

Швидкість поширення пульсової хвилі та її діагностичне значення при серцево-судинних захворюваннях. Огляд літератури та результати власних спостережень



**Н. А. Золотарьова,
І. І. Гуненко,
Д. Г. Парасківа**

Одеський національний
медичний університет

Протягом останнього десятиліття у зв'язку з невинним зростанням смертності від серцево-судинних захворювань науковці вивчали можливість раннього виявлення судинного ураження та шукали нові біомаркери. Відомо, що адекватна гемодинаміка визначається демпфувальними властивостями магістральних судин, тому особливий інтерес становлять їх пружньо-еластичні властивості. Важливо виявити зміни структури артерій до появи клінічних симптомів судинного захворювання. Саме таким маркером є жорсткість стінки артерій. Один з головних методів вивчення властивостей артерій — визначення швидкості поширення пульсової хвилі, яка, за даними експертів, є незалежним предиктором серцево-судинних ускладнень. Методи оцінки еластичності або жорсткості стінки артерій набувають дедалі більшої популярності, оскільки дають змогу оцінити не лише структуру, а й функцію судин. Для оцінки структурно-функціонального стану великих судин застосовують прямі методи візуалізації (ультразвукове дослідження, магнітно-резонансна томографія) та непрямі методики (контурний аналіз пульсової хвилі, плетизмографія, сфігмографія тощо). У клінічній і амбулаторній практиці найбільш затребуваними є неінвазивні, доступні та легко відтворювані методики. Наведено способи визначення підвищеної локальної та регіонарної жорсткості стінки артерій за допомогою таких апаратів, як Complior, SphygmoCor, PulsePen, «ПоліСпектр СПВ», VaSera-1000 тощо. Однак є потреба в нових методах оцінки жорсткості стінки судин. Для спрощення та поліпшення визначення швидкості поширення пульсової хвилі нами запропоновано метод на основі фотоплетизмографії. Висвітлено головні переваги та недоліки, виявлені під час дослідження. Метою публікації є необхідність поінформувати лікарів про важливість дослідження жорсткості стінки артерій, найбільш поширені та затребувані в клінічній практиці способи її визначення, стани, за яких слід оцінювати судинну ригідність, існуючі обмеження, а також невирішені питання в цій галузі.

Ключові слова:

жорсткість стінки артерій, демпфувальна функція, швидкість поширення пульсової хвилі, методи визначення судинної ригідності, «судинне старіння».

Серцево-судинні захворювання (ССЗ) — головна причина смертності у світі [1]. Так, за оцінками ВООЗ, летальність при цій патології становить 17,5 млн випадків на рік, із них 80 % передчасних інфарктів та інсультів можна запобігти [1]. Тому вдосконалення та пошук нових методів діагностики, а також раннього виявлення і контролю судинної патології є актуальними завданнями.

Триває вивчення ригідності судинної стінки та зміни її як м'язових, так і еластичних властивостей під дією різних чинників ризику. Відомо, що для нормального функціонування артеріальної системи важливе значення мають її провідна та демпфувальна функції [23, 28]. Провідна

КОНТАКТНА ІНФОРМАЦІЯ

Гуненко Ірина Ігорівна

аспірант кафедри внутрішньої
медицини № 4

E-mail: irishka993@ukr.net

Стаття надійшла до редакції
19 січня 2021 р.

© Український терапевтичний журнал, 2021
© Н. А. Золотарьова, І. І. Гуненко,
Д. Г. Парасківа, 2021

функція залежить від ширини просвіту судини та опору потоку крові. Порушення цієї функції спостерігають при звуженні або спазмі судин. Демпфувальна функція сприяє згладжуванню осциляцій тиску, зумовлених циклічним викидом крові з лівого шлуночка, внаслідок чого забезпечується перетворення артеріального кровотоку, який пульсує, на безперервний. Ця здатність залежить від еластичних властивостей артеріальної стінки [3]. Демпфувальна функція артеріальної системи знижується при зменшенні еластичності стінки артерії, тобто збільшенні її жорсткості. Саме жорсткість стінки артерії, на думку багатьох зарубіжних авторів [27, 33], є інтегральним показником ризику розвитку ССЗ. Ремоделювання судинної стінки, що призводить до підвищення її жорсткості, пов'язане як з віком, так і зі спадковими та іншими відомими чинниками ризику розвитку серцево-судинної патології (артеріальна гіпертензія, тютюнопаління, гіперхолестеринемія, порушення вуглеводного обміну тощо) [30, 33]. Жорсткість артеріальної стінки розглядають як ключовий параметр у концепції раннього «судинного старіння» (Early Vascular Aging (EVA) синдром), запропонованій P. Nilsson [9, 29]. «Судинне старіння» — найважливіший чинник ризику, який нині викликає особливий інтерес при вивченні еластичних властивостей артерій. Згідно з літературними даними, дисфункція ендотелію і підвищення жорсткості стінки судин відіграють одну з провідних ролей у розвитку EVA-синдрому [9, 21]. Вважають, що головним пусковим чинником є саме дисфункція ендотелію, в результаті якої підвищується судинний тонус з подальшим розвитком артеріальної гіпертензії [2]. Тривале існування дисфункції ендотелію призводить до потовщення медії артерій, що спричиняє порушення еластичних властивостей судин, а отже, формування жорсткості, а також до артеріосклерозу з подальшим порушенням демпфувальної функції [35].

Одним з головних методів, за допомогою яких вивчають властивості артерій, є швидкість поширення пульсової хвилі (ШППХ). Експерти зазначають, що підвищення цього показника є не лише незалежним предиктором серцево-судинних ускладнень, а й найнадійнішим їх прогностичним маркером [27, 33]. Аналіз пульсової хвилі надає інформацію про артеріальну ригідність і розтягування, яка надзвичайно важлива при вивченні процесів старіння, судинних порушень та препаратів, здатних впливати на судинну стінку.

Методи визначення ШППХ ґрунтуються на тому, що скорочення міокарда лівого шлуночка і викид крові у висхідну аорту розширюють її та генерують пульсову хвилю, яка поширюється

по судинному дереву з певною швидкістю [4]. ШППХ характеризує пружно-еластичні властивості судинної стінки, залежить від її розтягнутості та співвідношення товщини стінки і радіуса судини [17]. Для визначення ШППХ одночасно реєструють дві сфігмограми: один датчик установлюють над проксимальним, а інший — над дистальним відділом судини. Оскільки для поширення хвилі вздовж ділянки судини між датчиками необхідний час, його розраховують за запізненням хвилі на дистальній ділянці судини щодо хвилі на проксимальній ділянці. Визначивши відстань між двома датчиками, можна розрахувати ШППХ. Що вища швидкість пульсової хвилі, то більша ригідність стінки артерії. Величина цього показника значною мірою залежить від співвідношення товщини стінки судини і радіуса судини та еластичності його стінки. Що розтягнутіша судина, то повільніше поширюється і швидше слабшає пульсова хвиля і навпаки, що ригідніша і товстіша судина та менше її радіус, то вище ШППХ. У нормі ШППХ в аорті становить 4–6 м/с, у менш еластичних артеріях м'язового типу (зокрема променевій) — 8–12 м/с [4].

Золотим стандартом оцінки ригідності аорти вважають ШППХ між сонною та стегною артеріями [4]. Швидкість пульсової хвилі є динамічною величиною і не може бути постійною в одній і тій самій людині. Вона може змінюватися залежно від морфологічної будови судини (зокрема у разі м'язового та еластичного типу), ступеня звуження просвіту судини, віку, порушення ліпідного і вуглеводного обміну, артеріальної гіпертензії, частоти серцевих скорочень та інших чинників [7, 17]. Відомо, що на жорсткість стінки артерій значною мірою впливає вік. Установлено прямо пропорційний зв'язок між цими показниками. Так, за даними, отриманими в різний час [7, 17, 19, 26], швидкість пульсової хвилі в однакових вікових діапазонах має схоже значення: у 20–44 роки ШППХ по артеріях еластичного типу становить 6,6–8,0 м/с, по артеріях м'язового типу — 6,8–7,4 м/с, у 45–70 років — відповідно 8,5–9,7 і 7,4–9,3 м/с.

Жорсткість артеріальної системи відносять до найскладніших властивостей, які визначають. Усі методи вивчення ригідності артерій можна розподілити на дві великі групи: котрі оцінюють регіонарну або локальну жорсткість та інтегральну (системну) жорсткість стінки артерії [11]. Для оцінки регіонарної жорсткості використовують або визначення ШППХ будь-якою з ділянок артеріальної системи, або вивчають зміни структури стінки артерій та їх просвіту в систолу і діастолу, що є наслідком зниження пружно-еластичних властивостей, за допомогою методів візуалізації

судин (ультразвукові, ангиографічні, магнітно-резонансна томографія) [11, 12].

У клінічній практиці жорсткість стінки артерій визначають за допомогою доплерографії та ехокардіографії, які відображають швидкість кровотоку, товщину і просвіт судин, характеризують серцевий викид [32]. Однак ці методи досліджують артерії лише на невеликій ділянці. Крім того, устаткування, котре використовують для цього, занадто дороге [31].

Одним з найпростіших неінвазивних методів визначення ШППХ є механокардіографічний, який ґрунтується на вивченні коливань артеріальної стінки, зумовлених викидом ударного об'єму крові в артеріальне русло [15]. Розрізняють сфігмограми центрального і периферичного пульсу. Останніми роками для реєстрації сфігмограми використовують п'єзоелектричні датчики. Це дає змогу не лише досить точно відтворити криву пульсу, а й виміряти ШППХ. Сфігмограма має певні розпізнавальні точки і при синхронному записі з електрокардіограмою та фонокардіограмою дає змогу аналізувати фази серцевого циклу окремо для правого і лівого шлуночків. Зазвичай одночасно накладають 2 п'єзодатчики і більше або роблять синхронний запис з електрокардіограмою і фонокардіограмою. У першому випадку метою дослідження є визначення ШППХ по судинах еластичного і м'язового типу (датчики накладають над ділянкою сонної, стегнової і променевої артерій). Для отримання кривих, оптимально придатних для розшифровки, датчики слід розташовувати на передньошийній борозні на рівні верхнього краю щитоподібного хряща (сонна артерія), на середині пупартової зв'язки (стегнова артерія) і в зоні максимальної пульсації променевої артерії [34]. Записується сфігмограма при швидкості руху стрічкопосувного механізму 50–100 мм/с, причому криві, отримані з головних і периферичних судин, неоднакові. Найскладнішу структуру має крива сонної артерії. Вона починається маленькою хвилею (передсистолічна хвиля), за якою йде крутий підйом (анакрота), котрий відповідає періоду швидкого вигнання крові з лівого шлуночка в аорту (запізнювання між відкриттям клапанів аорти і появою пульсу на сонній артерії становить близько 0,02 с), на деяких кривих спостерігають також дрібні осциляції, потім крива різко знижується (дикротична хвиля). Ця частина відбиває період повільного надходження крові в судинне русло. У кінці цієї частини кривої, котра відповідає закінченню систоли, реєструють виїмку (інцизуру), яка відповідає кінцю фази вигнання. У ній можна виміряти короткий підйом, спричинений закриттям півмісяцевих клапанів

аорти, що відповідає вирівнюванню тиску в аорті й шлуночку (за Н. Н. Савицьким) [15]. Цей підйом чітко збігається з II тоном синхронно записаної фонокардіограми. Потім крива поступово знижується у вигляді пологого спуску, на якому в більшості випадків видно невелике підвищення. Ця частина кривої відображує період діастолі серцевої діяльності. Морфологія кривої периферичного пульсу менш складна. У ній розрізняють два коліна: висхідне — анакрота (зумовлене раптовим підйомом тиску в досліджуваній артерії) з додатковою дикротичною хвилею і низхідною. Синхронний запис сфігмограм із сонної, стегнової і променевої артерій з урахуванням довжини судин дає змогу визначити ШППХ за допомогою комп'ютерної програми або вручну. Дані розраховують у 5–10 комплексах і розраховують середню величину (в см/с). Величина співвідношення ШППХ по судинах м'язового типу і ШППХ по судинах еластичного типу у здорових осіб становить 1,1–1,3 [15, 16, 34].

З огляду на великий науковий інтерес щодо ШППХ за кордоном створено апарати для її дослідження. ШППХ між сонною і стегновою артеріями визначали переважно на апараті Complior (Artech Medical, Франція). Цим приладом пульсові хвилі реєструють одночасно в двох точках артеріального дерева за допомогою п'єзоелектричних датчиків [5, 10, 18, 20]. Апарат дає змогу досліджувати жорсткість стінки аорти (сонна і стегнова артерії), артерій верхніх (сонна та плечова артерії) і нижніх (стегнова артерія та задня артерія стопи) кінцівок.

За допомогою приладу SphygmoCor (AtCor Medical, Австралія) пульсові хвилі реєструють послідовно високоточним апланаційним тонометром, який накладають на проксимальну (сонну), а потім — на дистальну (стегнову) артерію, при цьому одночасно реєструють електрокардіограму. Сонно-стегнову ШППХ розраховують з використанням часу проходження хвилі між точками реєстрації. Для цього визначають час між зубцем R на електрокардіограмі та виникненням пульсації [22, 24].

У приладі PulsePen (Diatecne, Італія) для реєстрації пульсової хвилі також використовують апланаційний тонометр. Прилад визначає центральний тиск в аорті та форму хвилі в артеріях (каротидній, феморальній, брахіальній, радіальній тощо). Прилад має вигляд апланаційного датчика розміром з кулькову ручку з мініатюрним блоком електрокардіографа, який підключають до персонального комп'ютера. ШППХ визначають послідовною реєстрацією пульсової хвилі на каротидній і феморальній ділянках з прив'язкою пульсових хвиль до зубця R на електрокардіограмі.

Апарат Pulse Trace PWV (Micro Medical, Велика Британія) визначає ШППХ в аорті шляхом реєстрації доплерівським датчиком послідовних пульсових хвиль у сонній та стегновій артеріях, які зіставляють з R-зубцем на електрокардіограмі. Метод є простим. Його рекомендують для епідеміологічних досліджень.

В апараті «ПоліСпектр СПВ» («НейроСофт», Росія) для реєстрації пульсової хвилі на сонній і променевої артеріях використано п'єзоелектричні датчики, а для стегнової артерії — об'ємну сфігмографію. Крім того, для визначення початку хвилі тиску застосовано прив'язку до електрокардіографічного сигналу. За запізненням контуру хвилі стегнової артерії щодо контуру сонної артерії визначають час поширення пульсової хвилі. Апарат дає змогу визначити ШППХ в аорті та отримати нормативні показники для різних вікових груп [8].

В Японії запропоновано простий метод об'ємної сфігмографії для визначення ШППХ на ділянці від плечової артерії до гомілки, реалізований у приладах VaSera-1000 (Fukuda Denshi, Японія) і Colin VP-1000 (Omron Healthcare, Японія). Це найбільш інформативна та достовірна ділянка, яку використовують для оцінки жорсткості судин артеріальної системи. Метод дає змогу визначити не лише ШППХ на цьому сегменті, а й індекс аугментації на плечових і сонних артеріях. Визначення цим методом гомілково-плечового індексу має важливе значення для діагностики атеросклеротичного ураження артерій нижніх кінцівок. Метод реєстрації ШППХ на ділянці «плече — гомілка» доступніший для проведення скринінгових досліджень [6, 13, 14].

Усі зазначені прилади мають високу вартість і складні в експлуатації. Аналогічних вітчизняних розробок немає.

Для пошуку нового методу, а також спрощення та поліпшення вивчення ШППХ ми вивчили фотоплетизмографічний метод. Оцінювали ШППХ на сегментах «аорта — кисть», «аорта — стопа» і проводили контурний аналіз фотоплетизмографічних (ФП) кривих на апараті Mindrey IPM-9800 (Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd., Китай). Одночасно здійснювали запис електрокардіограми і двох ФП-кривих. Початок комплексу QRS на електрокардіограмі відповідав проксимальній точці (початок пульсової хвилі на аорті). ФП-криві відображували пульсову хвилю на вказівному пальці правої кисті та великому пальці правої стопи, що відповідало дистальним точкам. Розраховували ШППХ за стандартною формулою:

$$\text{ШППХ} = L (m) : t (c),$$

де L — довжина між двома досліджуваними точками; t — час запізнення.

Для оцінки інформативності методу і порівняння його даних з нормативними обстежено 20 умовно здорових студентів Одеського національного медичного університету. Їх середній вік становив $(24,0 \pm 1,4)$ року, середній систолічний тиск — $(124,00 \pm 5,76)$ мм рт. ст., діастолічний — $(81,50 \pm 4,89)$ мм рт. ст. Середня аорто-кистьова ШППХ — $(2,91 \pm 0,25)$ м/с, аорто-стопа — $(3,90 \pm 0,49)$ м/с.

З огляду на те, що проведено достатню кількість досліджень [7, 17, 19, 26] нормативних показників ШППХ у здорових осіб, які не мають перевищувати 10 м/с, отримані нами дані свідчили про менші значення ШППХ порівняно з нормативними. На нашу думку, це пов'язано з впливом на показники периферійного мікроциркуляторного судинного русла. У зв'язку з цим даний метод не придатний для загальноприйнятої оцінки ШППХ і потребує подальшого вивчення, зокрема порівняння з класичними реперними механічними методами діагностики.

Ми розглянули не всі методи і способи оцінки еластичних властивостей магістральних артерій, а лише найчастіше використовуваних у клінічній практиці. На нашу думку, найприйнятнішою є методика комп'ютерного аналізу за допомогою апарата SphygmoCor, який у результаті генералізованої функції перетворення дає змогу не лише визначити ШППХ і рівень центрального тиску, а й низку додаткових показників: тиск у точці раннього систолічного піку, зумовлений серцевим викидом та демпфувальною функцією аорти, тиск у точці вершини відбитої хвилі, який характеризує її величину та ступінь аугментації, тиск аугментації, кінцевий систолічний тиск, котрий відповідає тиску на початку діастоли, низку індексів, тривалість систоли та діастоли, показники ампліфікації, які дають змогу детальніше схарактеризувати стан центральної гемодинаміки у пацієнта. Крім того, існує можливість порівняти отримані під час дослідження пацієнта показники гемодинаміки з еталонними показниками гемодинаміки здорових осіб, які зберігаються в базі даних приладу.

Таким чином, ШППХ дає змогу проводити легке, неінвазивне вимірювання і аналіз серцево-судинного статусу. Інформація, отримана в результаті дослідження, надає цінні відомості про еластичність стінки артерій, ригідність, судинні зміни, які є потужними детермінантами серцево-судинних подій. Визначення жорсткості стінки артерій в Україні проводять дуже рідко. З огляду на те, що цей вид дослідження для оцінки ремоделювання судинної стінки рекомендовано Європейським товариством кардіологів

та Європейським товариством з артеріальної гіпертензії (ESC/ESH) [25] ще в 2007 р., потрібно

ширше впроваджувати метод у практику лікарів-кардіологів і терапевтів.

Конфлікту інтересів немає.

Участь авторів: концепція і дизайн дослідження — Н. З.;

збір матеріалу, написання тексту — І. Г.; опрацювання матеріалу — Н. З., І. Г., Д. П.; редагування — Н. З., Д. П.

Список літератури

- Аджерихо И. Э. Артериальная гипертензия: упруго-эластические свойства крупных артериальных сосудов и эффективность антигипертензивной терапии: монография // Медицинские новости. — 2010. — № 10. — С. 24—30.
- Васюк Ю. А., Иванова С. В., Школьник Е. Л. и др. Согласованное мнение российских экспертов по оценке артериальной жесткости в клинической практике: Уч. пособие // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. — 2016. — № 2. — С. 4—19.
- Ливенцева М. М., Черняк С. В., Нечесова Т. А. Характеристика свойств сосудистой стенки при артериальной гипертензии и коррекция выявленных нарушений с помощью препарата «Экватор» // Медицинские новости. — 2015. — № 8. — С. 45.
- Лопатин Ю. М., Илюхин О. В., Илюхина М. В. и др. Эластичность артерий и скорость пульсовой волны у больных с хронической сердечной недостаточностью различной этиологии // Сердечная недостаточность. — 2004. — Т. 4, № 5. — С. 130—131.
- Милягин В. А., Милягина И. В., Грекова М. В. и др. Новый автоматизированный метод определения скорости распространения пульсовой волны // Функциональная диагностика. — 2004. — № 1. — С. 33—39.
- Минкин Р. Б. Болезни сердечно-сосудистой системы. — Санкт-Петербург: Акация, 1994. — 271 с.
- Назарова О. А., Масленникова О. М., Фомин Ф. Ю. Оценка эластических свойств сосудов в клинике внутренних болезней. — Иваново, 2007. — 96 с.
- Назарова О. А., Назарова А. В. Поражение сосудов при артериальной гипертензии: монография // Вестн. Ивановской медицинской академии. — 2012. — Т. 17, № 2. — С. 60—66.
- Недогода С. В., Лопатин Ю. М., Чаляби Т. А. и др. Изменение скорости распространения пульсовой волны при артериальной гипертензии // Южно-Рос. мед. журн. — 2002. — № 3. — С. 39—43.
- Никитин Ю. П., Лапицкая И. В. Артериальная жесткость: показатели, методы определения и методологические трудности // Кардиол. — 2005. — № 11. — С. 113—120.
- Орлова Я. А., Агеев Ф. Т. Жесткость артерий как интегральный показатель сердечно-сосудистого риска: физиология, методы оценки и медикаментозной коррекции // Сердце. — 2006. — Т. 5, № 2. — С. 65—69.
- Орлова Я. А., Кулев Б. Д., Рогоза А. Н. и др. Влияние комбинированной терапии ингибитором АПФ эналаприлом и тиазидоподобным диуретиком хлорталидоном на функциональное состояние магистральных артерий у амбулаторных больных с артериальной гипертензией. Артериальная гипертензия. — 2004. — Т. 10, № 4. — С. 202—205.
- Рогоза А. Н., Балахонина Т. В., Чихладзе Н. М. и др. Современные методы оценки состояния сосудов у больных артериальной гипертензией. — Москва: Атмосфера. — 2008. — 72 с.
- Савицкий Н. Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики. — 3-е изд., испр. и доп. — Л.: Медицина, Ленингр. отд-ние, 1974. — 311 с.
- Усанов Д. А., Скрипаль А. В., Вагарин А. Ю., Рытик А. П. Методы и аппаратура для диагностики состояния сердечно-сосудистой системы по характеристикам пульсовой волны. — Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2009. — 96 с.
- Фосанов П. Н. Учебное пособие по механокардиографии. — Л.: ВМедА им. С. М. Кирова, 1977. — 111 с.
- Amar J., Ruidavets J. B., Chamontin B. et al. Arterial stiffness and cardiovascular risk factors in a population-based study // J. Hypertens. — 2001. — Vol. 19, N 3. — P. 381—387.
- Asmar R., Benetos A., London G. et al. Aortic distensibility in normotensive, untreated and treated hypertensive patients. Blood Pressure — 1995. — Vol. 4. — P. 48—54.
- Asmar R., Benetos A., Topouchian J. et al. Assessment of arterial distensibility by automatic pulse wave velocity measurement. Validation and clinical application studies // Hypertension. — 1995. — Vol. 26, N3. — P. 485—490.
- Basal N. O. et al. Locally modulates human iliac artery function in vivo // Hypertension. — 2005. — Vol. 46, N 1. — P. 227—231.
- Blacher J., Guerin A. P., Verbeke F. H. et al. Impact of aortic stiffness on survival in end-stage renal disease // Circulation. — 1999. — Vol. 99, N 18. — P. 2434—2439.
- Boutouyne P., Laurent S., Girerd X. et al. Common carotid artery stiffness and patterns of left ventricular hypertrophy in hypertensive patients // Hypertension. — 1995. — Vol. 25(4 Pt 1). — P. 651—656.
- Boutouyrie P. New techniques for assessing arterial stiffness // Diabetes Metab. — 2008. — Vol. 34, suppl. 1. — P. 21—26.
- ESC Guidelines for the management of arterial hypertension. The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC) // J. Hypertension. — 2013. — Vol. 31. — P. 1281—1357.
- Hallok P. Arterial elasticity in man // Arch. Inter. Med. — 1934. — Vol. 54. — P. 770—798.
- Laurent S., Cockcroft J., van Bortel L. et al. Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications // Eur. Heart J. — 2006. — Vol. 27. — P. 2588—2605.
- London G. M. Cardiovascular disease in chronic renal failure: pathophysiologic aspects // Semin. Dial. — 2003. — Vol. 16, N 2. — P. 85—94.
- Nilsson H. M., Boutouyrie P., Laurent S. Vascular aging: A tale of EVA and ADAM in cardiovascular risk assessment and prevention // Hypertension. — 2009. — Vol. 54, N 1. — P. 3—10.
- Nilsson P. M., Lurbe E., Laurent S. The early life origins of vascular ageing and cardiovascular risk: the EVA syndrome [review] // Journal of Hypertension. — 2008. — Vol. 26. — P. 1049—1057.
- Oliver J. J., Webb D. J. Noninvasive assessment of arterial stiffness and risk of atherosclerotic events. Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology. — 2003. — Vol. 23. — P. 554.
- Safar M. E., Laurent S. et al. Systolic hypertension in patients with arteriosclerosis obliterans of the lower limbs // Angiology. — 1987. — Vol. 38. — P. 287—285.
- Safar M. E., O'Rourke M. F. Handbook of Hypertension. — Elsevier, 2006. — P. 598.
- Van Bortel L. M., Laurent S., Boutouyrie P. et al. Expert consensus document on the measurement of aortic stiffness in daily practice using carotid-femoral pulse wave velocity // Journal of Hypertension. — 2012. — Vol. 30, suppl. 3. — P. 445—448.
- Vlachopoulos C., Aznaouridis K., Stefanadis C. Prediction of cardiovascular events and all-cause mortality with arterial stiffness. A systematic review and meta-analysis // J. Am. Coll. Cardiol. — 2010. — Vol. 55(13). — P. 1318—1327.
- WHO Global Health Workforce Statistics [online database]. Health workforce. 2018 Geneva: World Health Organization <http://who.int/hrh/statistics/hwfstats/en/>.

Н. А. Золотарёва, И. И. Гуненко, Д. Г. Параскива

Одесский национальный медицинский университет

Скорость распространения пульсовой волны и ее диагностическое значение при сердечно-сосудистых заболеваниях. Обзор литературы и результаты собственных наблюдений

В течение последнего десятилетия в связи с непрерывным ростом смертности от сердечно-сосудистых заболеваний ученые изучали возможность раннего выявления поражения сосудов и искали новые биомаркеры. Известно, что адекватная гемодинамика определяется демпфирующими свойствами магистральных сосудов, поэтому особый интерес представляют их упруго-эластичные свойства. Важно выявить изменения структуры артерий до появления клинических симптомов сосудистого заболевания. Именно таким маркером является жесткость стенки артерий. Один из главных методов изучения свойств артерий — определение скорости распространения пульсовой волны, которая, по данным экспертов, является независимым предиктором сердечно-сосудистых осложнений. Методы оценки эластичности или жесткости стенки артерий приобретают все большую популярность, поскольку позволяют оценить не только структуру, а и функцию сосудов. Для оценки структурно-функционального состояния крупных сосудов применяют прямые методы визуализации (ультразвуковое исследование, магнитно-резонансная томография) и косвенные методики (контурный анализ пульсовой волны, плетизмография, сфигмография и т. д.). В клинической и амбулаторной практике наиболее востребованными являются неинвазивные, доступные и легко воспроизводимые методики. Приведены способы определения повышенной локальной и регионарной жесткости стенки артерий с помощью таких аппаратов, как Complior, SphygmoCor, PulsePen, «ПолиСпектр СПВ», VaSera-1000 и др. Однако есть потребность в новых методах оценки жесткости стенки сосудов. Для упрощения и улучшения определения скорости распространения пульсовой волны нами предложен метод на основе фотоплетизмографии. Освещены главные преимущества и недостатки, выявленные в ходе исследования. Целью публикации является необходимость проинформировать врачей о важности исследования жесткости стенки артерии, наиболее распространенных и востребованных в клинической практике способах ее определения, состояниях, при которых следует оценивать сосудистую ригидность, существующие ограничения, а также нерешенные вопросы в этой области.

Ключевые слова: жесткость стенки артерий, демпфирующая функция, скорость распространения пульсовой волны, методы определения сосудистой ригидности, «сосудистое старение».

N. A. Zolotaryova, I. I. Gunenko, D. G. Paraskiva

Odesa National Medical University

Pulse wave velocity and its diagnostic value in cardiovascular diseases. Literature review and results of own observations

Over the past decade, in connection with the continuous increase of mortality from cardiovascular diseases, attention of scientists was tied down to the early reveal of vascular lesions and search for new biomarkers. Generally known, that an adequate hemodynamics is determined by damping properties of the great vessels, therefore their viscoelasticity properties are of particular interest. It is important to identify the changes in the arteries' structure prior to onset of clinical symptoms of vascular disease. The measurement of pulse wave velocity (PWV) is one of main investigational methods for arteries' properties; based on experts' data it serves as an independent predictor of cardiovascular complications. The methods of estimation of elasticity or stiffness of arteries wall acquire all greater popularity, so as they allow to estimate not only structure but function of vessels. For the estimation of the structural-functional state of major vessels, direct visualizing (USI, MRT) and indirect technique (contour analysis of pulse wave, plethysmography, sphygmography etc.) are used. In clinical and outpatient practice, the most popular are non-invasive, affordable and easily reproducible techniques. The authors presented methods for determining the increased local and regional stiffness of the arterial wall using such devices as Complior, SphygmoCor, PulsePen, PolySpectr SPV, VaSera-1000 and other. However, a demand exists today for novel methods for estimation of vascular stiffness. To simplify and improve the determination of the pulse wave velocity, the authors have proposed a method based on photoplethysmography and elucidated the main advantages and shortcomings, revealed during investigation. The aim of this publication was to inform the physicians about the importance of researches of arterial wall stiffness, the most widespread and demanded in clinical practice methods of its determination, about conditions, where vascular stiffness should be assessed, the existing limitations, as well as issues, still unsolved in this area.

Key words: arterial wall stiffness, damping function, pulse wave velocity, methods for determining of vascular stiffness, «vascular aging».

ДЛЯ ЦИТУВАННЯ

Золотарьова Н.А., Гуненко І.І., Парасківа Д.Г. Швидкість поширення пульсової хвилі та її діагностичне значення при серцево-судинних захворюваннях. Огляд літератури та результати власних спостережень // Український терапевтичний журнал. — 2021. — № 3. — С. 81–86. <http://doi.org/10.30978/UTJ2021-3-81>.

Zolotaryova NA, Gunenko II, Paraskiva DG. Pulse wave velocity and its diagnostic value in cardiovascular diseases. Literature review and results of own observations [in Ukrainian]. Ukrainian Therapeutic Journal. 2021;3:81-86. <http://doi.org/10.30978/UTJ2021-3-81>.