

© Коллектив авторов, 2015
УДК: 611.711.2

*Е.В. Чаплыгина¹, О.А. Каплунова¹, В.И. Домбровский², О.П. Суханова², И.М. Блинов³,
А.Ю. Фишман⁴, С.С. Муканян¹*

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АНОМАЛИИ КИММЕРЛЕ

¹ Кафедра нормальной анатомии (зав. — проф. Е.В. Чаплыгина), ² кафедра лучевой диагностики факультета повышения квалификации и постдипломной профессиональной специализации (зав. — проф. В.И. Домбровский), ³ отделение магнитно-резонансной и рентгеновской компьютерной томографии (зав. — проф. В.И. Домбровский), Ростовский государственный медицинский университет; ⁴ сеть клиник Ниармедик (главврач — Д.Ю. Герасимов), Национальный медицинский сервис, Москва

Изучены 105 изолированных костных препаратов атлантов, 100 рентгенограмм шейного отдела позвоночника и 650 спиральных компьютерных томограмм (СКТ), проанализировано 224 протокола дуплексного ультразвукового сканирования экстракраниальных отделов брахиоцефальных артерий и транскраниального дуплексного сканирования. Аномалия Киммерле выявлена в 18% случаев на костном материале, в 17% — по данным СКТ и в 15% — при рентгенологическом исследовании. Аномалия чаще бывает односторонней, реже — двусторонней, может располагаться медиально или латерально, канал позвоночной артерии при этом может быть чаще замкнутым, реже — разомкнутым. Среди пациентов с аномалией Киммерле гемодинамически значимая асимметрия скорости кровотока в позвоночных артериях выявлялась в 78,5% случаев. Наиболее значимым методом визуализации аномалии Киммерле является СКТ с контрастированием артерий. При этом каждый из используемых в работе методов исследования последовательно позволяет получить информацию как об анатомической вариабельности аномалии развития атланта (морфологическая характеристика), так и о возможных функциональных нарушениях, морфологической основой чего является аномалия Киммерле.

Ключевые слова: I шейный позвонок, аномалия Киммерле, дуплексное сканирование, рентгенография, спиральная компьютерная томография

Аномалия Киммерле — наиболее часто встречающаяся аномалия развития краниовертебральной зоны, а именно, атланта [1, 15]. Она известна морфологам более двух столетий, но ранее выявлялась лишь после смерти. В 1923 г. Н.Науек [9] описал костную перемычку над бороздой позвоночной артерии атланта. В 1930 г. венгерский врач А.Киммерле [10] обнаружил связь между этой аномалией и нарушением мозгового кровотока. Предполагают, что костный мостик атланта является обызвествленной атлантозатылочной мембраной [11] или развивается из проатланта [9, 12].

Аномалия Киммерле встречается у 12–16% людей [8, 13] и часто сочетается с другими аномалиями краниовертебральной области (базилярной импрессией, ассимиляцией атланта). Эта аномалия длительное время может не проявлять себя и быть случайной находкой при обследовании. С другой стороны — аномалия Киммерле может быть причиной дисциркуляторных нарушений в

бассейне позвоночных артерий, так как артерия, фиксированная в костном кольце, подвержена сдавливанию окружающими тканями в области большого затылочного отверстия при ретрофлексии головы [2, 5, 7, 11]. У людей с аномалией Киммерле обнаружена связь между нарушением мозгового кровообращения и провоцирующим фактором — резким движением в шейном отделе позвоночника [4]. В структуре стационарной неврологической патологии распространенность этой аномалии составляет 0,9% [4, 14]. Аномалия Киммерле — частая находка (42%) у людей, страдающих мигренями [13].

По мере развития новых диагностических технологий и совершенствования методов нейровизуализации интерес клиницистов к аномалии Киммерле усилился [3, 4, 6, 13].

Цель данной работы — изучить анатомическую вариабельность аномалии Киммерле, а также оценить возможности современных методов медицинской визуализации (дуплексного ульт-

Сведения об авторах:

Чаплыгина Елена Викторовна (e-mail: ev.chaplygina@yandex.ru), *Каплунова Ольга Антониновна* (e-mail: kaplunova@bk.ru),

Муканян Севак Суренович (e-mail: macroflex88@mail.ru), кафедра нормальной анатомии;

Домбровский Виктор Иосифович (e-mail: mri@aaanet.ru), *Суханова Ольга Петровна*, кафедра лучевой диагностики, факультет повышения квалификации и постдипломной профессиональной специализации; *Блинов Игорь Михайлович*, отделение магнитно-резонансной и рентгеновской компьютерной томографии, Ростовский государственный медицинский университет, 344022, г. Ростов-на-Дону, пер. Нахичеванский, 29;

Фишман Александра Юрьевна (e-mail: sasha_fishman@mail.ru), сеть клиник Ниармедик, Национальный медицинский сервис, 123423, Москва, пр. Маршала Жукова, 38, корп. 1

тразвукового сканирования, рентгенографии и спиральной компьютерной томографии — СКТ) в её выявлении.

Материал и методы. Изучены 105 изолированных костных препаратов атлантов (из коллекции кафедры нормальной анатомии), 100 рентгенограмм шейного отдела позвоночника и 650 спиральных компьютерных томограмм (СКТ) из архива кафедры лучевой диагностики ФПК и ППС Ростовского государственного медицинского университета.

Обследовано 369 женщин и 281 мужчина в возрасте 14–70 лет. Причины обращения в клинику: головные боли, последствия острых нарушений мозгового кровообращения, ликвородинамические нарушения и предоперационные исследования. Получено разрешение локального независимого этического комитета при Ростовском государственном медицинском университете.

Рентгеновскую компьютерную ангиографию проводили на мультисрезовом спиральном рентгеновском компьютерном томографе «Brilliance 64 Slice» (Phillips Medical Systems, Нидерланды).

В ходе работы проанализировано 224 протокола дуплексного ультразвукового сканирования экстракраниальных отделов брахиоцефальных артерий и транскраниального дуплексного сканирования (из электронного архива сети клиник Ниармедик, Москва). Всем обследуемым была также выполнена рентгенография шейного отдела позвоночника в двух проекциях.

Обследовано 130 женщин и 94 мужчины в возрасте от 12 до 78 лет. Пациенты обращались в рамках диспансеризации по направлению от невролога (с жалобами на головокружение, головные боли, онемение конечностей, боли в спине и шее), по направлению от кардиолога (скрининг на предмет наличия атеросклеротического поражения сонных и позвоночных артерий) и по поводу предоперационного обследования.

Ультразвуковые исследования экстра- и интракраниальных артерий выполнены на аппаратах Esaote MyLab 70 (Италия) с использованием линейного датчика LA 523 и секторного датчика PA240 и Philips HD11XE (США) с использованием линейного датчика L12–5 и секторного датчика S3–1.

Оценку статистической значимости данных проводили с использованием программы Statistica 4.

Результаты исследования. При исследовании костного материала выявлено 19 атлантов с аномалией Киммерле (18% случаев). Аномальное костное кольцо, или мостик над бороздой позвоночной артерии (ponticulus posticus), образуется между верхним суставным отростком и задней дугой атланта (рис. 1, а), или между верхним суставным и поперечным отростками (б), двусторонняя аномалия (в), костный канал для позвоночной артерии, частично замкнутый с одной стороны и полностью замкнутый — с другой (г).

Такой костный канал для позвоночной артерии может быть полностью (см. рис. 1, а, в) или частично (см. рис. 1, г) замкнутым, одно- (см. рис. 1, б) или двусторонним (см. рис. 1, в). Аномалия Киммерле в одном случае была выявлена в сочетании с ассимиляцией атланта (рис. 2).

Из 224 изученных протоколов дуплексного сканирования у 28 обследуемых (12,5%) выявлена аномалия Киммерле (по данным рентгенографии шейного отдела позвоночника). Для дальнейшего анализа была выделена группа людей с аномалией Киммерле, 196 человек вошли в группу сравнения.

Среди обследованных с аномалией Киммерле гемодинамически значимая асимметрия скорости кровотока в позвоночных артериях (коэффициент асимметрии пиковой систолической скорости кровотока более 30%) выявлялась у 78,5% больных. В группе сравнения этот показатель составил 41,8%.

При изучении спектральных характеристик кровотока установлено, что средний индекс резистентности в контрольной группе был значительно ниже, а пиковая скорость кровотока выше, чем у обследованных людей с патологией краниовертебрального перехода (таблица).

Также необходимо отметить, что для пациентов с аномалией Киммерле был характерен пикообразный, расщепленный спектр кровотока в позвоночной артерии на стороне поражения.

Для оценки наличия экстравазальной компрессии (ЭВК) позвоночных артерий выполняли поворотные тесты. Поскольку нас интересовала ЭВК на уровне краниовертебрального перехода, ротационные пробы были выполнены во время транскраниального дуплексного сканирования. Показатели кровотока измеряли при нейтральном положении головы, а затем при повороте головы вправо и влево. Пробу считали положительной при снижении пиковой систолической скорости кровотока на 30% и более. Среди пациентов с аномалией Киммерле положительная проба на ЭВК выявлялась у 78,5% (22 человек), а в группе сравнения — лишь у 47,9%.

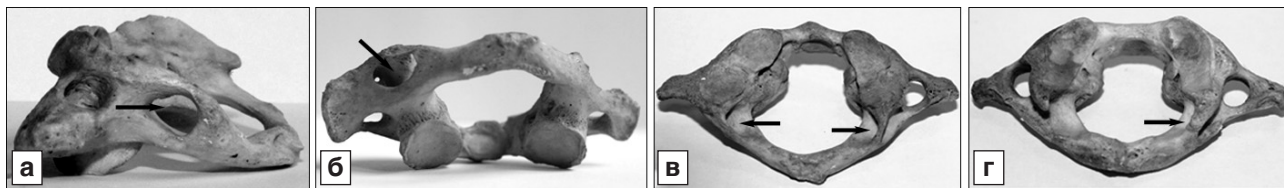


Рис. 1. Аномалия Киммерле (стрелки).

Аномальное костное кольцо между верхним суставным отростком и задней дугой атланта (а), между верхним суставным и поперечным отростками (б), двусторонняя аномалия (в), костный канал для позвоночной артерии, частично замкнутый с одной стороны и полностью замкнутый — с другой (г)

Таким образом, дуплексное сканирование экстракраниальных отделов брахиоцефальных артерий и интракраниальных артерий позволяет получить информацию о функциональном состоянии кровотока в вертебробазилярном бассейне у пациентов с аномалией Киммерле.

Кроме того, ультразвуковые методики позволяют предположить у обследуемого наличие аномалии краниовертебрального перехода — например, при невозможности лоцировать 4-й сегмент позвоночной артерии на фоне четкой визуализации 3-го сегмента.

Вместе с тем, главную роль в диагностике аномалии Киммерле по-прежнему играют рентгенологические методики.

Среди изученных рентгенограмм в 15% случаев выявлена аномалия Киммерле. Анализ рентгенограмм показал наличие аномалии с одной (рис. 3, а) или с двух сторон (см. рис. 3, б), а также замкнутого или незамкнутого костного канала для позвоночной артерии.

При выполнении СКТ (650 исследований за 5 лет) у 127 обследованных была выявлена аномалия Киммерле (16% случаев). СКТ выявила (рис. 4) наличие аномалии с одной или с двух сторон, при этом костный канал для позвоночной артерии был частично или полностью замкнутым (рис. 5). По данным СКТ, аномалия Киммерле сочеталась с другими пороками развития черепа, головного мозга или мозговых сосудов: аномалиями Арнольда—Киари, Денди—Уокера, субарахноидальными кистами, агенезией мозолистого тела и др. У 9% обследуемых в структурах головного мозга изменения не были обнаружены. С другой стороны — в 20% случаев (у 7 человек) аномалия была обнаружена как случайная находка без каких-либо жалоб на нарушения ЦНС.

Обсуждение полученных данных. При исследовании выявлена довольно значительная распространенность аномалии Киммерле, особенно в структуре стационарной неврологической патологии, что соответствует данным литературы [4, 7]. Аномалия выявляется в 18% случаев на

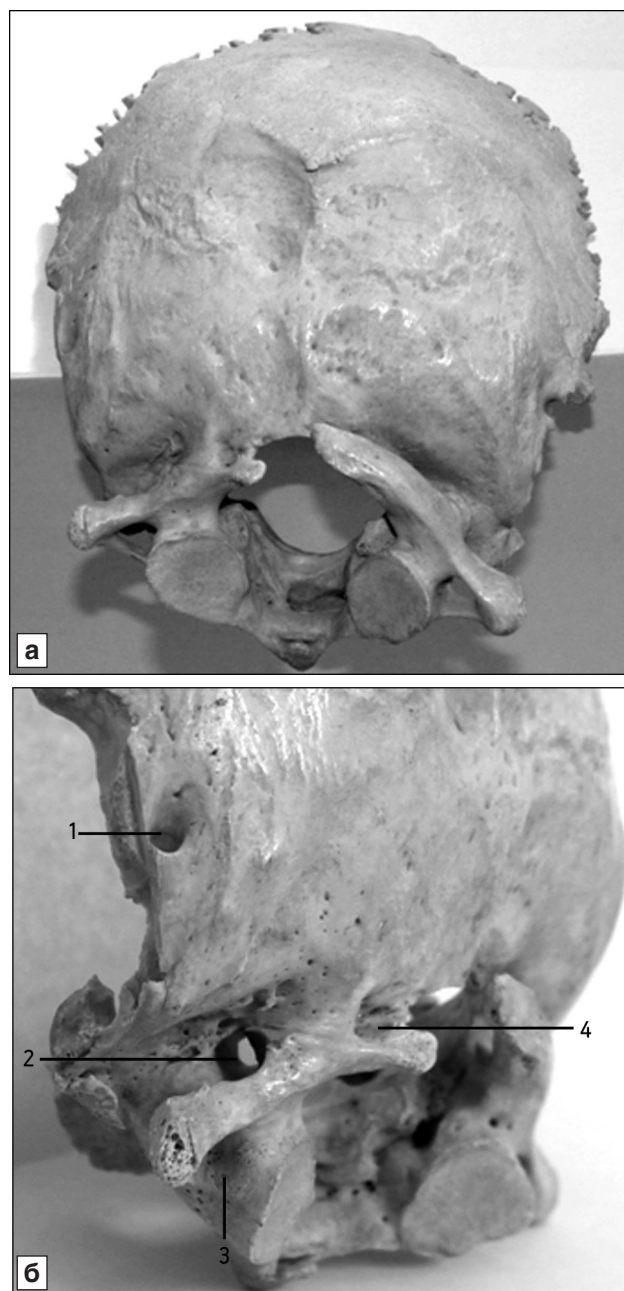


Рис. 2. Ассимиляция атланта, аномалия Киммерле.

Вид сзади (а) и слева (б). 1 — отверстие выпускника; 2 — входное отверстие канала для позвоночной артерии; 3 — поперечное отверстие атланта; 4 — выходное отверстие канала для позвоночной артерии

Показатели кровотока в сегментах позвоночной артерии у пациентов с аномалией Киммерле и в группе сравнения

Сегмент позвоночной артерии	V_{ps} , см/с		RI, усл.ед.	
	Группа пациентов с аномалией Киммерле	Контрольная группа	Группа пациентов с аномалией Киммерле	Контрольная группа
V_1	38,0* (26,3; 54,9)	57 (35,4; 78,5)	0,8* (0,68; 0,86)	0,72(0,61; 0,80)
V_2	27,2* (17,4; 41,3)	44 (29,5; 59,6)	0,75* (0,63; 0,82)	0,67(0,56; 0,77)
V_3	18,6* (9,0; 31,2)	35,4 (23,6; 47,3)	0,62* (0,59; 0,72)	0,54(0,46; 0,63)
V_4	23,0* (12,3; 44,6)	64,6 (43,3; 87,0)	0,6* (0,58; 0,7)	0,53 (0,45; 0,61)

Примечание. Количественные данные представлены в виде медианы, 5-го и 95-го перцентилей. V_{ps} — пиковая систолическая скорость; RI — индекс резистентности. * $P > 0,05$, различия значимы по сравнению с контролем, в скобках — min—max

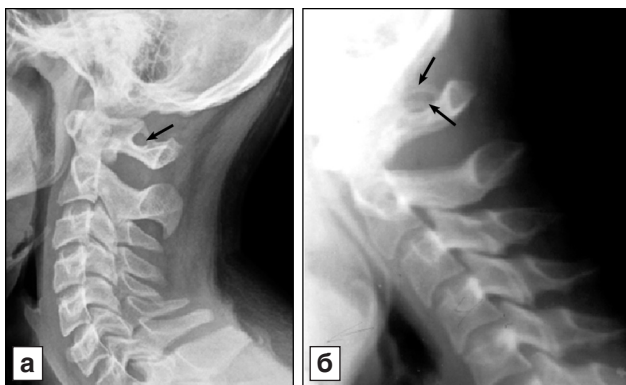


Рис. 3. Односторонняя (а) и двусторонняя (б) аномалия Киммерле (стрелки).

Рентгенограмма шейных позвонков. Боковая проекция

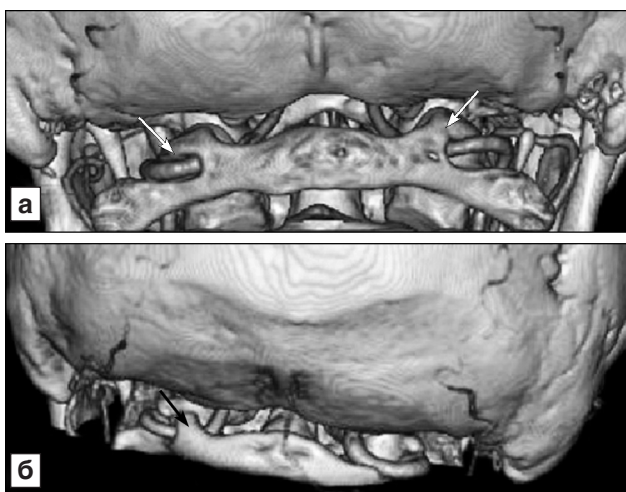


Рис. 4. Аномалия Киммерле двусторонняя (а) и односторонняя слева (б) (стрелки).

Спиральная компьютерная томограмма черепа и шейного отдела позвоночного столба с контрастированием, вид сзади (SSD-изображение оттененных поверхностей)

костном (трупном) материале, в 17% случаев — по данным СКТ и в 15% случаев — при рентгенологическом исследовании.

Аномалия Киммерле может располагаться медиально или латерально, канал позвоночной артерии при этом может быть чаще замкнутым, реже — разомкнутым. Аномалия чаще бывает односторонней, реже — двусторонней.

По данным доплерографии и СКТ с контрастированием, аномалия Киммерле является одним из факторов риска нарушения мозгового кровообращения, особенно при сочетании с другими аномалиями черепа, головного мозга или мозговых сосудов.

Необычное строение атланта, которое может стать причиной нарушения кровотока в вертебробазилярном бассейне, по нашему мнению, является аномалией развития атланта (аномалия Киммерле).

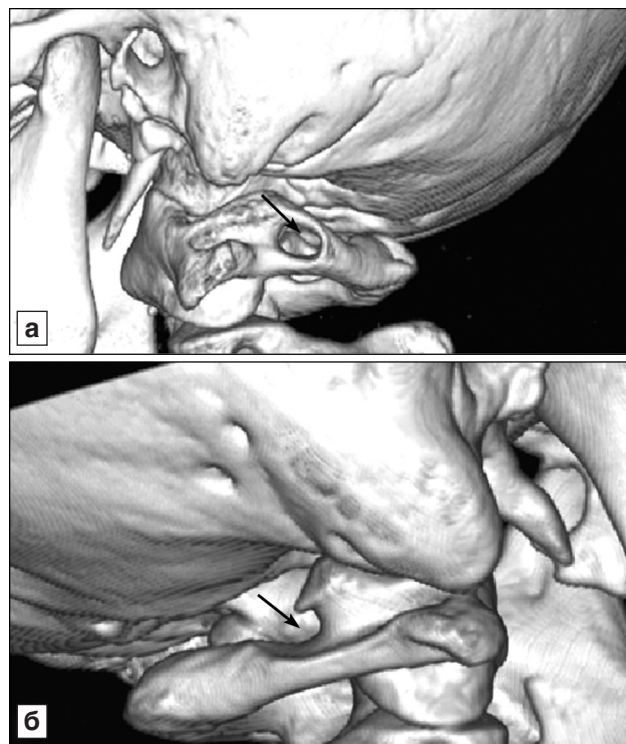


Рис. 5. Аномалия Киммерле.

а — костный канал для позвоночной артерии полностью замкнут (стрелка); б — костный канал частично замкнут (стрелка). Спиральная компьютерная томограмма шейного отдела позвоночного столба: а — вид слева; б — вид справа (SSD-изображение оттененных поверхностей)

По данным Н.Т.Алексеевой и соавт. [1], глубина борозды позвоночной артерии при аномалии Киммерле достигает 6 мм, по сравнению с 3 мм у атланта в норме. По данным R.O'Rahilly и соавт. [12], в конце эмбрионального периода развития в хрящевых шейных позвонках происходит формирование отверстий вокруг позвоночной артерии. Учитывая данные этих исследователей, можно предположить, что при аномалии Киммерле костный мостик атланта образуется не обызвествлением атлантозатылочной мембраны, а в результате частичного или полного формирования костной ткани вокруг позвоночной артерии.

Наиболее достоверным методом прижизненной визуализации аномалии Киммерле является СКТ с контрастированием артерий. При этом каждый из используемых в работе методов исследования последовательно позволяет получить информацию как об анатомической вариабельности аномалии развития атланта (морфологическая характеристика), так и о возможных функциональных нарушениях, морфологической основой которых является аномалия Киммерле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева Н.Т., Карандеева А.М., Кварацхелия А.Г. и др. Виды оксификации задней атлантозатылочной мембраны

- (аномалия Киммерле) // Журн. анат. и гистопатол. 2013. Т. 2, № 3. С. 55–57.
2. Богородинский Д. К. Краниовертебральная патология. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008.
 3. Бродская З. Л. Рентгенодиагностика краниовертебральных аномалий // Нейрохирургическое лечение последствий краниовертебральных поражений. Кемерово: Кн. изд-во, 1981. С. 31–59.
 4. Кулагин В. Н., Михайлюкова С. С., Лантух А. В. и др. Аномалия Киммерле: аспекты диагностики и лечения основных клинических симптомов // Тихоокеанск. мед. журн. 2013. № 4. С. 84–87.
 5. Скоромец А. А., Скоромец А. П., Скоромец Т. А., Тиссен Т. П. Спинальная ангионеврология: Руководство для врачей. СПб., М.: МЕДпресс-информ, 2003.
 6. Ультразвуковая диагностика сосудистых заболеваний: Руководство для врачей / под ред. В. П. Куликова. М.: ООО «Фирма СТРОМ», 2011.
 7. Чертков А. К., Климов М. Е., Нестерова М. В. К вопросу о хирургическом лечении больных с вертебробазилярной недостаточностью при аномалии Киммерле // Хирургия позвоночника. 2005. № 1. С. 69–73.
 8. Elliot R., Tanweer O. The prevalence of ponticus (arcus foramen) and its importance in the goel-harms procedure: meta-analysis and review of the literature // World Neurosurgery. 2014. Vol. 82, № 1/2. P. 335–343.
 9. Hayek H., von. Über den Proatlant und über die Entwicklung der Kopfgelenke beim Menschen und bei einigen Säugetieren. Sitzungberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien. 1923. № 130. S. 25–60.
 10. Kimmerle A. Mitteilung Über einen eigenartigen Befund am Atlas // Röntgenpraxis, Budapest. 1930. Bd. 2. P. 479–480.
 11. Koutsouraki E., Avdelidi E., Michmizos D. et al. Kimmerle's anomaly as possible causative factor of chronic tension-type headaches and neurosensory hearing loss: case report and literature review // Int. J. Neurosci. 2010. Vol. 120, № 3. P. 236–239.
 12. O'Rahilly R., Müller F., Meyer D. B. The human vertebral column at the end of the embryonic period proper. The occipitocervical region // J. Anat. 1983. Vol. 136, № 1. P. 181–195.
 13. Sabir H., Kumhare S., Rout P. Evaluation of ponticulus posticus on digital lateral cephalograms and cone beam computed

tomography in patients with migraine and healthy individuals: a comparative study // Oral. Surg. Oral. Med. Oral Pathol. Oral Radiol. 2014. Vol. 118, № 3. P. 348–354.

14. Simsek S., Yigitkanli K., Comert A. et al. Posterior osseous bridging of C1 // J. Clin. Neurosci. 2008. Vol. 15. P. 686–688.
15. Split W., Sawrasewicz-Rybak M. Clinical symptoms and signs in Kimmerle anomaly // Wiad. Lek. 2002. Vol. 55. P. 416–422.

Поступила в редакцию 28.12.2014

MORPHO-FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF KIMMERLE ANOMALY

Ye. V. Chaplygina¹, O. A. Kaplunova¹, V. I. Dombrovskiy², O. P. Sukhanova², I. M. Blinov³, A. Yu. Fishman⁴, S. S. Mukanyan¹

The study material included 105 isolated bone preparations of the atlas, 100 radiographs of the cervical region of the spine, 650 spiral computed tomography (SCT) scans and 224 protocols of duplex ultrasound scanning of extracranial portions of brachiocephalic arteries and transcranial duplex scanning. Kimmerle anomaly was detected in 18% of cases in the bone material, in 17% of the cases of SCT and in 15% of cases during radiological examination. The anomaly more often is unilateral, rarely — bilateral; it may be located medially or laterally, while the vertebral artery canal more frequently is closed, less commonly — open. Among the patients with Kimmerle anomaly, hemodynamically significant asymmetry of blood flow velocity in the vertebral arteries was detected in 78.5% of cases. Thus, the most important method of Kimmerle anomaly detection is SCT with contrast-enhanced artery imaging. However, each of the research methods successively. Each of research methods used consistently allows to obtain information both on anatomical variability of atlas developmental abnormalities (morphological characteristics) and on possible functional disorders, morphological basis of which is Kimmerle anomaly.

Key words: *first cervical vertebra, Kimmerle anomaly, duplex scanning, spiral computed tomography*

¹ Department of Normal Anatomy, ² Department of Radiodiagnostics, Faculty of Advanced Training and Postgraduate Professional Specialization, ³ Department of Magnetic Resonance and X-ray Computed Tomography, Rostov State Medical University; ⁴ Niarmedik Clinical System, National Medical Service, Moscow