

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

УДК 616.12-008.331.1-06:616.36]-07:616.133/.134.9

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов

DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2019-10-1-33-38>

УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ ВТОРОГО СЕГМЕНТА ПОЗВОНОЧНЫХ АРТЕРИЙ И ИХ ГЕМОДИАМИКИ У ЗДОРОВЫХ ЛИЦ И У ПАЦИЕНТОВ С РАЗЛИЧНЫМИ СТАДИЯМИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

¹Ю. Г. Гаевский, ¹В. Р. Вебер, ¹В. М. Захарова, ¹И. В. Яросвет, ²М. М. Берегов

¹Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, Великий Новгород, Россия

²Российский научно-исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова, Москва, Россия

© Коллектив авторов, 2019 г.

В работе оценена возможность использования ультразвукового исследования для изучения морфофункциональных особенностей позвоночных артерий у больных артериальной гипертензией. С этой целью проведено ультразвуковое дуплексное сканирование магистральных сосудов шеи у 279 пациентов АГ I и II стадий (149 пациентов с АГ I стадии и 130 — с АГ II стадии). В контрольную группу вошли 196 лиц с нормальными значениями АД. Дуплексное исследование включало изучение показателей гемодинамики позвоночных артерий (ПА): пиковой систолической скорости кровотока, конечной диастолической скорости кровотока, усредненной по времени средней скорости кровотока, индекса периферического сопротивления (ИС); пульсационного индекса (ПИ), диаметра левой и правой ПА, асимметрии диаметра ПА, объемного кровотока. Изучена реактивность ПА путем оценки реакции показателей гемодинамики на повороты головы. Выраженность фиброза мышечной муфты (ФММ), окружающей ПА в сегментах C₅–C₆ шейного отдела позвоночника, оценивалась по 7 степеням (от 0 до 6). В ходе исследования выявлены различия в данных морфологии позвоночных артерий, а также ультразвуковых показателях мышечной муфты, окружающей ПА в сегментах C₅–C₆, но наибольшие различия наблюдались именно в показателях реактивности ПА на повороты головы (ИС и ПИ). Результаты исследования показали, что ранние изменения мышечной муфты, окружающей ПА в сегментах C₅–C₆, приводят по мере дальнейшей травматизации сосудов и симпатических волокон ПА при вращении головой к изменениям диаметров позвоночных артерий и их реактивности. Показатели реактивности в значительно большей степени выражены со стороны левой ПА и нарастают по мере прогрессирования АГ.

Ключевые слова: артериальная гипертензия, позвоночные артерии, ультразвуковое дуплексное сканирование магистральных сосудов шеи, сосудистая реактивность

SOME OF THE ULTRASOUND FEATURES OF THE SECOND SEGMENT OF THE VERTEBRAL ARTERIES AND THEIR HEMODYNAMICS PARAMETERS IN HEALTHY PERSONS AND IN PATIENTS WITH DIFFERENT STAGES OF ARTERIAL HYPERTENSION

¹Y. G. Gaevskiy, ¹V. R. Veber, ¹V. M. Zakharova, ¹I. V. Yarosvet, ²M. M. Beregov

¹Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod, Russia

²Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

In order to improve the capabilities of duplex Doppler ultrasound of morphofunctional features of vertebral arteries we investigated duplex Doppler ultrasound of major neck vessels in 279 patients with stages 1–2 arterial hypertension (149 patients with stage 1 hypertension and 130 patients with stage 2 hypertension). The control group included 196 subjects with normal blood pressure values. Duplex Doppler ultrasound included the following hemodynamic parameters of vertebral arteries: peak systolic velocity, end-diastolic velocity, time-averaged mean velocity, pulsatility index, resistance index, and also the asymmetry of vertebral arteries diameters — the ratio of the diameter of the left vertebral artery to the diameter of the right vertebral artery; volumetric blood flow. The reactivity of the vertebral arteries was studied by assessing the response of hemodynamic parameters to head rotation. The severity of

muscle sleeve fibrosis surrounding the vertebral arteries in the C₅–C₆ segments of the cervical spine was evaluated at 7 degrees (from 0 to 6). The study found differences in the morphology of the vertebral arteries as well as the ultrasound parameters of the muscle sleeve surrounding the vertebral arteries in the C₅–C₆ segments but the greatest differences were observed precisely in the indicator of the reactivity of the vertebral arteries on head rotation. Reactivity indicators were expressed as changes in the parameters of pulsatility index and resistance index. The results of the study showed that early changes in the muscle sleeve surrounding the vertebral arteries in the C₅–C₆ segments lead to changes in the diameters of the vertebral arteries and their reactivity during further traumatization of vessels and sympathetic fibers caused by rotation of the head. Reactive indicators express to a far greater degree on the left vertebral artery and their progression increase with the progression of hypertension occurred.

Key words: arterial hypertension, vertebral arteries, ultrasound duplex scanning of the main neck vessels, vascular responsiveness

Для цитирования: Гаевский Ю.Г., Вебер В.Р., Захарова В.М., Яросвет И.В., Берегов М.М. Некоторые ультразвуковые особенности морфологии второго сегмента позвоночных артерий и их гемодинамики у здоровых лиц и у пациентов с различными стадиями артериальной гипертензии // Лучевая диагностика и терапия. 2019. № 1. С. 33–37,

DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2019-10-1-33-38>.

Введение. Актуальность темы обусловлена чрезвычайно высокой распространенностью артериальной гипертензии (АГ), заметно нарастающей с возрастом [1–3]. В становлении и прогрессировании АГ, а также ее осложнений участвуют многие факторы. Ряд исследователей предполагают наличие взаимосвязи между состоянием позвоночных артерий (ПА) и шейного отдела позвоночника с АГ [4–9], однако до сих пор механизм этой связи остается неясным. При этом шейный спондилез может быть одной из причин вторичной гипертензии, и раннее его лечение может оказать благотворное влияние на риск сердечно-сосудистых заболеваний [10]. На основании рентгенологических данных 90% мужчин старше 50 лет и 90% женщин старше 60 лет имеют признаки дегенеративных изменений шейного отдела позвоночника [11]. Показано, что в патологический процесс вовлекаются не только хрящ, но и связки, капсула, синовиальная оболочка и мышцы [12, 13].

Цель исследования: оценка возможностей дуплексного ультразвукового исследования для изучения морфофункционального состояния позвоночных артерий у больных артериальной гипертензией.

Материалы и методы. Нами проведено дуплексное исследование магистральных сосудов шеи на УЗ-сканере SonoScape SSI 1000 с детальным изучением кровотока по ПА: в экстракраниальном отделе во втором сегменте (V2) — в канале отверстий поперечных отростков от C₅–C₆ до второго шейного позвонка, и в четвертом сегменте (V4) [14–16].

Обследованы 196 здоровых лиц и 279 пациентов с АГ I и II стадий (149 пациентов с АГ I стадии и 130 — с АГ II стадии). Обе группы были сопоставимы по полу и возрасту (от 18 до 80 лет). Пациенты с АГ III стадии были исключены из исследования.

Дуплексное исследование включало изучение показателей гемодинамики позвоночных артерий:

- пиковая систолическая скорость кровотока;
- конечная диастолическая скорость кровотока;
- усредненная по времени средняя скорость кровотока;

- индекс периферического сопротивления;
- пульсационный индекс;
- диаметр левой и правой позвоночных артерий (ПА);
- асимметрия диаметра позвоночных артерий — отношение диаметра большей позвоночной артерии (ПА) к диаметру меньшей ПА;
- объемный кровоток.

Изучена реактивность ПА путем проведения исследования до и после 10 поворотов головы. Мы также изучали впервые обнаруженный нами ультразвуковой феномен фиброза мышечной муфты (ФММ) ПА в сегменте C₅–C₆ шейного отдела позвоночника, который был нами оценен по 7 степеням: от 0 до 6 (рис. 1–3).

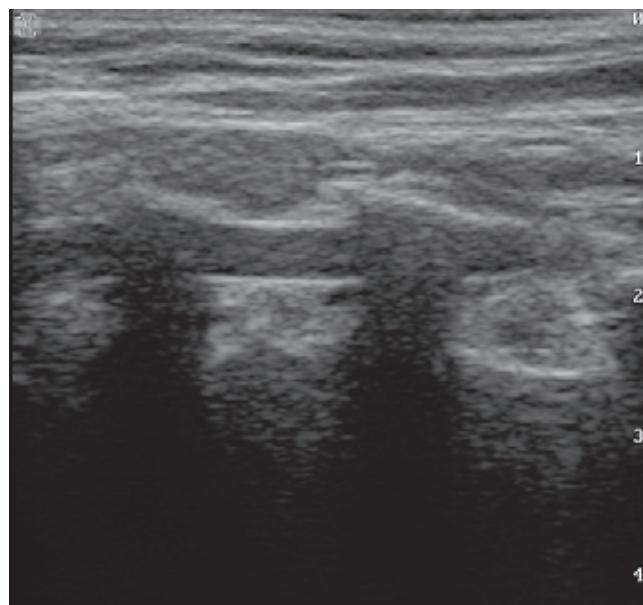


Рис. 1. ФММ 0 степени: левая ПА очень хорошо визуализируется, контуры четкие, нет «затуманивания», нет фиброза вокруг артерии, нет гиперэхогенности вокруг артерии

0 степень: левая ПА очень хорошо визуализируется, контуры четкие, нет «затуманивания», нет фиброза вокруг артерии, нет гиперэхогенности вокруг артерии.

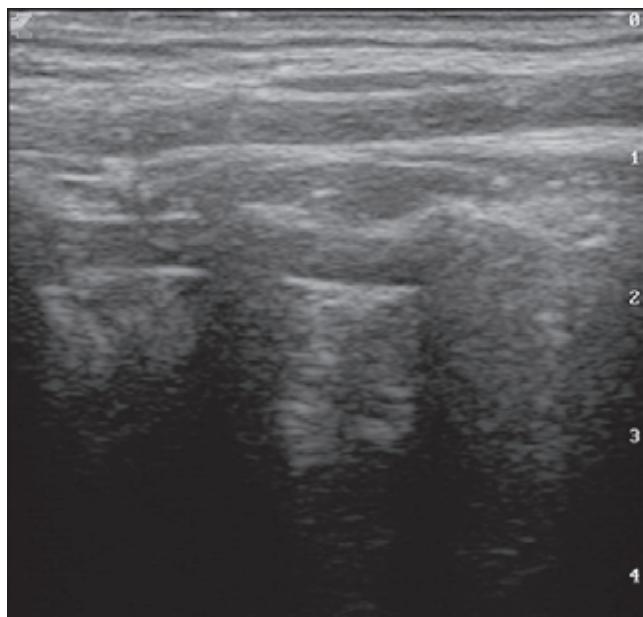


Рис. 2. ФММ 3 степени: контуры ПА нечеткие, неровные, «туманность», гиперэхогенность, прикрывающая просвет сосуда, гиперэхогенность вокруг сосуда

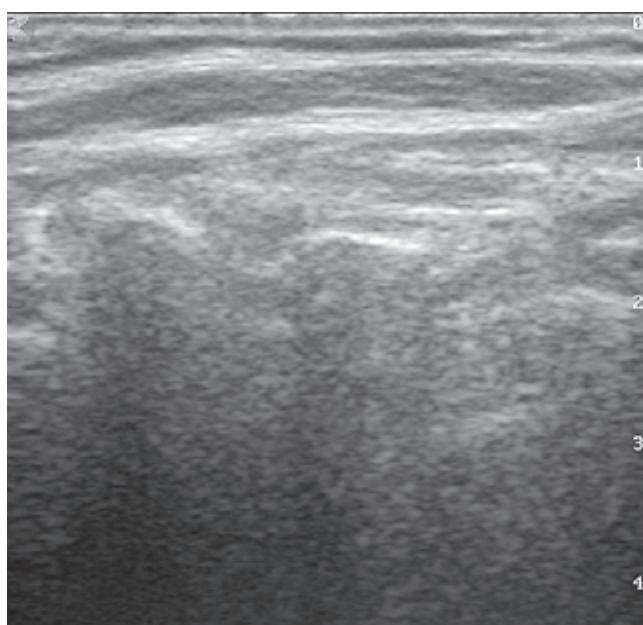


Рис. 3. ФММ 6 степени: почти не видны контуры ПА, выраженная гиперэхогенность вокруг артерии в С₅–С₆ сегменте, деформация позвоночной артерии

1 степень: нечеткость и деформация границ ПА, минимальная гиперэхогенность вокруг артерии.

2 степень: нечеткость и деформация границ ПА, «фиброзная» гиперэхогенность вокруг артерии.

3 степень: контуры ПА нечеткие, неровные, «туманность», гиперэхогенность, прикрывающая просвет сосуда, гиперэхогенность вокруг сосуда.

4 степень: контуры визуализируются плохо, значительное «затуманивание» просвета сосуда, выраженная гиперэхогенность вокруг сосуда.

5 степень: нечеткость контура, деформация ПА, выраженная гиперэхогенность, контура в С₅–С₆ сегментах, покрывающая сосуд и сегменты С₅–С₆.

6 степень: почти не видны контуры ПА, выраженная гиперэхогенность вокруг артерии в С₅–С₆ сегменте, деформация позвоночной артерии.

Проведена статистическая обработка материала при помощи программы STATISTICA. Для анализа данных были использованы QQ-анализ, критерий Манна–Уитни, z-критерий и критерий Фишера.

Результаты и их обсуждение. Дуплексное исследование ПА позволило выявить достоверные различия между группой контроля и АГ I стадии ($p<0,05$) по следующим показателям:

- асимметрия пиковой систолической скорости кровотока справа до и после поворотов головы (AS_VMAX_R) ($p<0,01$);

- усредненная по времени средняя скорость кровотока после поворотов головы слева (VMDAT_L) ($p=0,000221$);

- усредненная по времени средняя скорость кровотока после поворотов головы справа (VMDAT_R) ($p=0,019053$);

- асимметрия конечной диастолической скорости кровотока после поворотов головы слева (AS_VMIN_L) ($p<0,01$);

- пульсационный индекс слева (PI_L) ($p=0,018407$);

- асимметрия пульсационного индекса слева и справа (AS_PI) ($p=0,003799$);

- асимметрия индекса периферического сопротивления до и после поворотов головы слева (AS_IR_L) ($p=0,021204$);

- объемный кровоток после поворотов головы слева (VAT_L) ($p=0,000152$);

Диагностическая ценность показателей — это соотношение частоты выявления признака в группе больных АГ к контрольной группе.

Наибольшую диагностическую ценность имеют показатели асимметрии показателей до и после поворотов головы, которые характеризуют реактивность сосудов на повороты головы.

На рис. 4 представлены показатели, имеющие различия между группами контроля и больными АГ I стадии.

Оценены различия выраженности ФММ в группе с АГ I стадии по сравнению с группой контроля. Были обнаружены различия в подгруппах:

- мужчины до 30 лет с правой стороны ($p=0,026494152402916183$);

- женщины до 30 лет с левой стороны ($p=0,000507497737961432$);

- женщины до 30 лет с правой стороны ($p=0,012932894546370756$).

При сравнении групп больных АГ II стадии и контрольной также наблюдалась достоверная связь с показателями реактивности, с показателями диаметра левой ПА и со степенью фиброза мышечной муфты ПА.

Дуплексное исследование ПА у больных АГ II стадии и здоровых лиц позволило выявить статистиче-

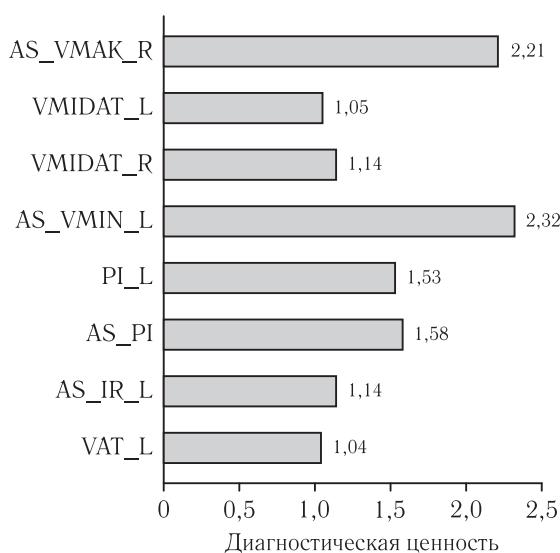


Рис. 4. Соотношение показателей морфофункционального состояния ПА у больных АГ I стадии

ские достоверные различия между группой контроля и АГ II стадии ($p<0,05$) по следующим показателям:

- диаметр левой ПА (DIA_L) ($p=0,017771$);
- усредненная по времени средняя скорость кровотока после поворотов головы слева (VMIDAT_L) ($p=0,008750$);
- усредненная по времени средняя скорость кровотока после поворотов головы справа (VMIDAT_R) ($p=0,021115$);
- асимметрия конечной диастолической скорости кровотока после поворотов головы слева (AS_VMIN_L) ($p=0,007107$);
- пульсационный индекс после поворотов головы слева (PIAT_L) ($p=0,013550$);
- асимметрия индекса периферического сопротивления (AS_IR_L) ($p=0,022277$);
- индекс периферического сопротивления после поворотов головы справа (IRAT_R) ($p=0,018244$);
- асимметрия индекса периферического сопротивления до и после поворотов головы справа (AS_IR_R) ($p=0,040033$);
- индекс межпозвоночного фиброза мышечных муфт слева (MPS_L) ($p=0,001295$);
- индекс межпозвоночного фиброза мышечных муфт справа (MPS_R) ($p=0,004621$);
- объемный кровоток слева (V_L) ($p=0,003279$);
- объемный кровоток справа (V_R) ($p=0,008224$);
- объемный кровоток после поворотов головы слева (VAT_L) ($p=0,000157$);
- объемный кровоток после поворотов головы справа (VAT_R) ($p=0,003076$).

На рис. 5 представлены показатели, имеющие различия между группами контроля и АГ II стадии.

Нами оценены различия выраженности ФММ в группе с АГ II стадии по сравнению с группой контроля. Были обнаружены различия в подгруппах:

- женщины старше 31 года с правой стороны ($p=0,04009587412873816$);
- мужчины старше 31 года с левой стороны ($p=0,007790741242138714$);
- мужчины старше 51 года с левой стороны ($p=0,022204506886413115$);
- мужчины до 30 лет с левой стороны ($p=0,046907091777480175$).

При сравнении мужчин и женщин в одной группе обнаружены различия в следующих группах:

- контроль старше 51 года с левой стороны ($p=0,030297636857937835$);
- контроль старше 31 года с левой стороны ($p=0,038796252223925694$);
- АГ I стадии старше 31 года с левой стороны ($p=0,04782531440757914$);
- АГ I стадии старше 31 года с правой стороны ($p=0,02235467015901108$).

Установлена взаимосвязь показателей гемодинамики ПА с морфологией ПА — их диаметром и асимметрией диаметров, а также степенью фиброза мышечной муфты.

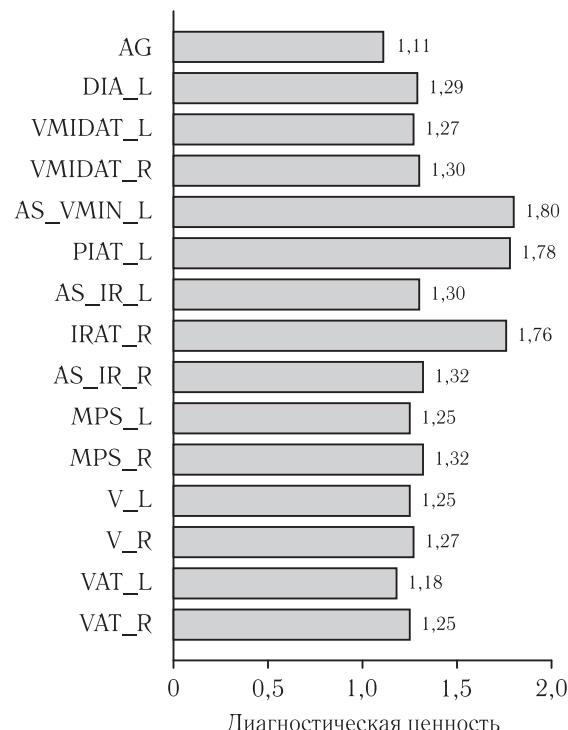


Рис. 5. Соотношение показателей морфофункционального состояния ПА у больных АГ II стадии

Корреляционный анализ также позволил выявить показатели, характерные для АГ (представлены по степени значимости различий для групп контроля и АГ II стадии):

- асимметрия диаметра ПА $\geq 1,4$ ($p=0,0001$);
- диаметр правой ПА $< 2,5$ мм ($p=0,0001$);
- пиковая sistолическая скорость кровотока левой ПА ≤ 30 см/с ($p=0,0032$);
- асимметрия пиковой sistолической скорости кровотока $\geq 1,5$ ($p<0,001$);

- асимметрия объемного кровотока $\geq 2,0$ ($p < 0,001$);
- асимметрия конечной диастолической скорости кровотока $\geq 1,5$ ($p < 0,001$).

Заключение. Результаты проведенной работы показали возможность использования дуплексного ультразвукового исследования для оценки морфофункционального состояния позвоночных артерий, степени развивающихся изменений и их динамики при прогрессировании АГ. Больных АГ от здоровых лиц отличают:

- большая степень фиброза межпозвоночных муфт, которая особенно выражена у больных АГ II стадии;
- асимметрия диаметров и гемодинамических показателей ПА;
- выраженная измененность в реактивности показателей на повороты головы, нарастающие от I до II стадии АГ. Более высокая реактивность наблюдалась на левой ПА, что позволяет предположить, что триггерная зона раздражения вегетативной нервной системы находится в симпатических сплетениях, окружающих левую ПА, связанную с левым звездчатым симпатическим узлом.

Полученные данные позволяют предположить участие позвоночных артерий в патогенезе артериальной гипертензии и возможном развитии осложнений у части пациентов.

По-видимому, активная деятельность человека, связанная с поворотами головы, приводит постепенно к фиброзу мышечной муфты — самого «ранимого» участка в шейном отделе позвоночника на уровне С₅–С₆, и изменению кровоснабжения головного мозга.

Чаще всего ФММ начинается с правой ПА. Фиброз мышечной муфты и раздражение правой ПА приводят к функциональному сужению правой ПА вплоть до ее спазма с частым появлением «чрезмерно узких» ПА — диаметром меньше 2,6 мм, и снижению объемного кровотока в этой ПА, что мы и выявили у пациентов с АГ. Вслед за этим происходит расширение левой ПА и компенсаторное увеличение в ней объемного кровотока с нарастанием частоты «широких» левых ПА диаметром больше 6 мм.

Увеличение диаметра левой ПА, возможно, приводит к травмированию левой ПА о мышечную муфту и способствует появлению высокой ее реактивности. Изменения мышечной муфты левой ПА еще более прогрессируют, и нередко наблюдается ее деформация. При этом у пациентов появляются признаки раздражения левого звездчатого узла с развитием левостороннего верхнеквадратного симпатического синдрома с появлением участков кожной гиперальгезии, болезненных точек и левосторонней головной боли.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Egan M.B. *The prevalence and control of hypertension in adults* [Электронный ресурс]. 2018. URL: <https://www.uptodate.com/contents/the-prevalence-and-control-of-hypertension-in-adults> (дата обращения: 12.12.2018).
2. Lawes C.M., Vander H.S., Rodgers A. Global burden of blood-pressure-related disease, 2001 // *Lancet*. 2008. Vol. 371, No 9623. P. 1513–1518.
3. Чазова И.Е., Ощепкова Е.В., Жернакова Ю.В. *Артериальная гипертония у взрослых*. М.: Российское медицинское общество по артериальной гипертонии, 2016. 70 с. [Chazova I.E., Oshchepkova E.V., Zhernakova Yu.V. *Arterial'naya gipertoniya u vozroslyh*. Moscow: Rossijskoe medicinskoe obshchestvo po arterial'noj gipertoni, 2016, 70 p. (In Russ.)].
4. Юnonin I.E. и др. Артериальная гипертония и шейный остеохондроз позвоночника // *Российский кардиологический журнал*. 2003. № 4. С. 88–93. [Yunonin I.E. et al. Arterial'naya gipertoniya i shejnij osteohondroz pozvonochnika. *Rossijskij kardiologicheskij zhurnal*, 2003, No 4, pp. 88–93 (In Russ.)].
5. Иванова С.В., Савенков М.П. Артериальная гипертензия при патологии шейного отдела позвоночника // *Российский кардиологический журнал*. 2006. Внеочередной выпуск. С. 65–69. [Ivanova S.V., Savenkov M.P. Arterial'naya gipertensiya pri patologii shejnogo otdela pozvonochnika. *Rossijskij kardiologicheskij zhurnal*, 2006, Vneocherednoj vypusk, pp. 65–69 (In Russ.)].
6. Саннина М.Е. и др. Шейный остеохондроз позвоночника и артериальная гипертензия: подходы к лечению // *Медицинская газета «Здоровье Украины»*. 2007. № 21. С. 51. [Sanina M.E. et al. Shejnij osteohondroz pozvonochnika i arterial'naya gipertensiya: podhody k lecheniyu. *Medicinskaya gazeta «Zdorov'e Ukrayny»*, 2007, No. 21, pp. 51 (In Russ.)].
7. Парфенов В.А. Головокружение на фоне артериальной гипертензии: дифференциальная диагностика и тактика ведения больных // *Медицинская газета «Здоровье Украины»*. 2007. № 10. С. 5. [Parfenov V.A. Golovokruzhenie na fone arterial'noj gipertenzii: differencial'naya diagnostika i taktika vedeniya bol'nyh. *Medicinskaya gazeta «Zdorov'e Ukrayny»*, 2007, No. 10, pp. 5 (In Russ.)].
8. Нестеренко Л.С. Вертеброгенная транзиторная артериальная гипертензия // *Новости медицины и фармации*. 2008. Т. 233, № 2. [Nesterenko L.S. Vertebrogennaya tranzitornaya arterial'naya gipertensiya. *Novosti medyciny i farmacii*, 2008, Vol. 233, No. 2 (In Russ.)].
9. Пантелейева Е.А. Синдром позвоночной артерии и тактика ведения пациентов // *Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова*. 2012. Т. 112, № 12. С. 46–50. [Panteleeva E.A. Sindrom pozvonochnoj arterii i taktika vedeniya pacientov. *Zhurnal nevrologii i psichiatrii im. S.S. Korsakova*, 2012, Vol. 112, No. 12, pp. 46–50 (In Russ.)].
10. Peng B. et al. Cervical spondylosis and hypertension a clinical study of 2 cases // *Medicine (Baltimore)*. 2015. Vol. 94, No. 10. e618..
11. Al-Shatoury H.A.H. Cervical Spondylosis: Background, Pathophysiology, Epidemiology [Электронный ресурс]. 2018. URL: <https://emedicine.medscape.com/article/306036-overview#a6> (дата обращения: 26.12.2018).

12. Bijlsma J.W.J., Berenbaum F., Lafeber F.P.J.G. Osteoarthritis: An update with relevance for clinical practice // *Lancet*. 2011. Vol. 377, No. 9783. P. 2115–2126.
13. Doherty M. *Clinical manifestations and diagnosis of osteoarthritis* [Электронный ресурс]. 2018. URL: <https://www.uptodate.com/contents/clinical-manifestations-and-diagnosis-of-osteoarthritis> (дата обращения: 09.01.2019).
14. Калашников В.И. Применение ультразвуковой допплерографии с функциональными нагрузками в диагностике и контроле лечения синдрома позвоночной артерии // *Международный неврологический журнал*. 2011. Т. 39, № 1. [Kalashnikov V.I. Primenenie ul'travzukovoj dopplerografii s funkcional'nyimi nagruzkami v diagnostike i kontrole lecheniya sindroma pozvonochnoj arterii. *Mezhdunarodnyj nevrologicheskij zhurnal*, 2011, Vol. 39, No. 1 (In Russ.)].
15. Сафронова О.А., Ненарочнов С.В., Морозов В.В. Возможности ультразвуковой диагностики при синдроме позвоночной артерии // *Фундаментальные исследования*. 2011. Т. 10, № 3. С. 553–557. [Safronova O.A., Nenarochnov S.V., Morozov V.V. Vozmozhnosti ul'travzukovoj diagnostiki pri sindrome pozvonochnoj arterii. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2011, Vol. 10, No. 3, pp. 553–557 (In Russ.)].
16. Гаевский Ю.Г. и др. Морфогемодинамические маркеры позвоночных артерий у пациентов артериальной гипертензией // *Вестник Новгородского государственного университета*. 2018. Т. 2. С. 36–38. [Gaevskij Yu.G. et al. Morfogemodinamicheskie markery pozvonochnyh arterij u pacientov arterial'noj gipertenziej. *Vestnik Novgorodskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2018, Vol. 2, pp. 36–38 (In Russ.)].

Поступила в редакцию / Received by the Editor: 18.02.2019 г.

Контакт: Гаевский Юрий Германович, gaevskiy@yandex.ru

Сведения об авторах:

Гаевский Юрий Германович — доктор медицинских наук, профессор кафедры внутренних болезней ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»; 173003, Великий Новгород, Новгородская обл., Большая Санкт-Петербургская ул., д. 41; e-mail: gaevskiy@yandex.ru;

Вебер Виктор Робертович — доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, заведующий кафедрой внутренних болезней ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»; 173003, Великий Новгород, Новгородская обл., Большая Санкт-Петербургская ул., д. 41;

Захарова Валерия Михайловна — аспирант кафедры внутренних болезней ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»; 173003, Великий Новгород, Новгородская обл., Большая Санкт-Петербургская ул., д. 41;

Яросвет Игорь Вячеславович — врач-ординатор Клинического центра реабилитации ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»; 173003, Великий Новгород, Новгородская обл., Большая Санкт-Петербургская ул., д. 41;

Берегов Михаил Михайлович — врач-ординатор отделения лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» Минздрава России; 117997, Москва, ул. Островитянова, д. 1.

Открыта подписка на 2-е полугодие 2019 года.

Подписные индексы:

Агентство «Роспечать» 57991

ООО «Агентство „Книга-Сервис“» 42177