

К.И. Гончарик, А.А. Журко
**МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МАГИСТРАЛЬНЫХ АРТЕРИЙ
КАРОТИДНОГО БАСЕЙНА ПО ДАННЫМ КОМПЬЮТЕРНОЙ
ТОМОГРАФИИ-АНГИОГРАФИИ**

Научный руководитель: канд. мед. наук, доц. В.В. Заточная
Кафедра морфологии человека
Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

K.I. Hancharyk, A.A. Zhurko
**MORPHOMETRIC ANALYSIS OF THE MAIN ARTERIES OF THE CAROTID
BASIN ACCORDING TO COMPUTED TOMOGRAPHY-ANGIOGRAPHY**

Tutor: associate professor V.V. Zatochnaya
Department of Human Morphology
Belarusian State Medical University, Minsk

Резюме. По результатам исследования 98 сканов головы и шеи, полученных методом компьютерной томографической ангиографии, в большинстве случаев встречался классический вариант начала общих сонных артерий: справа – плечеголовной ствол, слева – дуга аорты. Чаще всего бифуркация общей сонной артерии локализована на уровне третьего-пятого шейных позвонков. Статистически значимых различий между диаметрами общей, наружной и внутренней сонных артерий справа и слева в области бифуркации у мужчин и женщин нет. Внутренний угол бифуркации общей сонной артерии характеризуется значительной индивидуальной вариабельностью. Для мужчин характерны более высокий уровень бифуркации общей сонной артерии и большие значения внутреннего угла между наружной и внутренней сонными артериями. С возрастом у мужчин и женщин наблюдается увеличение диаметра просвета общей сонной артерии в области бифуркации.

Ключевые слова: сонные артерии, каротидный бассейн, бифуркация, ангиография, морфометрический анализ.

Resume. According to the results of the study of 98 scans of the head and neck obtained by computed tomographic angiography, in most cases there is a classic variant of the beginning of the common carotid arteries: on the right – the brachiocephalic trunk, on the left – the aortic arch. Most often, the bifurcation of the common carotid artery is localized at the level of the third to fifth cervical vertebra. There are no statistically significant differences between the diameters of the common, external and internal carotid arteries on the right and left in the bifurcation area in men and women. The internal angle of bifurcation of the common carotid artery is characterized by significant individual variability. Men are characterized by a higher level of bifurcation of the common carotid artery and the angle between the external and internal carotid arteries. With age, men and women have an increase in the diameter of the lumen of the common carotid artery in the bifurcation area.

Keywords: carotid arteries, carotid basin, bifurcation, angiography, morphometric analysis.

Актуальность. Основным источником васкуляризации в области головы и шеи является система сонных артерий (каротидный бассейн). Начало сосудов асимметрично – левая общая сонная артерия берет свое начало непосредственно от дуги аорты, правая общая сонная артерия – одна из конечных ветвей брахиоцефального ствола. Терминальные ветви общих сонных артерий представлены наружными и внутренними сонными артериями. Определения морфологии каротидных артерий необходимо при проведении эндартерэктомии и ряда

эндоваскулярных хирургических вмешательств. Будучи детерминантой местной гемодинамики, данные ангиографии можно использовать в качестве прогностического фактора для оценки риска развития атеросклероза, цереброваскулярных нарушений и, соответственно, инфаркта головного мозга, являющегося одной из наиболее частой причин смерти [1, 2].

Цель: проведение комплексного систематического анализа морфометрических характеристик магистральных артерий каротидного бассейна. Направленного на выявление корреляционных взаимосвязей и статистически значимых различий внутригрупповых и межгрупповых параметров.

Задачи:

1. Определение ключевых параметров и методов их измерения.
2. Проведение морфометрического анализа КТ-ангиографий в соответствии с используемой в исследовании методикой.
3. Обоснование выводов исследования на основании статистического анализа полученных данных.

Материалы и методы. В качестве материалов для исследования были использованы результаты 3D-реконструкций, полученных методом компьютерной томографической ангиографии с контрастированием (в качестве контрастного вещества был использован Омнипак® 350мг/мл 100мл) 98 пациентов, направленных в рес-публиканский научно-практический центр “Кардиология” с целью соответствующей диагностики за период 2022-2024г.г. В соответствии с протокол исследования все измерения выполнялись вручную с помощью графических измерительных инструментов программного обеспечения. Были изучены следующие параметры системы сонных артерий: варианты отхождения ОСА от дуги аорты, диаметр устья ОСА в точке отхождения, уровни бифуркации ОСА, величина угла бифуркации ОСА, диаметры общей, внутренней и наружной сонных артерий (dCCA, dICA, dECA соответственно) в области бифуркации, площадь притока и оттока в области бифуркации. Измерение диаметров сосудов проводилось в соответствующей области (непосредственно в момент отхождения от дуги аорты или плечевого ствола, до или после бифуркации), предварительно выстроив ось вращения параллельно ходу сосуда, таким образом, чтобы на одном из срезов была визуализирована окружность сосуда (рисунок 1).

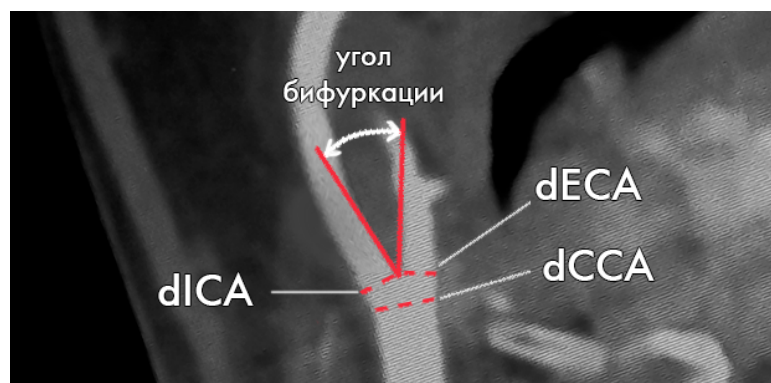


Рис. 1 – Методика измерений в области бифуркации общей сонной артерии

Статистическая обработка результатов исследования была проведена с использованием программного обеспечения Microsoft office Excel 2013 и Past4.16.

Результаты и их обсуждение. В ходе исследования были изучены 98 цифровых изображений и 3D-реконструкций 98 КТ-ангиографий. Из анализа были исключены пациенты с выраженными атеросклеротическими бляшками и кальцинозом стенки артерий в исследуемой области, со-проводяющиеся стенозом просвета сосуда более 30%. Возраст пациентов варьировался от 31 до 85 ($65,85 \pm 10,29$ лет), распределение по полу: 70,41% – мужчины, 29,59% – женщины.

В литературе задокументировано множество анатомических вариаций разветвления дуги аорты, и, соответственно, конфигураций отхождения общих сонных артерий. Они берут свое начало в изменениях в эмбриологическом развитии дуги и имеют большое значение для хирургических и радиологических вмешательств. В случае нормальной анатомии, выявляемой у большинства в популяции, дуга аорты дает начало трем основным ветвям (слева направо) – плечеголовной ствол, левая общая сонная артерия и левая подключичная артерия [3]. Кроме того, плечеголовной ствол дает начало правой общей сонной артерии и подключичной артериям. В представленной выборке, кроме описанного выше варианта паттерна ветвления, были выявлены случаи отхождения правой общей сонной артерии непосредственно от дорсального края дуги аорты (2,04%), а также левой общей сонной артерии от плечеголовного ствола (19,39%). В области ответвления, правая общая сонная артерия имеет диаметр $0,80 \pm 0,18$ см, левая – $0,96 \pm 0,23$ см.

Точка бифуркации является важным хирургическим параметром, так как доступ к ней может быть сопряжен с повреждением близлежащих анатомических структур (преимущественно нервных стволов). В большинстве случаев отхождение внутренней и наружной сонной артерий отмечается на уровне от C3 до C4/C5, однако нельзя исключать и другие, более редкие варианты, локализуемые от C2 до C7. В представленной выборке уровень бифуркации располагался на уровне от C2 до границы между позвонками C6/C7, таким образом было установлено 10 точек, используемых в качестве ориентиров: C2, C2/C3, C3, C3/C4, C4, C4/C5, C5, C5/C6, C6, C6/C7. В соответствии с этим, распределение у женщин составило 0%, 0%, 20%, 35%, 10%, 20%, 5%, 10%, 0%, 0% справа и 0%, 0%, 25%, 10%, 30%, 20%, 10%, 0%, 5%, 0% слева; у мужчин – 0%, 2,08%, 10,42%, 37,5%, 25%, 16,67%, 2,08%, 2,08%, 2,08%, 2,08% справа и 2,08%, 6,25%, 16,67%, 31,25%, 20,83%, 4,17%, 2,08%, 0%, 0%, 0% соответственно. У мужчин, бифуркация левой общей сонной артерии статистически значимо локализована выше, относительно правой ($p < 0,05$). В области бифуркации диаметр общей сонной артерии составил $0,74 \pm 0,19$ см и $0,85 \pm 0,21$ см, внутренней – $0,55 \pm 0,14$ см и $0,57 \pm 0,14$ см, наружной – $0,41 \pm 0,12$ см и $0,53 \pm 0,16$ см справа и слева соответственно.

У мужчин с возрастом наблюдается увеличение диаметра левой общей сонной артерии как в месте начала, так и в области бифуркации – $r = 0,24$ ($p < 0,05$) и $r = 0,26$ ($p < 0,05$) соответственно. Для мужчин характерны большие значения диаметров сонных артерий, во всех измеряемых отделах каротидного бассейна ($p < 0,005$).

Несмотря на наличие схожей закономерности у женщин, статистической значимости она не имеет.

Результаты моделирования кровотока показали, что при углах бифуркации, превышающих 60° , вблизи бифуркации начинают возникать вихри – при этом происходит почти двукратное увеличение значений параметров, связанное с расстройствами гемодинамики. Турбулентный ток становится все больше и увеличивается пропорционально значению угла бифуркации (рисунок 2) [4].

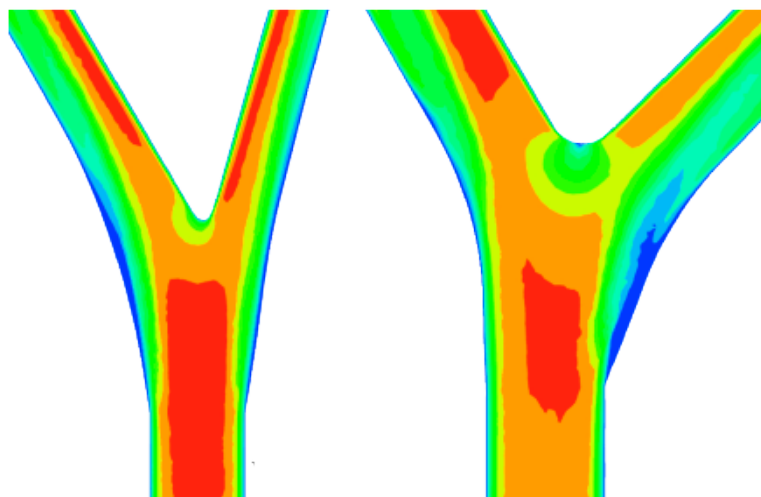


Рис. 2 – Изменение скорости кровотока в зависимости от угла бифуркации общей сонной артерии (красный цвет – максимальная скорость, синий – минимальная)

Изменения локальной гемодинамики проявляются в виде нарушения ламинарного тока крови, что, в свою очередь, сопровождается повреждением эндотелия и, таким образом, ассоциировано с риском образования атеросклеротических бляшек в указанной области [5]. Угол бифуркации общей сонной артерии варьируется в широком диапазоне от 9° до 115° , среднее значение справа и слева соответственно – $57,49 \pm 29,45^\circ$ и $56,07 \pm 29,25^\circ$.

Выводы:

1. Система магистральных артерий каротидного бассейна характеризуется значительной вариативностью морфологии и имеет как возрастные, так и гендерные коррелятивные изменения, что необходимо учитывать в клинической практике.
2. Знание индивидуальных особенностей строения артерий каротидного бассейна является основополагающим фактором в сосудистой хирургии и позволяет прогнозировать вероятность развития и прогрессирования соответствующих патологий.

Литература

1. Assessing robustness of carotid artery CT angiography radiomics in the identification of culprit lesions in cerebrovascular events / P. V. Le Elizabeth [et al.] // Scientific Reports. – 2021. – №11(1) – 14 p.
2. Paraskevas, K. Prognostic factors of long-term survival to guide selection of asymptomatic patients for carotid endarterectomy / K. Paraskevas, P. Glocvicz // International Angiology. – 2020. – № 39(1). – P. 29-36.

3. Bovine aortic arch: Prevalence in human fetuses / Y. W. Goldsher [et al.] // J Clin Ultrasound. – 2020. – №48(4) – P. 198-203.
4. Assessing robustness of carotid artery CT angiography radiomics in the identification of culprit lesions in cerebrovascular events / P. V. Le Elizabeth [et al.] // Scientific Reports. – 2021. – №11(1) – 14 p.
5. Association between Carotid Bifurcation Angle and Vulnerable Plaque Volume Using Black Blood Magnetic Resonance Imaging / H. Takai [et al.] // Neurol Med Chir (Tokyo). – 2023. – №63(10) – P. 437-442.