Бацак Богдан Вадимович, науковий співробітник від&shy;ділу кардіорадіології ДУ &laquo;Інститут серця МОЗ України&raquo;: &laquo;Фізичні механізми взаємодії пульсової хвилі з перешко&shy;дами та формування артеріального тиску&raquo; (03.00.02 - біофізика - фізико-математичні науки). Спецрада Д

у Київському національному університеті іме&shy;ні Тараса Шевченка

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Міністерство освіти і науки України

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова

праця на правах рукопису

БАЦАК БОГДАН ВАДИМОВИЧ

УДК 532.511:532:59:

612.12-008.331:612.15:615.849

ДИСЕРТАЦІЯ

ФІЗИЧНІ МЕХАНІЗМИ ВЗАЄМОДІЇ ПУЛЬСОВОЇ ХВИЛІ З

ПЕРЕШКОДАМИ ТА ФОРМУВАННЯ АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ

03.00.02 – біофізика (фізико–математичні науки)

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата фізико–математичних

наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,

результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Б.В. Бацак

Науковий керівник: Забашта Юрій Федосійович, доктор фізикоматематичних наук, професор

Київ – 2019

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ 17

ВСТУП 18

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ 24

1.1. Загальна характеристика серцево-судинної системи

людського організму

24

1.2. Основні напрямки досліджень у сучасній гемодинаміці 28

1.3. Особливості поширення хвиль у хвилеводах 35

1.4. Постановка питання 41

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТУ 43

2.1. Методика магніто-резонансного дослідження 43

2.1.1. Методика отримання анатомо-функціональних

даних (CINEacquisition)

43

2.1.2. Фазово-контрасна методика отримання даних

векторного поля швидкостей

45

2.1.3. Опис процедур отримання та обробки

(постпроцесінгу) експериментальних даних МРТ

53

2.2. Методика ультразвукового дослідження 55

РОЗДІЛ 3. ХВИЛЕВОДНИЙ ХАРАКТЕР КРОВОТОКУ 59

3.1. Теоретичне обгрунтування планування експерименту 59

3.1.1. Механізм утворення відбитих хвиль: наближення

довгої лінії

59

3.1.2. Особливості кровотоку в припущенні про

відсутність відбитих хвиль 61

3.2. Експериментальне визначення параметрів кровотоку у

магістральних артеріях за допомогою магніто-резонансного

томографу

64

3.2.1. Результати вимірювань швидкості кровотоку та

площі перерізу висхідної аорти 65

16

3.2.2. Результати вимірювань швидкості кровотоку та

площі перерізу брахіоцефальних артерій 69

3.2.3. Результати вимірюваннь швидкості кровотоку та

площі перерізу грудної аорти на рівні діафрагми 76

3.2.4. Результати вимірювань швидкості кровотоку та

площі черевної аорти 80

3.2.5. Результати вимірювань швидкості кровотоку та

площі загальної правої здухвинної артерії 84

3.3. Нормальні хвилі в кровоносній судині 88

РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ ХВИЛЕВОДНОГО ХАРАКТЕРУ КРОВОТОКУ

НА ФОРМУВАННЯ АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ 94

4.1. Локальний характер залежності артеріального тиску від

розміру та властивостей судин 94

4.2. Атравматичний метод вимірювання локального

артеріального тиску за даними УЗ та МРТ досліджень

96

4.3. Інвазивний метод вимірювання тиску: недоліки та

похибки

97

4.4. Манжетний спосіб вимірювання артеріального тиску:

похибки та недоліки

102

РОЗДІЛ 5. МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ЛОКАЛЬНОЇ ПРУЖНОСТІ

СТІНОК СУДИН ЗА ДАНИМИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ТА

МАГНІТОРЕЗОНАНСНОГО ДОСЛІДЖЕНЬ 106

ВИСНОВКИ 112

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 114

ДОДАТОК А. Список публікацій здобувача 128

ВИСНОВКИ

Удисертаційнійроботіпроведеноекспериментальнітааналітичні

дослідженняфізичнихмеханізміввзаємодіїпульсовоїхвилізперешкодами

таформуванняартеріальноготискуГоловнівисновкитарезультати

проведенихдослідженьполягаютьунаступному

Проаналізованііснуючіметодикивимірюванняартеріальноготиску

Показанощоманжетнийтаінвазивнийспособивимірюванняартеріального

тискумаютьпевнінедолікизначнасистематичнапохибкавимірювань

травмуваннятадеформаціясудинупроцесівимірюваннянеможливість

вимірюваннятискувсудинахвіддаленихвідповерхніорганізму

Задопомогоюметодівмагніторезонансноїтомографіїтаультразвукової

діагностикипроведеноекспериментальнідослідженнякровотокуЗаналізу

фазовоконтрастнихзображеньсудинтаДопплерехограмвикористовуючи

УЗметодвизначенозалежностішвидкостікровотокувідплощіпоперечного

перерізусудинрізноготипувисхідноїаортинизхідноїаортичеревної

аортибрахіоцефальнихсудинстегновоїартеріїДоведенощозалежність

швидкостікровівідзмінипоперечногоперерізусудиниєлінійною

Показанощозалежностіпараметрівпульсовоїхвилітискуішвидкості

кровотокувідхарактеристикмагістральнихартерійуданомуперерізі

діаметрудосліджуванихсудинтамодулюпружностісудинноїстінки

носитьлокальнийхарактертапрактичнонезалежитьвідграничнихумовна

їїкінцевихперерізах

Експериментальновстановленощопоширенняпульсовоїхвилімає

хвилеводнийхарактерЗавдякицьомувідбитіхвиліщовиниклипризустрічі

пульсовоїхвилізперешкодоюєпереважнонеодноріднимиВониє

синфазнимиколиваннямиамплітудаякихекспоненціальнозменшуєтьсяз

віддаленнямвідперешкодиВстановленощодовжиназагасаннявказаних

коливаньменшарадіусусудиниПоказанощопульсовахвиляєнормальною



хвилюнульовогопорядкудлянеїтискішвидкістьуданомуперерізіє

сталимивеличинами

Запропонованомеханізмивзаємодіїпульсовоїхвилізперешкодамита

формуванняартеріальноготискузгідноякихумагістральнійартеріїяк

хвилеводівзаємодіяпервинноїпульсовоїхвилізперешкодоюможебути

описанадвоматипамигармонійниххвильнеоднорідноютаоднорідною

Сильнезагасаннянеодноріднихімалаамплітудаодноріднихвідбитиххвиль

практичновиключаютьможливістьбагаторазовихвідбиттівзводячитим

самимдомінімумувпливвідбитиххвильнарухкрові

Наосновівказаногомеханізмуформуванняартеріальноготиску

запропонованоновийпідхіддовимірюванняпульсовогоартеріального

тискуРозробленонеінвазивнийспосібвимірюваннялокальногопульсового

артеріальноготискухарактерноюрисоюякогоєвідсутністьтравмта

деформаціїсудиниупроцесівимірюванняатакожможливістьвимірювання

локальногоАТусудинахнедоступнихдлятрадиційнихметодівта

неінвазивнийспосібвизначеннялокальноїпружностісудиннихстінокщо

дозволяєоцінитистансудинприпатологічнихпроцесахЦіспособиможуть

бутизастосованівклінічнійпрактицізокремавкардіологіїтакардіохірургії