

ПОЗИЦИОННАЯ ДЕФОРМАЦИЯ ПОДКЛЮЧИЧНОЙ АРТЕРИИ КАК ВОЗМОЖНАЯ ПРИЧИНА ПОДКЛЮЧИЧНОГО STEAL-СИНДРОМА

КИРСАНОВ Р.И.^{1,2}, КУЛИКОВ В.П.¹, БЕЛИЦКИЙ С.Н.³, ЖЕСТОВСКАЯ С.И.⁴

¹ Отделение функциональной диагностики, Краевая клиническая больница,

² Кафедра патологической физиологии, Алтайский государственный медицинский университет Минздрава РФ,

³ Отделение лучевой и функциональной диагностики, Алтайский краевой госпиталь для ветеранов войн, Барнаул,

⁴ Кафедра лучевой диагностики Института последипломного образования, Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава РФ, Красноярск, Россия

При использовании метода дуплексного сканирования обследовано 123 пациента с деформацией подключичной артерии (ПКА). Оценивали доплеровский спектр кровотока в зоне деформации ПКА, а также в V2 и V4 сегментах ипсилатеральной позвоночной артерии (ПА) в состоянии покоя и при задержке дыхания на вдохе. Деформацию ПКА в 91% случаев наблюдали справа, в 5% – слева, в 4% – с обеих сторон. Гемодинамические нарушения в ипсилатеральной ПА в виде изменения формы доплеровского спектра по типу steal-синдрома отмечали в 10,8%, с более выраженным нарушением кровотока на интракраниальном уровне – в 78,6% случаев. Установлено, что для деформации ПКА характерно уменьшение ангуляции (вплоть до полного выпрямления) и снижение пиковой систолической скорости при глубоком вдохе, что отражает ее позиционный характер. У пациентов с исходным нарушением доплеровского спектра в ПА выявлена нормализация спектра на вдохе. Таким образом, показатель пиковой систолической скорости кровотока в зоне деформации ПКА в сочетании с оценкой доплеровского спектра в ипсилатеральной ПА на вдохе можно использовать для определения гемодинамической значимости деформации ПКА.

Ключевые слова: деформация, подключичная артерия, позвоночная артерия, дуплексное сканирование, доплеровский спектр, steal-синдром.

ВВЕДЕНИЕ

Деформации брахиоцефальных артерий нередко выявляются при дуплексном сканировании, уступая по частоте лишь атеросклеротическому поражению [1, 2]. Основное внимание в литературе уделяется деформациям внутренних сонных и позвоночных артерий (ПА) [1, 3–5]. Деформации же подключичных артерий (ПКА), иногда обнаруживаемые при ультразвуковом исследовании, в литературе практически не описаны.

Поскольку ПКА является источником кровоснабжения вертебро-базилярного бассейна, гемодинамические нарушения, возникающие при деформации ПКА, могут участвовать в развитии симптомов вертебро-базилярной недостаточности. Ранее авторами показано, что деформация проксимального сегмента ПКА может приводить к формированию синдрома позвоночно-подключичного обкрадывания [6]. Исходя из этого, представляется актуальным оценить влияние деформации ПКА на кровоток в ПА, что и стало целью настоящего исследования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

По результатам дуплексного сканирования экстракраниальных брахиоцефальных артерий самообратившихся пациентов, отобрано 123 человека (30 мужчин и 93 женщины) в возрасте $59,4 \pm 9,2$ года, у которых при обследовании выявили деформацию ПКА. При этом в данную группу не включали пациентов, у которых наряду с деформацией ПКА диагностировали стенозы брахиоцефальных артерий более 50% и врожденные аномалии ПКА (гипоплазия, аномалии отхождения).

Исследование проводили на ультразвуковых системах Vivid 3 (GE Medical Systems, США) и iU22 (Philips, США). Проксимальный (I) сегмент ПКА и V2 сегмент (ПА) лоцировали линейным датчиком с частотой 5–10 МГц. При неудовлетворительной визуализации проксимального сегмента ПКА линейным датчиком (чаще слева) использовали конвексный датчик с частотой 2,5–5,0 МГц. Интракраниальный (V4) сегмент ПА исследовали секторным датчиком с частотой 1,5–3,5 МГц.



Рис. 1. Регистрация доплерограммы кровотока из I сегмента деформированной ПКА с измерением пиковой систолической скорости (контрольный объем расположен в зоне максимальной ангуляции)

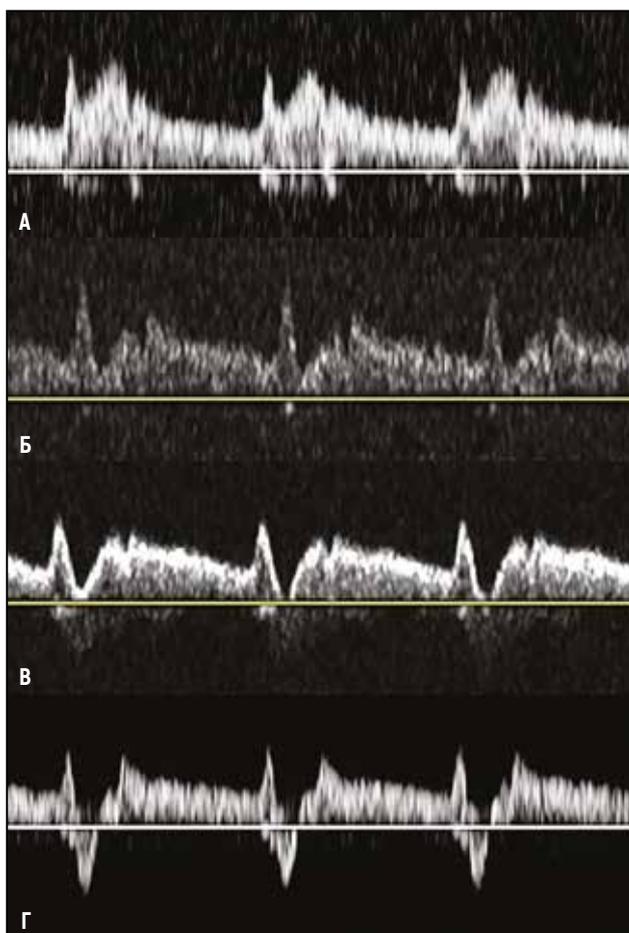


Рис. 2. Типы патологических доплеровских спектров в ПА: а – 1 тип; б – 2 тип; в – 3 тип; г – 4 тип

В импульсно-волновом доплеровском режиме регистрировали доплерограммы кровотока из I сегмента ПКА, V2 и V4 сегментов ипсилатеральной ПА. В ПКА контрольный объем располагали в зоне максимальной ангуляции, устанавливая курсор коррекции доплеровского угла параллельно стенкам

Таблица 1

Параметры кровотока в зоне деформации ПКА			
Показатель	группа I (n=116)	группа II (n=14)	p
Исходная Vps, см/с	100 [90; 135]	177,5 [167; 205]	<0,05*
Vps на вдохе, см/с	90 [80; 92]	92,5 [88; 110]	0,1
Степень снижения Vps на вдохе, %	11,1[4,5; 39,4]	49,4[42,5; 60,7]	<0,05*

Примечание. n – количество наблюдений, p – значимость различий показателей между группами по критерию Манна-Уитни (звездочкой отмечены значимые различия между группами).

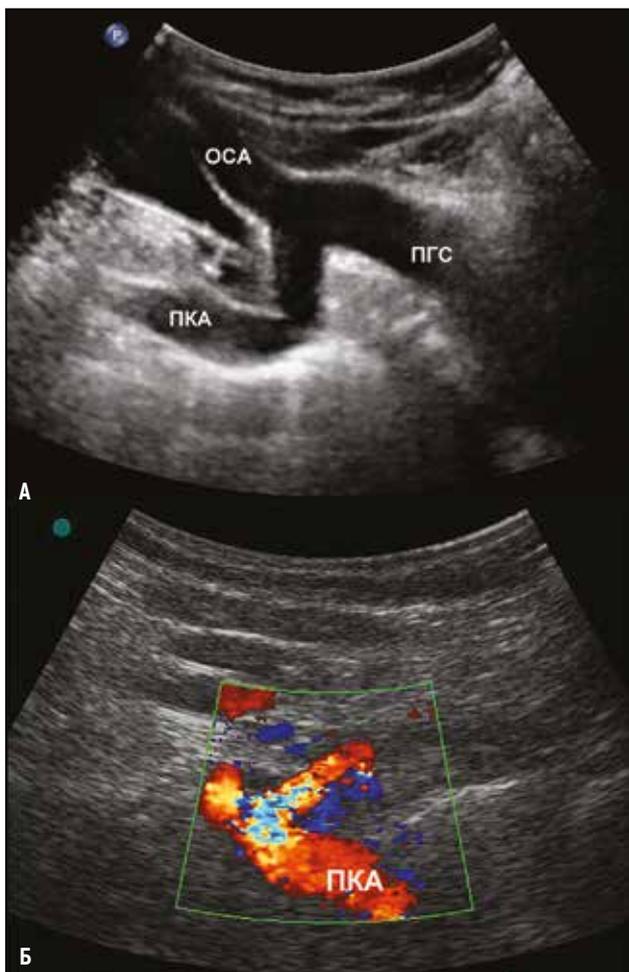


Рис. 3. Ультразвуковое изображение деформации ПКА (сканирование конвексным датчиком): а – правая ПКА (В-режим); б – левая ПКА (режим цветового доплеровского картирования); ПКА – подключичная артерия; ОСА – общая сонная артерия; ПГС – плечеголовной ствол

сосуда; по полученной доплерограмме измеряли пиковую систолическую скорость кровотока (рис. 1). Исследование кровотока в ПА проводили по общепринятой методике [2]. Допплерограммы кровотока в ПА в случае выявления нарушения формы доплеровского спектра распределяли на четыре типа, в зависимости от глубины среднесистолической инцизуры на доплерограмме по классификации, предложенной Kliever, et al. [7]: 1 – глубина инци-

зуры не достигает конечной диастолической скорости; 2 – глубина инцизуры равна конечной диастолической скорости; 3 – инцизура достигает базальной линии; 4 – наличие эпизода ретроградного кровотока в систолу (рис. 2). Первый – третий типы доплерограммы соответствуют латентному steal-синдрому, 4 – переходному. Критерием региональной гемодинамической значимости деформации ПКА считали выявление одного из патологических типов спектра в ипсилатеральной ПА на экстракраниальном (V2 сегмент) и/или на интракраниальном (V4 сегмент) уровне.

Для оценки преходящего характера гемодинамических нарушений у всех пациентов регистрировали доплерограмму кровотока из ПКА и ипсилатеральной ПА в покое при спокойном дыхании и при задержке дыхания на вдохе.

По степени выраженности гемодинамических нарушений все деформации ПКА были разделены на две группы: I – без нарушения формы доплеровского спектра в ипсилатеральной ПА, II – с нарушением спектра в ПА.

Результаты измерения скоростных параметров кровотока (V_{ps}) представлены в виде медианы (Me), 25 и 75 перцентилей (P_{25} , P_{75}). Оценку значимости различий между группами, учитывая несимметричный характер распределения сравниваемых параметров, проводили с использованием U-критерия Манна–Уитни для двух несвязанных выборок. Значимыми считали различия при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Деформацию ПКА выявляли в 91% случаев справа, в 5% – слева, в 4% – с обеих сторон. Примеры ультразвукового изображения деформации ПКА представлены на рис. 3.

Параметры кровотока в зоне деформации ПКА в исследованных группах пациентов приведены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что в большинстве наблюдений (89,2%) у пациентов с деформацией ПКА гемодинамических нарушений в ипсилатеральной ПА выявлено не было (группа I). Доля деформаций с гемодинамическими нарушениями в ПА (группа II)

Таблица 2

Характеристика типов доплеровского спектра в ПА на стороне деформации ПКА у пациентов группы II

Пациент	Возраст (лет)	Пол	Сторона деформации ПКА	Тип доплеровского спектра в V2 и V4 сегментах ПА			
				V2 исходно	V2 вдох	V4 исходно	V4 вдох
1	33	М	П	0	0	1	0
2	58	М	П	0	0	1	0
3	55	М	П	1	0	1	0
4	76	М	П	1	0	1	0
5	36	М	П	0	0	2	0
6	53	М	П	0	0	2	0
7	61	Ж	П	0	0	2	0
8	55	М	П	1	0	2	0
9	66	М	П	1	0	2	0
10	65	М	П	1	0	2	0
11	52	Ж	П	1	0	2	0
12	64	Ж	Л	1	0	2	0
13	41	М	П	0	0	3	1
14	55	Ж	Л	4	0	4	2

Примечание. П – правая сторона; Л – левая сторона; 0 – нормальный доплеровский спектр в ПА (отсутствие нарушений); 1–4 – патологические типы доплеровского спектра в ПА.

составила 10,8%. Выявлено различие между группами по пиковой систолической скорости кровотока в зоне деформации: в группе II скорость кровотока в зоне деформации ПКА при спокойном дыхании оказалась существенно выше.

Характерной особенностью деформации ПКА являлась изменчивость ее формы и скоростных параметров кровотока при дыхании: во время вдоха наблюдалось уменьшение остроты угла деформации ПКА, вплоть до полного выпрямления (рис. 4) и снижение пиковой систолической скорости кровотока в зоне максимальной ангуляции (рис. 5). Как показано в табл. 1, V_{ps} в ангуляции ПКА на вдохе снижалась в обеих группах практически до одинаковых величин, но степень снижения V_{ps} была существенно больше в группе II. Следует также отметить, что в группе I в 18% случаев снижение V_{ps} на вдохе отсутствовало, а в 1,5% (два случая) регистрировалось незначительное увеличение V_{ps} , чего не наблюдалось в группе II.

Изменения доплерограммы в ипсилатеральной ПА в группе II деформации ПКА имели сходство с таковыми при синдроме позвоночно-подключичного обкрадывания (рис. 2), (рис. 6, а). Их характеристика представлена в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что изменение спектра в ПА на экстракраниальном уровне наблюдалось у 8 пациентов (57%) и в основном соответствовало 1 типу доплеровской кривой. Только в одном из наблюдений выявлен двунаправленный спектр (4 тип) в ПА.

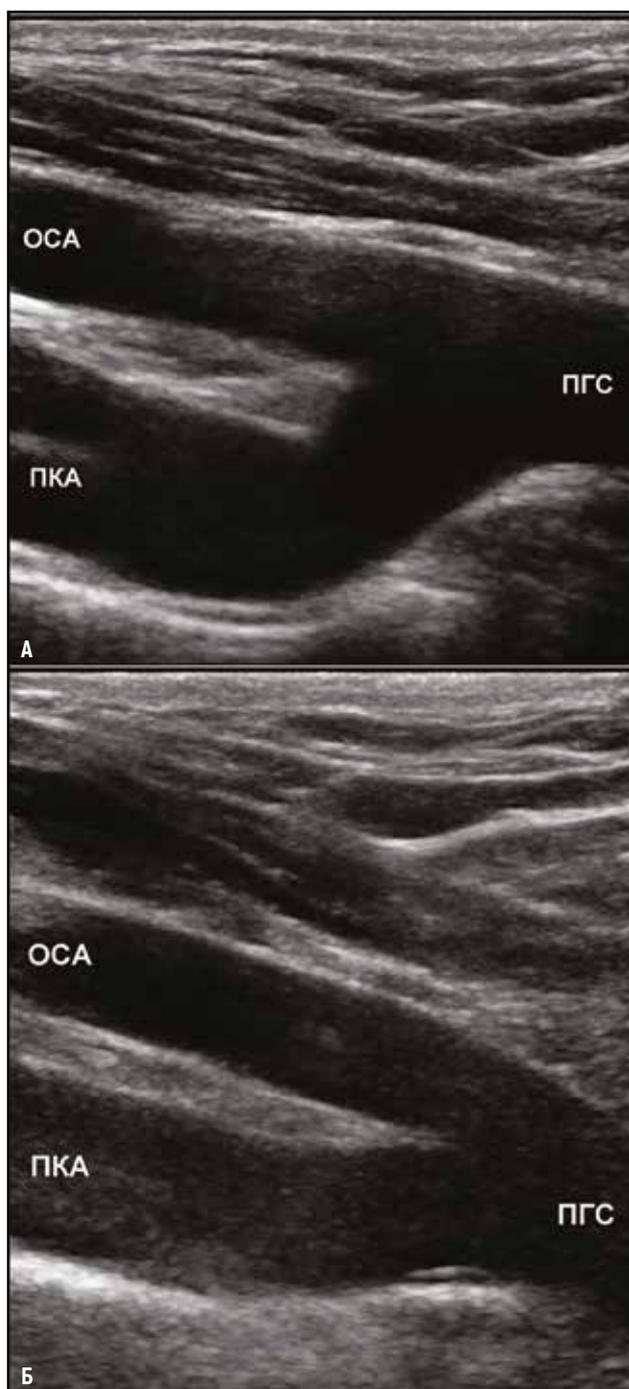


Рис. 4. Изменение формы правой ПКА при вдохе (пациентка И., 52 г.): а - исходное состояние (видна С-образная деформация проксимального сегмента ПКА); б - глубокий вдох (деформации ПКА не наблюдается); ПКА - подключичная артерия; ОСА - общая сонная артерия; ПГС - плечеголовной ствол

Нарушение формы доплеровского спектра в интракраниальном сегменте ПА регистрировали в 100% случаев: 1 тип спектра выявлен в 28,6%, 2 - в 57,1%, на долю 3 и 4 типов приходилось по 7,1% случаев (по одному наблюдению). У 11 пациентов (78,6%) доплерографическая картина на интракраниальном уровне была хуже, чем на экстракраниальном.

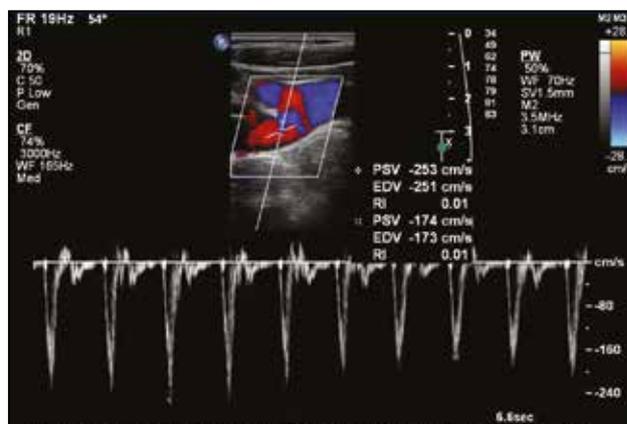


Рис. 5. Фазное изменение скорости кровотока в правой ПКА при спокойном дыхании: снижение скорости на вдохе (174 см/с) и увеличение на выдохе (253 см/с)

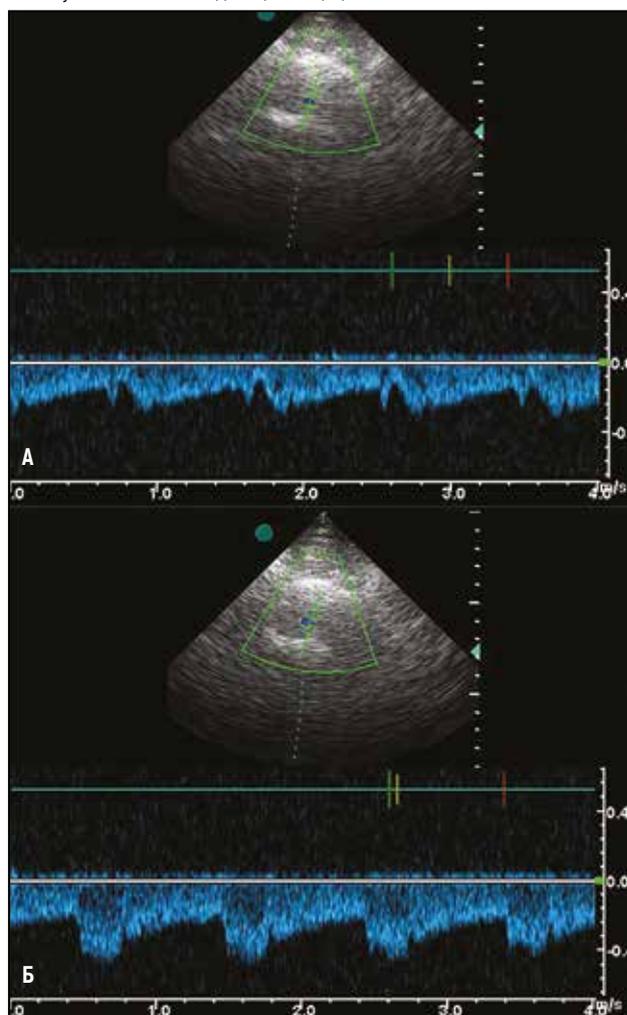


Рис. 6. Допплеровский спектр кровотока из V4 сегмента правой ПА (пациентка С., 61 г.): а - исходно (2 тип спектра); б - при глубоком вдохе (нормализация спектра)

При глубоком вдохе во всех наблюдениях, наряду с улучшением параметров локальной гемодинамики в зоне деформации ПКА, отмечалось улучшение

спектра в ПА в виде его нормализации либо уменьшения глубины систолической инцизуры (табл. 2), (рис. 6, б).

ОБСУЖДЕНИЕ

Большинство исследованных пациентов составили женщины (76%), что согласуется с данными литературы о преобладающей распространенности деформаций брахиоцефальных артерий, в частности внутренних сонных, среди женщин [1, 5]. Деформации ПКА значительно чаще выявлялись справа, что, по-видимому, обусловлено различным строением ПКА справа и слева: справа ПКА отходит от брахиоцефального ствола, слева – от дуги аорты. В результате этого I сегмент правой ПКА находится в менее благоприятных анатомических условиях, располагаясь в ограниченном пространстве между брахиоцефальным стволом и межлестничным промежутком.

Деформация ПКА часто является случайной находкой при ультразвуковом исследовании, не вызывающей гемодинамических нарушений и клинических проявлений. Однако у части пациентов деформация ПКА может вызывать доплерографические нарушения по типу синдрома позвоночно-подключичного обкрадывания при отсутствии атеросклеротического поражения ПКА, с большей выраженностью нарушения кровотока (у 78,6% пациентов) в интракраниальном сегменте ПА.

Ранее авторами сообщалось [6], что выявление деформации ПКА у пациентов с симптомным steal-синдромом существенно влияет на хирургическую тактику в пользу открытого, а не эндоваскулярного вмешательства. В связи с этим дифференциальная диагностика между деформацией и атеросклеротическим стенозом ПКА представляется важной с точки зрения дальнейшей тактики ведения пациента. С этой целью можно использовать простую функциональную пробу с оценкой показателей гемодинамики в ПКА и ипсилатеральной ПА на вдохе, которая может оказаться особенно полезной в том случае, если визуализация проксимального сегмента ПКА затруднена. Как показали результаты проведенного исследования, характерной чертой изучаемых деформаций ПКА являлась зависимость формы деформации и вызванных ею гемодинамических нарушений от фаз дыхания. Данная особенность позволяет предполагать преходящий характер артериальной обструкции и считать деформацию ПКА позиционной. Позиционные изменения могут отмечаться и при деформации других брахиоцефальных артерий. Так, Захматова и соавт. [8] выявили ортостатическую трансформацию (частичное или полное выпрямление в вертикальном положении) деформаций ВСА в 31,6% и деформаций проксимального

сегмента ПА – в 28,8% наблюдений. Имеются сообщения об изменении локальной гемодинамики в зоне деформации ВСА при функциональных поворотах головы [9].

Представляется следующий механизм позиционных изменений деформации ПКА: при вдохе происходит сокращение диафрагмы и смещение ее центральной части вниз. Поскольку сухожильный центр диафрагмы плотно сращен с фиброзным слоем перикарда, сердце и отходящие от него магистральные сосуды также смещаются вниз. За счет движения дуги аорты вниз происходит расправление деформированного сегмента ПКА, что приводит к снижению V_{ps} в зоне деформации. При этом установлено, что степень снижения V_{ps} в зоне деформации на вдохе существенно выше в группе II, что позволяет рассматривать степень снижения V_{ps} в ПКА на вдохе в сочетании с нормализацией доплеровского спектра в ипсилатеральной ПА как критерий гемодинамической значимости деформации ПКА.

ВЫВОДЫ

1. Деформации ПКА более чем в 90% случаев наблюдаются справа; на долю изолированных деформаций ПКА слева приходится около 5%; двухсторонние деформации ПКА отмечаются в 4% случаев.
2. Нарушение кровотока в ПА на стороне деформации ПКА имеет место в 11% случаев и характеризуется изменением доплеровского спектра кровотока в ипсилатеральной ПА по типу латентного или (реже) переходного steal-синдрома с большей выраженностью на интракраниальном уровне.
3. Для деформации ПКА характерно уменьшение ангуляции, вплоть до полного выпрямления, на вдохе, что отражает ее позиционный характер.
4. Выраженность гемодинамических нарушений в зоне деформации ПКА и в ипсилатеральной ПА зависит от фаз дыхания: на вдохе отмечается снижение пиковой систолической скорости кровотока в зоне деформации ПКА в сочетании с улучшением доплеровского спектра в ипсилатеральной ПА, что можно использовать для оценки гемодинамической значимости деформации ПКА.

Конфликт интересов отсутствует.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Куликов В.П., Хорев Н.Г., Герасименко И.Н. и др. Цветное дуплексное сканирование сосудов в диагностике патологической извитости сонных артерий. Эхография. 2000; 1: 2: 147–154.
2. Куликов В.П. Основы ультразвукового исследования сосудов. М.: Издательский дом «Видар-М». 2015; 392.
3. Казанчан П.О., Валиков Е.А. Патологические де-

- формации внутренних сонных и позвоночных артерий. М.: МЭИ. 2005; 136.
4. *Покровский А.В., Белоярцев Д.Ф., Тимина И.Е., Адырхаев З.А.* Клинические проявления и диагностика патологической деформации внутренней сонной артерии. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2011; 17: 3: 7–18.
 5. *Тимина И.Е., Бурцева Е.А., Лосик И.А.* Современный подход к комплексному ультразвуковому исследованию больных с патологической деформацией внутренней сонной артерии. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2011; 17: 3: 49–57.
 6. *Кирсанов Р.И., Куликов В.П., Хорев Н.Г.* Деформация подключичной артерии как причина формирования синдрома позвоночно-подключичного обкрадывания. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2015; 21: 2: 44–47.
 7. *Kliwer M.A., Hertzberg B.S., Kim D.H., et al.* Vertebral artery Doppler waveform changes indicating subclavian steal physiology. *AJR.* 2000; 174: 815–819.
 8. *Захматова Т.В., Щедренко В.В., Мозучая О.В.* Ортостатическая трансформация извитостей магистральных артерий шеи. *Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И.Мечникова.* 2015; 7: 2: 45–51.
 9. *Ktenidis K., Heye. K., Peiper Ch., et al.* Kinks and coils of the internal carotid artery – new aspects. *Cardiovasc. Surg.* 1997; 5: 2: 14.
-

SUMMARY

POSITIONAL DEFORMITY OF THE SUBCLAVIAN ARTERY AS A POSSIBLE CAUSE OF SUBCLAVIAN STEAL SYNDROME

Kirsanov R.I.^{1,2}, Kulikov V.P.¹, Belitsky S.N.³, Zhestovskaya S.I.⁴

¹ *Department of Functional Diagnosis, Regional Clinical Hospital,*

² *Chair of Pathological Physiology, Altai State Medical University under the RF Ministry of Public Health,*

³ *Department of Radiological and Functional Diagnosis, Altai Regional Hospital for War Veterans, Barnaul,*

⁴ *Chair of Radiodiagnosis, Institute of Postgraduate Education, Krasnoyarsk State Medical University named after Professor V.F. Voyno-Yasenetsky under the RF Ministry of Public Health, Krasnoyarsk, Russia*

Using the method of duplex scanning, we examined a total of 123 patients presenting with a deformity of the subclavian artery (SCA). We assessed the Doppler spectrum of blood flow in the zone of the SCA deformity, as well as in V2 and V4 segments of the ipsilateral vertebral artery (VA) at rest and in breath holding on inspiration. Deformity of the SCA was observed on the right in 91% of cases, on the left in 5%, and on both sides in 4%. Haemodynamic disorders in the ipsilateral VA as a change of the shape of the Doppler spectrum according to the type of steal syndrome were noted in 10.8% of cases, with a more pronounced impairment of blood flow at the intracranial level – in 78.6% of cases. It was determined that a deformity of the SCA was characterised by a decrease in angulation (up to complete straightening) and a reduction of the peak systolic velocity on deep inspiration, thus reflecting its positional nature. Patients with initial impairment of the Doppler spectrum in the VA demonstrated normalization of the spectrum on an intake of breath. Hence, the index of the peak systolic velocity of blood flow in the zone of the SCA deformity in combination with assessment of the Doppler spectrum in the ipsilateral VA on inhalation may be used for determining the haemodynamic significance of a deformity of the SCA.

Key words: *deformity, subclavian artery, vertebral artery, duplex scanning, Doppler spectrum, steal syndrome.*

Адрес для корреспонденции:

Кирсанов Р.И.
Тел.: +7 (913) 245–68–93
E-mail: krialat@inbox.ru

Correspondence to:

Kirsanov R.I.
Tel.: +7 (913) 245–68–93
E-mail: krialat@inbox.ru