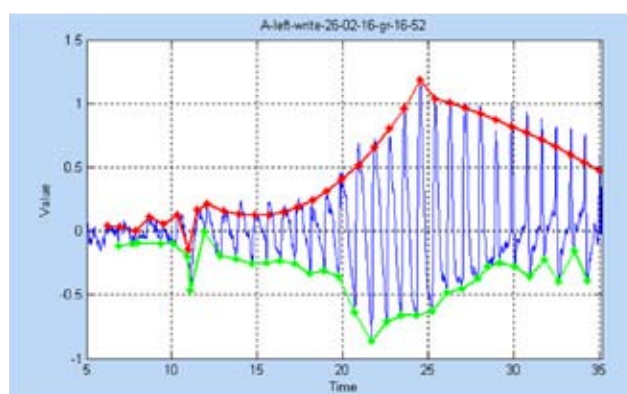
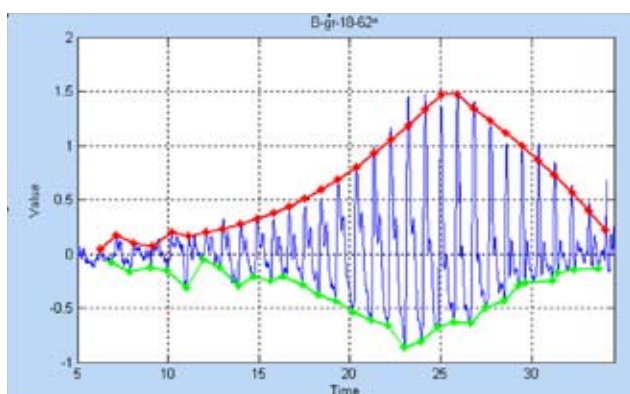


4. Четвертий критерій – реакція судин ділянки плеча на компресію за амплітудою, кількістю та наявністю екстремальних осциляцій (Л., 18 та Б., 19).

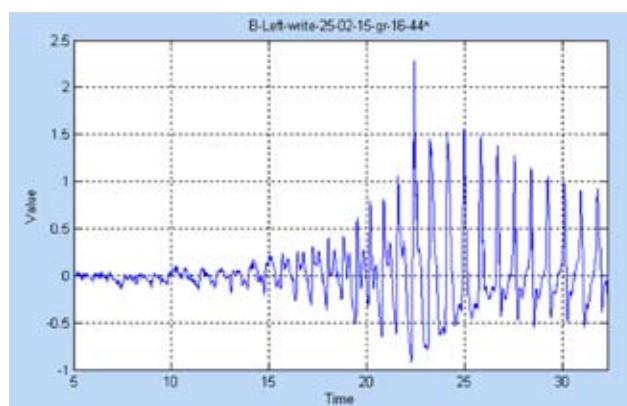
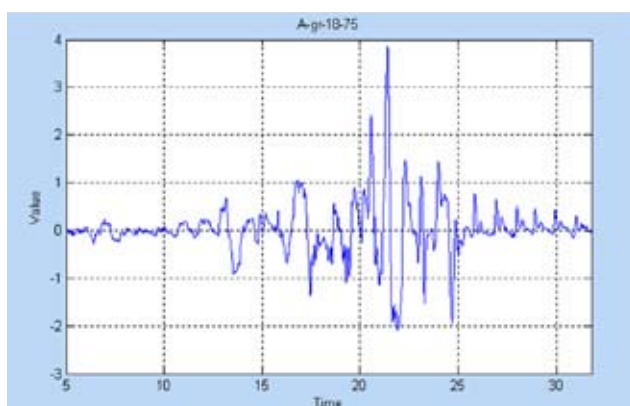




5. П'ятий критерій – кількість максимальних за амплітудою осциляцій (П., 20 та Б., 19).



6. Шостий критерій – форма верхніх екстремумів осциляцій на початку компресії (Т., 18 та Б., 19).



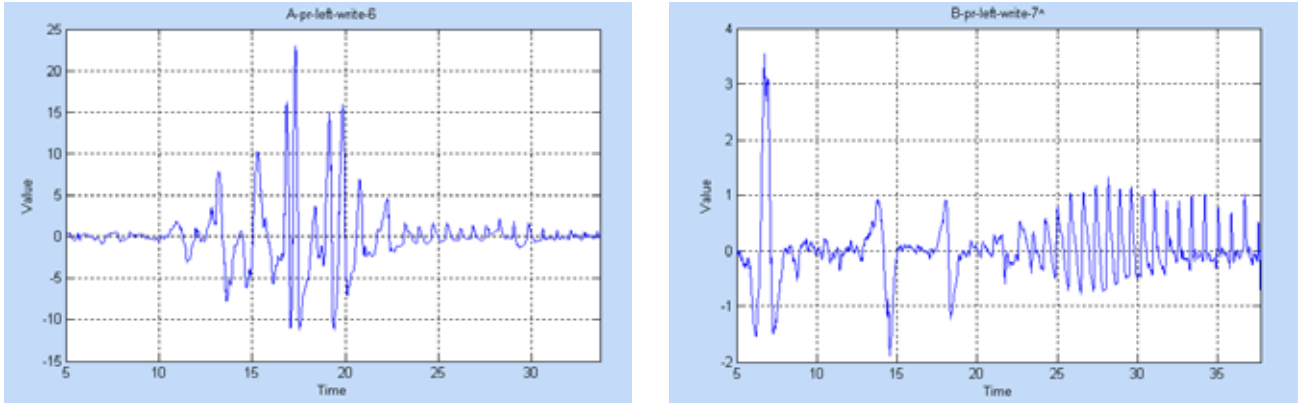
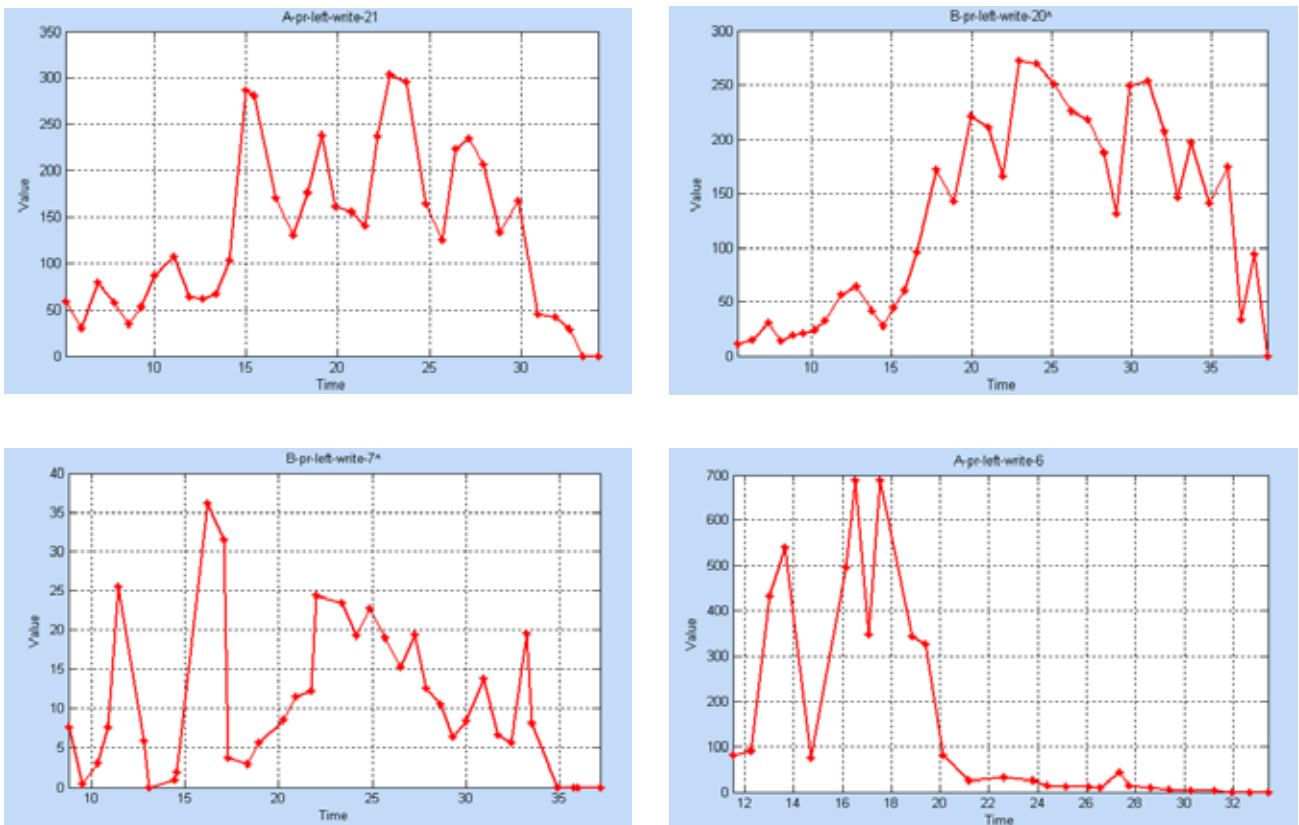


Рис. 2. Осцилограми, на яких реєструвалось найменше (верхній рядок) і найбільше (нижній рядок) відхилень від визначеної нами норми на лівому (зліва) та правому (справа) плечах за кожним із 6 критеріїв.

Примітка. По осі X – час реєстрації артеріальної осцилограми (с), по осі Y – значення коливань тиску в манжеті під впливом пульсації судинної стінки (мм рт. ст.).

7. Сьомий критерій – характер зміни площі висхідної частини осциляцій (К., 18 та К., 19).



8. Восьмий критерій – характер зміни площі низхідної частини осциляцій (Т. 19 та Б., 19).

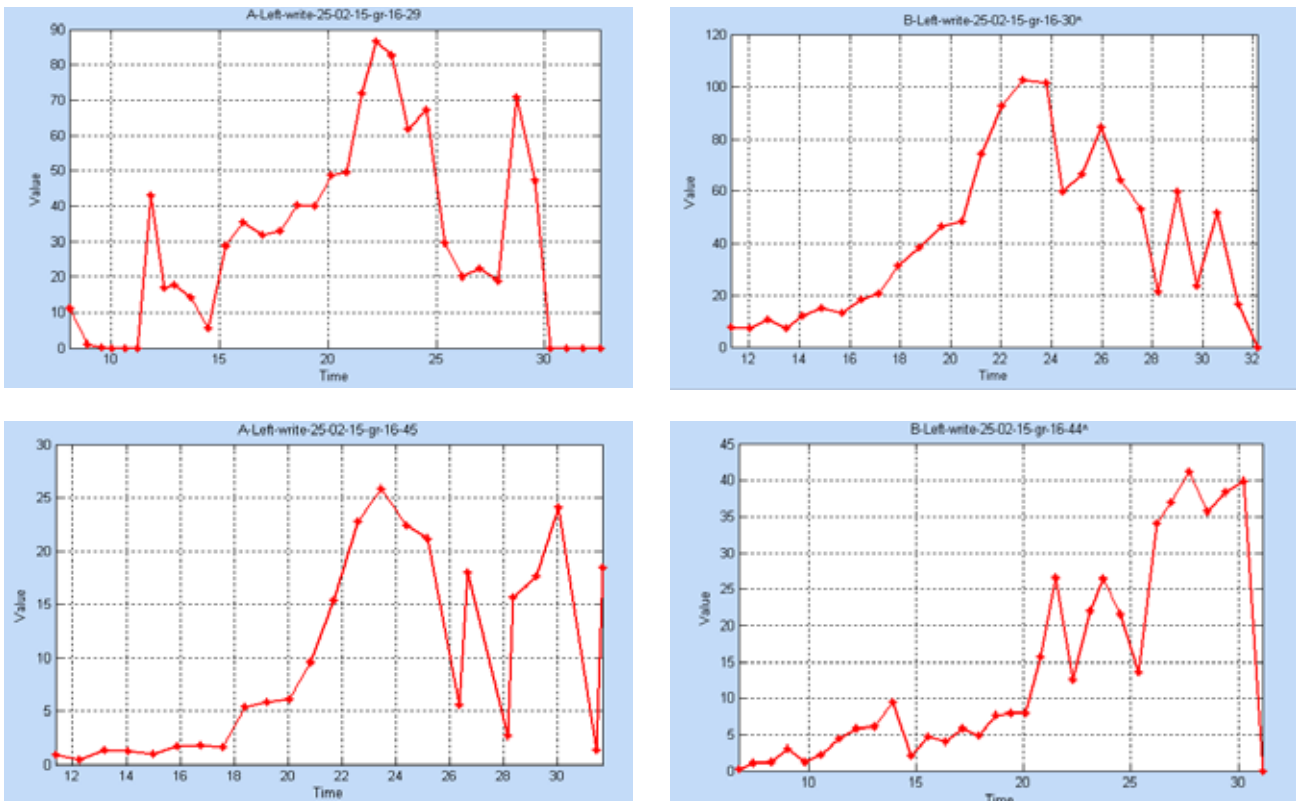


Рис. 3. Площі висхідної (№ 7) та низхідної (№ 8) частин пульсацій осцилограм, на яких реєструвалось найменше (верхній рядок) і найбільше (нижній рядок) відхилень від визначеної нами норми на лівому (зліва) та правому (справа) плечах.

Примітка. По осі X – час реєстрації артеріальної осцилограми (с), по осі Y – № 7 – площі висхідної, № 8 – площі низхідної частини осциляцій (мм²).

Висновки. При проведенні морфологічного аналізу артеріальних осцилограм правого і лівого плечей асиметрію стану периферійного кровообігу зареєстровано у кожного із 31 обстеженого. Ступінь проявів асиметрій був різним. Він залежав від оцінюваного критерію та індивідуальних особливостей обстеженого. Найменше відхилень від визначеної нами норми та різниці між осцилограмами обох плечей виявлено при визначенні характеру зміни площі висхідної частини осциляцій (25 %), найбільше – характеру зміни площі низхідної частини осциляцій та за формою огинаючих (44 %). При цьому за формою огинаючі виявились «гіршими» на правому плечі, разом з тим, за реакцією судин на початок компресії, гармонійністю зміни амплітуди коливань, наявністю і кількістю екстремальних осциляцій на правому плечі були «кращими».

Ступінь та якість реакції судин на компресію залежать від пружноеластичних властивостей судинної стінки, які зумовлені особливостями їх структури (індивідуальними, віковими, патологічними), тонічним напруженням м'язового

шару судинної стінки, ступенем пасивного напруження судинної стінки і підлягають нервово-рефлекторним впливам [9]. До останніх відносять циркуляторні реакції нервового походження – барорецепторні, хеморецепторні, рефлекс на ішемію ЦНС, які контролюють різні параметри кровообігу і постійно інформують центральну нервову систему про зміни, що виникають [1].

На осцилограмах окремих обстежених зареєстровано не лише асиметрію кровонаповнення обох плечей, але і значні відхилення від визначених нами критеріїв норми на кожному з них (рис. 2, 3 – нижній ряд). Так, обстеженим Б., 19 та П., 18 необхідно звернутися до лікаря для поглибленого обстеження з метою визначення причини виявлених відхилень.

Порівняльний аналіз осцилограм правого і лівого плечей може бути використаний для оцінки адаптаційних можливостей серцево-судинної системи до впливу різних рівнів поступово зростаючої компресії судин плеча (та інших факторів), ранньої діагностики та моніторингу захворювань серцево-судинної системи [6, 7].

ЛІТЕРАТУРА

1. Баєвский Р. М. Оцінка адаптаційних можливостей організму і ризик розвитку захворювань / Р. М. Баєвський, А. П. Берсенєва. – М. : Медицина, 1992.
2. Луцки У. Б. Обґрунтування потреби інноваційних медичних технологій у сучасних інформаційних програмних носіях на прикладі технологій діагностики та корекції серцево-судинної патології / У. Б. Луцки, В. В. Новіцький // Запорозький медичний журнал. – № 1 (76). – 2013. – С. 97–100.
3. Булич Елла. Спортивна медицина та лікувальна фізкультура: опір середовища і запити суспільства / Елла Булич, Ігор Муравов : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції "Фізичне виховання, спорт та здоров'я людини: досвід і сучасні технології" 2–4 жовтня 2014 р. – Запоріжжя, 2014. – С. 159–172.
4. Обрезан А. Г. Теория "периферического сердца" профессора М. В. Яновского : классические и современные представления / А. Г. Обрезан, Т. Н. Шункевич // Вестник Санкт-Петербургского университета. – Сер. 11, Вып. 3. – 2008. – С. 14–22.
5. Минцер О. П. Медицинские информационные системы: пути развития и перспективы в реальной жизни / О. П. Минцер // Кибернетика и вычислительная техника. – 2001. – № 2. – С. 37–60.
6. Вакуленко Д. В. Информативне значення окремих показників осцилограм судин верхньої кінцівки зареєстрованих в процесі вимірювання артеріального тиску / Д. В. Вакуленко // Медична інформатика та інженерія. – 2013. – № 4. – С. 67–80.
7. Вакуленко Д. В. Застосування інформаційних технологій морфологічного аналізу осцилограми для визначення функціональних резервів серцево-судинної системи / Д. В. Вакуленко // Медична інформатика та інженерія. – 2014. – № 4. – С. 98–104.
8. Механика кровообращения / К. Каро, Т. Педли, Р. Ротер, У. Сид ; перев. с англ. – М. : Мир, 1981. – 624 с.
9. Педли Т. Гидродинамика крупных кровеносных сосудов / Т. Педли ; пер. с англ. – М. : Мир, 1983. – 400 с.
10. Сучасні неінвазивні методи вимірювання артеріального тиску для діагностики артеріальної гіпертонії та оцінки ефективності антигіпертензивної терапії : посібн. для лікарів / О. М. Рогоза, Е. В. Ощепкова, Е. В. Цагарєшвілі, Ш. Б. Горієва. – Москва : МЕДИКА, 2007. – 72 с.
11. Комплекс аппаратно-программный неинвазивного исследования центральной гемодинамики методом объемной компрессионной осциллометрии "КАП ЦГ осм- "Глобус" : инструкция по применению. – Белгород : ООО "Глобус", 2004. – 51 с.

THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGY OF MORPHOLOGICAL ANALYSIS OF ARTERIAL OSCILLOGRAMS FOR COMPARATIVE ANALYSIS OF VESSELS OF LEFT AND RIGHT UPPER LIMB

©D. V. Vakulenko, L. O. Vakulenko, A. S. Pleshkanova

SHEI «Ternopil State Medical University by I. Ya. Horbachevsky of MPH of Ukraine»

SUMMARY. In carrying out morphological analysis of oscillograms right and left shoulder asymmetry state of the peripheral circulation is registered in each of the 31 surveyed. Severity of asymmetries was different. It depended on the evaluated criteria and individual patients. The smallest asymmetry was registered at the study duration ripple rising parts (25 %), the largest – the downlink (44 % of the surveyed). Other criteria difference was smaller. However, two persons were registered with significant deviations from normal parameters. They must be urgent in-depth examination.

KEY WORDS: arterial oscilloscopes, electronic blood pressure meters, morphological analysis of arterial waveforms

Отримано 05.05.2015