

УДК 616.13:616.711]-073(045)

## Ультразвукова доплерографія і КТ-ангіографія в діагностиці структурно-функціональних порушень у вертебробазиллярному басейні

О. Є. Вирва<sup>1</sup>, А. Є. Вишняков<sup>1</sup>, Я. А. Долуда<sup>1</sup>, Л. П. Міщенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України», Харків.

<sup>2</sup> Медичний діагностичний центр ООО «МДЦ-LUX», Харків, Україна

*Instrumental work-up of the structural-functional condition of vertebrobasilar pool vessels in syndromic vertebrobasilar insufficiency (SVI) for the determination of precise causative factor is the actual question because of choice of treatment tactic that depends on it. Purpose: to define diagnostic facilities of doppler ultrasound and CT angiography for the structural-functional disturbance revealing in the vertebral arteries with SVI. Methods: we examined 164 patients with the clinical signs of SVI syndrome. During the examination of vertebrobasilar pool vessels, it has been paid attention to their course, size, possibility, clearance condition. Results: asymmetry of maximal systolic bloodstream speed in the vertebral arteries over 30 % was the persistent sign in 155 (94.5 %) patients. Objective criteria of the spinal unit damage were found in 124 (75.6 %) patients, and in 31 (18.9 %) these signs were not found, but anatomical peculiarities of the vertebral arteries were revealed — hypoplasia, tortuosity, that determined clinical symptoms of SVI. In 9 patients (5.5 %) objective data of structural-functional disturbance in vertebral arteries was not found. In four (2.4 %) out of them contrast brain vessels CT examination revealed building anomalies in the circle of Willis accompanied with clinical symptoms of SVI. In other 5 (3.1 %) patients SVI symptoms masked brain neurological diseases. Conclusions: features of the qualitative and quantitative measurement characteristics are defined of vertebral arteries bloodstream in the visualization of their anatomic building peculiarities, that allows to reveal pathological hemodynamic changes in vertebrobasilar pool resulting into SVI syndrome development in the cervical spine. Key words: dopplerography, vertebral arteries, vertebrobasilar insufficiency, CT angiography.*

*Инструментальная диагностика структурно-функционального состояния сосудов вертебробазиллярного бассейна при развитии симптомокомплекса вертебробазиллярной недостаточности (ВБН) с установлением точной ее причины остается актуальным вопросом, так как от этого зависит выбор тактики лечения и его результат. Цель: определить диагностические возможности ультразвуковой доплерографии с КТ-ангиографией для выявления структурно-функциональных нарушений в позвоночных артериях при ВБН. Методы: обследовано 164 больных с клинической симптоматикой синдрома ВБН. При анализе сосудов вертебробазиллярного бассейна обращали внимание на направление их хода, размеры сосуда, проходимость, состояние просвета. Результаты: асимметрия максимальной систолической скорости кровотока в позвоночных артериях более 30 % была постоянным признаком у 155 (94,5 %) больных. Объективные критерии поражения позвоночного двигательного сегмента отмечены у 124 (75,6 %) пациентов, а у 31 (18,9 %) не выявлены, но обнаружены анатомические особенности позвоночных артерий — гипоплазия и извитость, что обусловило клиническую симптоматику ВБН. У 9 (5,5 %) больных объективных данных структурно-функциональных нарушений позвоночных артерий не обнаружено. Из них у 4 (2,4 %) при КТ-обследовании с контрастным усилением сосудов головного мозга выявлены anomalies строения виллизиевого круга, что сопровождалось клинической симптоматикой ВБН. У других 5 (3,1 %) больных под симптоматикой ВБН маскировались неврологические заболевания головного мозга. Выводы: определены особенности измерения количественных и качественных характеристик кровотока позвоночных артерий при визуализации анатомических особенностей их строения. Это позволило выявить патологические изменения гемодинамики в вертебробазиллярном бассейне, которые приводят к развитию синдрома ВБН при заболеваниях и повреждениях шейного отдела позвоночника. Ключевые слова: доплерография, позвоночные артерии, вертебробазиллярная недостаточность, КТ-ангиография.*

**Ключові слова:** доплерографія, хребтові артерії, вертебробазиллярна недостатність, КТ-ангіографія

## Вступ

Ураження хребтових артерій (ХА) за умов захворювань та ушкоджень шийного відділу хребта (ШВХ) трапляються в клінічній практиці до 52,1 %. Це супроводжується клінічною симптоматикою порушень гемодинаміки у вертебробазиллярному басейні (ВББ) у 8,6 % випадків [3, 5, 9]. Особливості анатомічної будови ВББ у разі порушень гемодинаміки створюють умови для розвитку симптомокомплексу вертебробазиллярної недостатності (ВБН). Серед таких особливостей будови системи ВББ у 20 % виявляють аномалії розвитку ХА [7, 10]. Зокрема, їх гіпоплазія трапляється в 5–10 % випадків, аплазія — у 3 %, латеральний зсув гирла — у 3–4 %, відходження ХА від задньої поверхні підключичної артерії — у 2 %, входження у хребтовий канал на рівні  $C_V$  та  $C_{IV}$ . Іноді на рівні  $C_{III}$  у 10,5 % фахівці також відмічали такі аномалії будови, як відходження ХА від дуги аорти та підключичної артерії у вигляді двох корінців [10, 17]. Крім того, ХА може бути подовженою та мати С- або S-подібний хід, вигляд петлі або з перегинами та звивистостями. При цьому вказані зміни можуть бути вродженими або набутими, наприклад внаслідок артеріальної гіпертонії або з віком [9, 10, 16, 17]. Такі особливості будови системи ВББ, як гіпоплазія чи аплазія ХА, патологічна її звивистість або недостатній розвиток анастомозів в основі головного мозку в деяких випадках стають причиною розвитку синдрому ВБН у пацієнтів із захворюваннями та ушкодженнями ШВХ [2, 6, 8, 14, 15]. При цьому важкість судинних розладів у ВББ визначається місцем та характером ураження ХА, загальним станом гемодинаміки, рівнем артеріального тиску, станом колатерального кровообігу, що проявляється осередковими неврологічними порушеннями у відповідних відділах мозку [1, 5, 12, 16].

У діагностиці синдрому ВБН метод ультразвукової доплерографії (УЗДГ) у поєднанні з КТ-ангіографією може успішно використовуватися у комплексному обстеженні для об'єктивізації структурно-функціональних порушень у ВББ [3, 11, 13].

*Мета дослідження:* визначити діагностичні можливості ультразвукової доплерографії разом із КТ-ангіографією для виявлення структурно-функціональних порушень у хребтових артеріях за умов вертебробазиллярної недостатності.

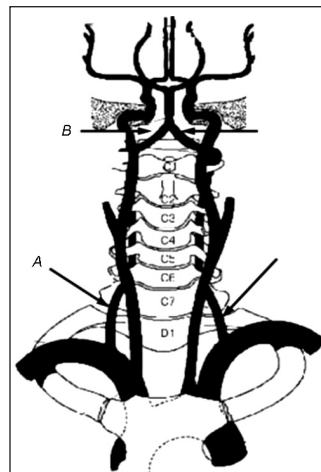
## Матеріал та методи

Матеріалом дослідження стали результати клінічного та інструментального обстеження 164 хво-

рих з ушкодженнями та захворюваннями ШВХ, які звернулися в ІПХС ім. проф. М. І. Ситенка та медичний діагностичний центр ООО «МДЦ-LUX». Роботу схвалено локальним комітетом з біоетики (протокол № 152 від 08.02.2016). Ушкодження ШВХ виявлені у 6 (3,6 %) пацієнтів, а захворювання — у 158 (96,4 %), серед обстежених 49 (29,8 %) чоловіків та 115 (70,2 %) жінок. Мінімальний вік становив 22 роки, а максимальний — 66, у середньому ( $36 \pm 13$ ). У всіх була клінічна симптоматика синдрому ВБН.

Усім хворим проводили рентгенографію ШВХ у двох стандартних ортогональних проєкціях, а також у бічній з функціональним навантаженням за відсутності протипоказань. Для уточнення діагнозу виконували комп'ютерну томографію ШВХ із мультипланарною реконструкцією та у 3D за допомогою рентгенівського томографа Somatom Emotion 16 (Siemens, Німеччина). За необхідністю здійснювали КТ-ангіографію судин шиї та голови (20 хворих) з використанням препарату Йомерон-400 у дозі 100 мл зі швидкістю введення 3–3,5 мл/хв. Перше нативне сканування проводили для візуалізації кісткових та м'якотканинних структур ШВХ і встановлення анатомічних особливостей будови хребтових рухових сегментів і каналу ХА, головного мозку для візуалізації ішемічних осередків. Потім з контрастом були уточнені структурно-анатомічні особливості судин та їх розташування. Клінічну діагностику захворювань та ушкоджень ШВХ здійснювали за відомими методиками [8].

Усім пацієнтам проводили УЗДГ-дослідження на ультразвуковому апараті Aplio 500 (Toshiba, Японія) за відомими методиками [10]. Зони сонографічного та доплерографічного дослідження ХА у гирлі (1, А) та на рівні атлантаосевого зчленування представлені на рис. 1.



**Рис. 1.** Зони ультразвукового доплерографічного дослідження судин шиї: А — гирла хребтових артерій; В — рівень атлантаосевого зчленування

Під час УЗДГ-дослідження судин ВББ звертали увагу на такі характеристики, як напрямок ходу судини, її деформації (вигин, звивистість, девіація), розміри (норма, гіпоплазія, дилатація), прохідність (прохідна, стенозована, оклюзована), стан просвіту (бляшки, тромби, відшарування інтими, локальне розширення тощо). В обстежених пацієнтів варіанти відходження ХА були нормального типу — від підключичної артерії.

Доплерограми обчислювали автоматично та отримували кількісний показник кровотоку — його максимальну швидкість у ХА. Як правило, одночасно якісно оцінювали сонографічні зображення. Показники максимальної швидкості кровотоку співставляли з таблицею норми для кожної вікової групи [7].

Під час аналізу результатів УЗДГ обчислювали коефіцієнт асиметрії максимальної швидкості кровотоку як відношення різниці максимальної швидкості кровотоку в обох ХА до меншої його швидкості в одній з артерій, що в нормі не перевищує 30 % [4, 10].

Для опрацювання отриманих результатів застосовували методи описової та нечислової статистики і кореляційний аналіз за Спірменом, щоб оцінити ступінь взаємозв'язку показників з розподілом, відмінним від нормального.

### Результати та їх обговорення

Для уточнення факторів функціональних порушень гемодинаміки у ХА в разі синдрому ВБН усім 164 хворим з ушкодженнями та захворюваннями ШВХ проводили доплерографічне дослідження. Показники максимальної систолічної швидкості кровотоку в ХА не виходили за межі норми. Однак середні показники максимальних та мінімальних значень швидкості кровотоку значуще відрізнялися від середнього значення норми ( $41,3 \pm 10,2$  см/с ( $p < 0,001$ )). При цьому спостерігали значну різницю між мінімальними та максимальними значеннями максимальної систолічної швидкості кровотоку, особливо в правій ХА (від 13 до 80 см/с). Асиметрія максимальної систолічної швидкості кровотоку в ХА, яка більша за 30 %, була постійною ознакою у 155 (94,5 %) хворих. Її порушення найчастіше спостерігали у правій артерії. Виявлено пряму достовірну залежність зміни симетричності кровотоку від його максимальної систолічної швидкості в правій хребтовій артерії ( $r_s = 0,476$ ;  $p < 0,05$ ).

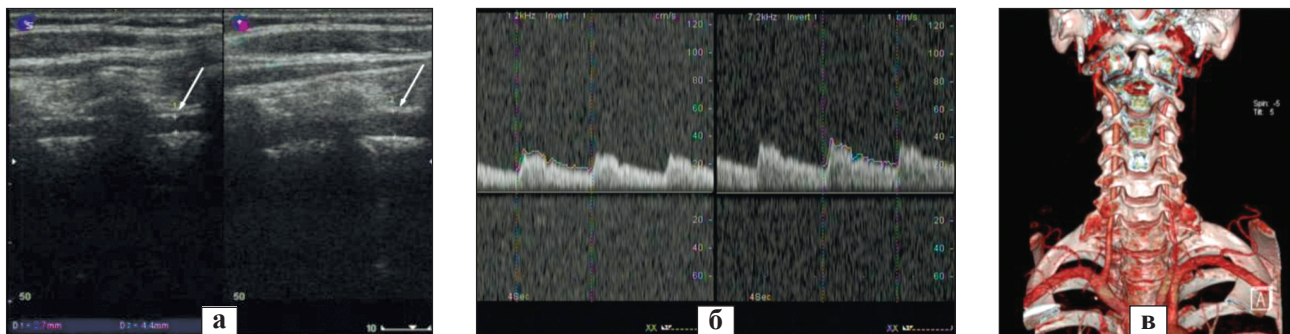
Під час вивчення індексу резистентності ХА встановлено, що його мінімальне значення становило  $0,9 \pm 0,02$ , а максимальне  $1,6 \pm 0,02$ . У ре-

зультаті проведеного аналізу індексу периферичного опору (IR) ХА у всіх обстежених пацієнтів виявлено, що цей показник статистично відрізнявся як від середнього значення норми  $0,7 \pm 0,07$  ( $p < 0,001$ ), так і від верхньої межі ( $p < 0,001$ ). У випадках порушення гемодинаміки з асиметрією максимальної систолічної швидкості кровотоку в ХА спостерігали підвищення периферичного опору понад 0,86. Таким чином, можна стверджувати, що IR та максимальна систолічна швидкість кровотоку — взаємопов'язані показники функціонального стану ХА, вони можуть бути критеріями, які об'єктивізують порушення гемодинаміки в ХА та ВББ.

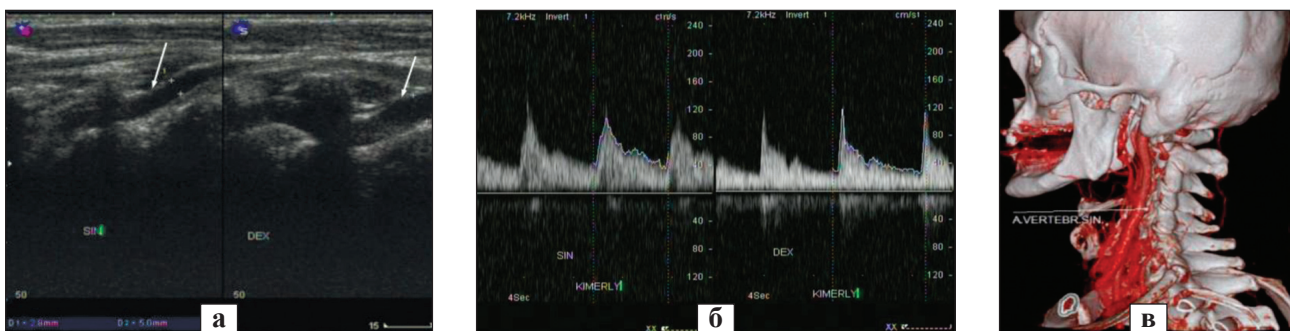
Оцінюючи фактори, які впливають на порушення гемодинаміки в ХА, візуалізували канал ХА та положення і хід артерії відносно каналу з вимірюванням її діаметру. Встановлено, що діаметр ХА у 133 (81,1 %) хворих відповідав показникам фізіологічної норми, проте максимальне значення було значуще вищим середнього ( $3,3 \pm 0,5$ ) мм ( $p < 0,001$ ). У результаті вимірювання діаметру зменшеної ХА зафіксовано середнє значення ( $1,8 \pm 0,3$ ) мм. Оскільки діаметр ХА — дуже варіабельний показник та залежить найчастіше від статі хворого і його віку, то отримане збільшення розмірів ХА стає зрозумілим, але в 31 (18,9 %) хворого виявлені анатомічні вади положення ХА зі зменшенням діаметру однієї з артерій. Цей факт необхідно враховувати інтерпретуючи клінічну симптоматику.

У процесі клінічного та інструментального променевого обстеження в 124 (75,6 %) хворих встановлені об'єктивні критерії ураження хребтового рухового сегмента (ХРС), що обумовило екстравазальний вплив на ХА. У 31 (18,9 %) пацієнта під час досліджень об'єктивні критерії ураження ХРС з екстравазальним впливом на ХА не виявлені, але в результаті УЗДГ зареєстровані такі анатомічні особливості будови ХА, як гіпоплазія та звивистість, що обумовило клінічну симптоматику ВБН. У 9 (5,5 %) хворих під час інструментальних досліджень об'єктивні показники щодо структурно-функціональних порушень у ХА не виявлені. Із них у 4 (2,4 %) за допомогою КТ-обстеження з контрастним підсилюванням судин головного мозку відмітили аномалії будови артеріального кола мозку, що також супроводжувалось клінічною симптоматикою ВБН. У інших 5 (3,1 %) хворих під симптоматикою ВБН маскувалися неврологічні захворювання головного мозку. У результаті ультразвукового дослідження ХА такі зміни кровотоку, як асиметрія чи підви-

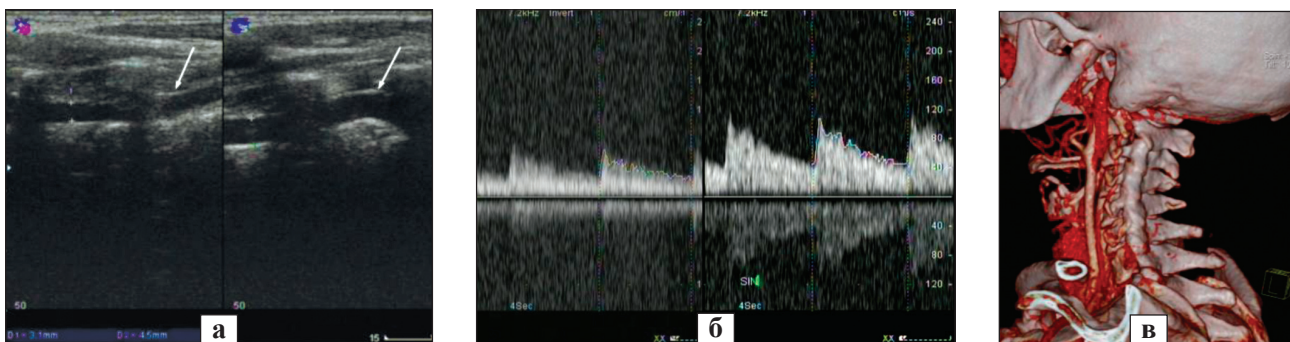




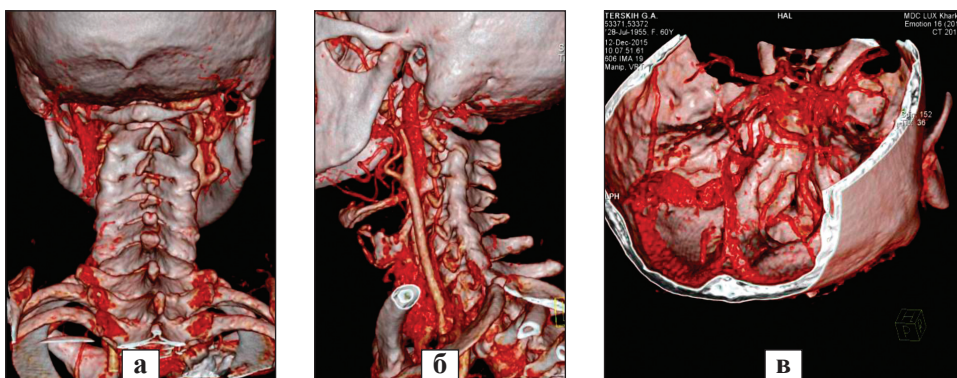
**Рис. 2.** Зображення гіпоплазії ХА: а) сонограма ХА в гирлах із виміром просвіту (стрілки), діаметр лівої артерії 2,1 мм, правої — 4,4 мм; б) доплерограма ХА на рівні атлантаосового зчленування з показниками швидкості кровотоку (асиметрія кровотоку 35 %); в) КТ-ангіографія з 3D-реконструкцією судин шії (гіпоплазія лівої ХА)



**Рис. 3.** S-подібний вигин ХА: а) сонограма ХА в гирлах із виміром просвіту (зменшення діаметру лівої до 2,8 мм, стрілки); б) доплерограма на рівні атлантаосового зчленування з показниками швидкості кровотоку (асиметрія кровотоку менше 30 %); в) КТ-ангіографія з 3D-реконструкцією судин шії (гіпоплазія лівої ХА, патологічна звивистість)



**Рис. 4.** С-подібний вигин лівої ХА в початковому сегменті: а) сонограма з виміром просвіту (зменшення діаметру контралатеральної артерії до 2,7 мм, стрілки); б) доплерограма ХА на рівні атлантаосового зчленування з показниками швидкості кровотоку (асиметрія 35 %); в) КТ-ангіографія з 3D-реконструкцією судин шії (гіпоплазія лівої ХА, входження у хребтовий канал на рівні C<sub>1V</sub>)



**Рис. 5.** КТ шийного відділу з 3D-реконструкцією та контррастуванням судин шії: а) фіксоване ротаційне зміщення C<sub>1</sub> по лінії остистих відростків (вигляд ззаду); б) гіпоплазія лівої ХА з входженням у хребтовий канал на рівні C<sub>1V</sub>; в) судини артеріального кола мозку (гіпоплазія лівої ХА, сліпе її закінчення одразу після виходу в череп)

щення швидкісних характеристик на рівні атлантаоосового, зчленування, не виявлені, далі пацієнтів консультував невролог.

Встановлено, що у 124 (75,6 %) хворих з ушкодженнями та захворюваннями ШВХ синдром ВБН розвинувся внаслідок компресійно-іритативної чи рефлекторно-ангіоспастичної форми синдрому ХА. Такі пацієнти в основному скаржилися на головний біль, запаморочення, слабкість, вегетативні розлади як нестабільність артеріального тиску, однократну блювоту, зміни настрою. Під час дуплексного сканування ХА на рівні атлантаоосового зчленування в спокої реєстрували зміни гемодинаміки у вигляді асиметрії кровотоку в дистальних відділах ХА та зміни швидкісних показників кровотоку, підвищення індексів периферичного опору. Усі виявлені особливості підтверджені додатковими функціональними навантажувальними пробами.

У 31 (18,9 %) пацієнта відмічені різні варіанти анатомічних особливостей ХА, причому в 17 (54,8 %) — однобічну гіпоплазію ХА (рис. 2).

В 11 (35,5 %) випадках виявлені різні форми девіації ХА у гирлах, у 3 (9,7 %) — кутову звивистість, яка супроводжувалася гіпоплазією контралатеральної артерії (рис. 3, 4).

Клінічна картина судинних розладів у випадку дегенеративних захворювань та ушкоджень ШВХ у пацієнтів з анатомічними вадами будови ВББ найчастіше характеризувалася запамороченням після повороту голови, головними болями, відчуттям тяжкості в потиличній зоні, шумом у вухах, розладами ходи і зору. Клінічні ознаки порушення гемодинаміки та розвитку синдрому ВБН найчастіше відмічали в пацієнтів за наявності міотонічного синдрому в ШВХ, особливо субокципітальної групи м'язів. У таких випадках у поєднанні з гіпоплазією ХА траплялися порушення гемодинаміки у ВББ із розвитком амнезії, що ми спостерігали в одного пацієнта (60 років). У нього під час клінічного обстеження зафіксовано болі у верхньошийному відділі хребта, під час УЗДГ — гіпоплазію лівої ХА та входження її у хребтовий канал на рівні С<sub>IV</sub>. За результатами променевого методу дослідження ШВХ значних дегенеративних змін не виявили, але спостерігали фіксоване асиметричне положення С<sub>I</sub> відносно С<sub>II</sub>. Після проведення КТ-ангіографії уточнено причину розвитку ВБН у пацієнта — гіпоплазію лівої ХА, сліпе її закінчення одразу після виходу в череп, без формування анастомозів, що за наявності іритатії іншої ХА спричинило порушення гемодинаміки у ВББ із розвитком

амнезії за типом «синдрому Альцгеймера» (рис. 5).

Таким чином, метод УЗДГ є інформативним у виявленні анатомічних особливостей ХА та впливу на кровотік у вертебробазиллярній системі. У більшості хворих порушення гемодинаміки у ВББ інструментально підтверджуються за результатами УЗДГ. В інших випадках необхідно проводити мультиспіральну комп'ютерну томографію шиї та головного мозку в режимі ангіографії.

## Висновки

Для скринінг-діагностики структурно-функціональних особливостей хребтових артерій метод ультразвукової доплерографії судин вертебробазиллярної системи є інформативним та достовірним.

Враховуючи наявність різних варіантів ураження хребтових артерій, об'єктивізацію і моніторинг лікування доцільно здійснювати на підставі результатів доплерографічного дослідження, що дає змогу корегувати лікувальний процес та проводити спостереження на його всіх етапах.

За відсутності об'єктивних УЗДГ-результатів порушення гемодинаміки у вертебробазиллярному басейні доцільно проводити КТ-обстеження судин шиї та голови з контрастним підсиленням.

**Конфлікт інтересів.** Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

## Список літератури

1. Ананьєва Н. И. КТ- и МРТ-диагностика острых ишемических инсультов / Н. И. Ананьєва, Т. Н. Трофимова. — СПб.: СПбМАПО, 2006. — 136 с.
2. Барыш А. Е. Симптоматика и диагностика поврежденной позвоночных артерий при травматических деформациях шейного отдела позвоночника (обзор литературы) / А. Е. Барыш, Я. А. Долуда // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2012. — № 3 (588). — С. 119–124, doi: 10.15674/0030-598720123119-124.
3. Барыш А. Е. Корреляция данных клинического и доплерографического обследования в зависимости от особенностей травматических деформаций шейного отдела позвоночника / А. Е. Барыш, Я. А. Долуда, А. Е. Вишняков // Международный медицинский журнал. — 2014. — № 2. — С. 69–75.
4. Гончар А. А. Вертебральная ангиография / А. А. Гончар, И. А. Гончар // Новости лучевой диагностики. — 1998. — № 5. — С. 32–33.
5. Кадырова Л. А. Неврологические аспекты стеноза позвоночного канала / Л. А. Кадырова, В. Г. Марченко // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2005. — № 1. — С. 87–93.
6. Калашников В. И. Синдром позвоночной артерии: клинические варианты, классификация, принципы диагностики и лечения / В. И. Калашников // Международный неврологический журнал. — 2010. — № 1. — С. 93–99.
7. Капустин С. В. Ультразвуковое исследование в таблицах и схемах / С. В. Капустин, С. И. Пиманов. — Москва: Трида-Х, 2003. — 64 с.

8. Корж Н. А. Справочник травматолога / Н. А. Корж, В. А. Радченко. — Киев. — 2009. — 504 с.
9. Куликов В. П. Цветное дуплексное сканирование в диагностике сосудистых заболеваний / В. П. Куликов. — Алтайский диагностический центр, 1997. — 154 с.
10. Лелюк В. Г. Ультразвуковая ангиология / В. Г. Лелюк, С. Э. Лелюк. — М., 2013. — 234 с.
11. Сафронова О. А. Возможности ультразвуковой диагностики при синдроме позвоночной артерии / О. А. Сафронова, С. В. Ненарочнов, В. В. Морозов // Фундаментальные исследования. — 2011. — № 10, Ч. 3. — С. 553–557.
12. Спужак М. И. Рентгенодиагностика заболеваний позвоночника. Уч. пос. / М. И. Спужак, Е. П. Шармазанова. — Харьков: Крокус, 2003. — 168 с.
13. Ультразвуковая визуализация и доплерография позвоночной артерии при различной патологии / Р. Я. Абдуллаев, А. Н. Хвисьюк, В. Г. Марченко, Л. А. Кадырова // Международный медицинский журнал. — 2005. — № 1. — С. 111–115.
14. Hong-tao Z. Two case reports of bilateral vertebral artery tortuosity and spiral twisting in vascular vertigo / Z. Hong-tao, Z. Shu-ling, and Z. Dao-pei // BMC Neurology. — 2014. — Vol. 14. — Article 14, doi: 10.1186/1471-2377-14-14.
15. Muller M. Vertebral artery anomaly with entry at C4-avoiding a surgical pitfall: a case report / M. Muller, J. Bleeck, M. Ruf // Eur. Spine J. — 2008. — Vol. 17, Suppl. 2. — P. 291–293, doi: 10.1007/s00586-007-0582-9.
16. Park J. Hypoplastic vertebral artery: frequency and associations with ischaemic stroke territory / J. Park, J. Kim, J. Roh // J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry. — 2007. — Vol. 78, № 9. — P. 954–958. doi: 10.1136/jnnp.2006.105767.
17. Vertebral artery anomaly and injury in spinal surgery / R. Molinari, M. Bessette, A. L. Raich, J. R. Dettori, Ch. Molinari // Evid. Based Spine Care J. — 2014. — Vol. 5 (1). — P. 16–27, doi: 10.1055/s-0034-1366980.

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-59872016348-53>

Стаття надійшла до редакції 25.03.2016

## DOPPLER ULTRASOUND AND CT ANGIOGRAPHY IN THE DIAGNOSIS OF STRUCTURAL AND FUNCTIONAL ABNORMALITIES IN VERTEBROBASILAR POOL

O. E. Vyrva<sup>1</sup>, A. E. Vishnyakov<sup>1</sup>, Ya. A. Doluda<sup>1</sup>, L. P. Mischenko<sup>2</sup><sup>1</sup> SI «Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kharkiv<sup>2</sup> Medical Diagnostic Center «LUX», Kharkiv. Ukraine✉ Yaroslav Doluda, PhD: [dol-yaroslav@yandex.ua](mailto:dol-yaroslav@yandex.ua)