

УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“-СКОПЈЕ

МЕДИЦИНСКИ ФАКУЛТЕТ

ИНСТИТУТ ЗА АНАТОМИЈА

Аце Додевски

**МОРФОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ И КЛИНИЧКО
ЗНАЧЕЊЕ НА ВЕРТЕБРОБАЗИЛАРНИОТ СИСТЕМ**

докторска дисертација

Скопје, 2015

Комисија за оцена и одбрана на докторска дисертација:

МЕНТОР:

проф. д-р Добрила Тосовска-Лазарова

Институт за анатомија, Медицински факултет, Скопје

ЧЛЕНОВИ НА КОМИСИЈАТА:

проф. д-р Марија Папазова, претседател

Институт за анатомија, Медицински факултет, Скопје

проф. д-р Миодраг Врчаковски

Универзитетска Клиника за радиологија

проф. д-р Александар Чапароски

Универзитетска клиника за неврохирургија

проф. д-р Јулија Живадиновиќ-Богдановска

Институт за анатомија, Медицински факултет, Скопје

Благодарност:

- до мојот ментор, проф. д-р Добрила Тосовска-Лазарова, која беше постојано покрај мене при изработката на оваа дисертација, да ме сослуша, да ме бодри, да даде критички забелешки, но и непроценливи стручни совети само со една цел - подобрување на текстот на оваа докторска дисертација. Советите и водењето за мене беа од непроценливо значење и огромна поддршка на овој долг пат;
- до д-р Менка Лазареска и д-р Вјолца Алији кои целосно и несебично се вложија и ми помогнаа при изработката на студијата со нивните стручни совети, поддршка и пријателство. Без нивната помош оваа студија немаше да се реализира;
- до радиолошките технолози од Универзитетската клиника за радиологија, кои со својата ефикасност и стручност ми помогнаа при собирање на материјалите и реализација на прегледите;
- до колегите од Институтот за анатомија кои со своите стручни совети, сугестии и поддршка ми помогнаа во изработката на оваа докторска дисертација, особено Марија Папазова и Јулија Живадиновиќ-Богдановска.

На моето семејство

СОДРЖИНА

ИЗВАДОК.....	1
ABSTRACT.....	3
1. ВОВЕД	5
1.1. Историски податоци	5
1.2. Анатомски карактеристики на вертебробазиларниот систем	7
1.2.1 `Рбетна артерија	7
1.2.2 Базиларната артерија (a. basilaris)	12
1.3 Ембрионален развој на вертебробазиларниот систем	17
2. МОТИВ ЗА ИЗРАБОТКА НА СТУДИЈАТА	20
3. ЦЕЛИ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО	21
4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДИ	22
4. 1 МАТЕРИЈАЛ	22
4. 2 МЕТОДИ	22
4. 2. 1 Испитување со КТА	23
4. 2. 2 Подготовка на испитаниците и спроведување на прегледот со КТА	23
4. 2. 3 Испитување со ДСА	24
4. 2. 4 Подготовка на испитаниците и спроведување на прегледот со ДСА	24
4. 2. 5 Анализа на сликите	25
4. 3 Статистичка анализа	26
5. РЕЗУЛТАТИ	27
5. 1 РЕЗУЛТАТИ ОД СТУДИЈАТА СПРОВЕДЕНА СО КТА	27
5. 1. 1 Дистрибуција на испитаници според пол	27
5. 1. 2 Дистрибуција на испитаници според возраст	28

5. 1. 3 Дистрибуција на испитаници според потеклото на `рбетната артерија	29
5. 1. 4 Дистрибуција на испитаниците според извртеност на `рбетната артерија..	33
5. 1. 5 Дистрибуција на испитаниците според нивото на влез на `рбетната артерија во напречниот отвор на прешленот.....	36
5. 1. 6 Дистрибуција на испитаниците според надворешниот дијаметар на `рбетната артерија	42
5. 1. 7 Дистрибуција на испитаници според број, видови и бочни гранки на `рбетната артерија	49
5. 2 Дистрибуција на испитаници според морфометриските карактеристики на базиларната артерија	54
5. 2. 1 Дистрибуција на испитаници според надворешниот дијаметар на базиларната артерија	54
5. 2. 2 Дистрибуција на испитаници според должината на базиларната артерија .	55
5. 2. 3 Дистрибуција на испитаници според аголот при формирање на базиларната артерија	56
5. 2. 4 Дистрибуција на испитаници според формата на базиларната артерија	57
5. 2. 5. Дистрибуција на испитаници според бочните гранки на базиларна артерија: број, видови и надворешен дијаметар	59
5. 2. 5. 1 Дистрибуција на испитаници според потеклото на AICA	59
5. 2. 5. 2 Дистрибуција на испитаници според дијаметарот на AICA	60
5. 2. 5. 3 Дистрибуција на испитаници според потеклото на SCA	62
5. 2. 5. 4 Дистрибуција на испитаници според дијаметарот на SCA	65
5. 2. 5. 5 Дистрибуција на испитаници според растојанието помеѓу SCA и PCA	67
5. 2. 5. 6 Дистрибуција на испитаници според дијаметарот на PCA	69
5. 2. 5. 7 Дистрибуција на испитаници според застапеноста на лев, десен или симетричен тип на PCA	71
5. 2. 5. 8 Дистрибуција на испитаници според потекло на PCA	72

5. 2. 5. 9 Дистрибуција на испитаници според застапеност на фенестрации	79
5. 3 РЕЗУЛТАТИ ОД СТУДИЈАТА СПРОВЕДЕНА СО ДСА	81
5. 3. 1 Дистрибуција на испитаници според пол	81
5. 3. 2 Дистрибуција на испитаници според возраст	82
5. 3. 3 Дистрибуција на испитаници според потекло на `рбетната артерија	83
5. 3. 4 Дистрибуција на испитаници според потекло на PICA	86
5. 3. 5 Дистрибуција на испитаници според потекло на AICA	86
5. 3. 6 Дистрибуција на испитаници според потекло на SCA	87
5. 3. 7 Дистрибуција на испитаници според потекло на PCA	89
6. ДИСКУСИЈА	96
6. 1 ПОТЕКЛО НА `РБЕТНАТА АРТЕРИЈА	96
6. 1. 1 Варијации во потеклото на левата `рбетна артерија	96
6. 1. 2 Варијации во потеклото на десната `рбетна артерија	98
6. 1. 3 Билатерално варијабилно потекло на `рбетната артерија	100
6. 1. 4 Двојно потекло или дупликација на `рбетната артерија	101
6. 1. 5 Клиничко значење на варијабилното потекло на `рбетната артерија	103
6. 2 ДИЈАМЕТАР НА `РБЕТНАТА АРТЕРИЈА	106
6. 2. 1 Клиничко значење на хипоплазија на `рбетната артерија	109
6. 3 НИВО НА ВЛЕЗ НА `РБЕТНАТА АРТЕРИЈА ВО НАПРЕЧНИОТ ОТВОР НА ПРЕШЛЕНОТ	113
6. 3. 1 Клиничко значење на варијабилно ниво на влез на `рбетната артерија во напречниот отвор на прешленот	115
6. 4 ИЗВРТЕНОСТ НА `РБЕТНАТА АРТЕРИЈА	117
6. 4. 1 Клиничко значење на извртеноста на `рбетната артерија	118
6. 5 БАЗИЛАРНА АРТЕРИЈА	119

6. 6 ЗАДНА ДОЛНА ЦЕРЕБЕЛАРНА АРТЕРИЈА-РІСА	123
6. 7 ПРЕДНА ДОЛНА ЦЕРЕБЕЛАРНА АРТЕРИЈА-АІСА	126
6. 8 ГОРНА ЦЕРЕБЕЛАРНА АРТЕРИЈА-SCA	128
6. 8. 1 Клиничко значење на анатомските карактеристики на SCA	131
6. 9 ЗАДНА МОЗОЧНА АРТЕРИЈА-РСА	132
6. 9. 1 Клиничка значење на анатомските карактеристики на РСА	135
6. 10 ФЕНЕСТРАЦИИ НА ВЕРТЕБРОБАЗИЛАРНИОТ СИСТЕМ	138
6. 10. 1 Клиничко значење на фенестрациите на вертебробазиларниот систем ..	142
7. ЗАКЛУЧОЦИ	145
8. ЛИСТА НА КРАТЕНКИ	149
9. ЛИТЕРАТУРА	150

МОРФОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ И КЛИНИЧКО ЗНАЧЕЊЕ НА ВЕРТЕБРОБАЗИЛАРНИОТ СИСТЕМ

Аце Додевски, Институт за анатомија, Медицински Факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ Скопје, Р. Македонија

ИЗВАДОК

Во современата клиничка дијагностика, вертебробазиларниот систем е предмет на артериографски испитувања, ултразвучни и доплер прикажувања, испитувања со магнетна резонанца и компјутеризирана томографија. Големиот дијапазон на процедури во интервентната радиологија и во хирургијата, налагаат детално познавање на анатомијата на вертебробазиларниот систем, особено на неговите анатомски варијации.

Цел на студијата. Да се истражат морфолошките карактеристики и анатомските варијации на вертебробазиларниот систем во однос на: потеклото на `рбетната артерија, нивото на влез во напречниот отвор на прешленот, степенот на извртеност, издвојувањето на бочните гранки и нивниот дијаметар, формата и дијаметарот на базиларната артерија и издвојувањето на бочните гранки и нивниот дијаметар.

Материјал и методи. Со студијата е опфатен репрезентативен примерок од 158 пациенти од двата пола на возраст над 18 години. Испитаниците се поделени во две групи. Првата група од 103 испитаници е прегледана со компјутеризирана томографска ангиографија. Втората група од 55 испитаници е прегледана со дигитална суптракциона ангиографија, според методот на Селдингер.

Резултати. Во студијата спроведена со компјутеризирана томографска ангиографија кај 94,17% од испитаниците левата `рбетна артерија се издвојува од левата потклучна артерија. Кај 5,82% од испитаниците левата `рбетна артерија се издвојува од лакот на аортата. Кај 99,02% од испитаниците, десната `рбетна артерија се издвојува од десната потклучна артерија. Кај 0,97% десната `рбетна артерија се издвојува од десната заедничка каротидна артерија. Средната вредност на дијаметарот на левата `рбетна артерија изнесува $3,33 \pm 0,76$ mm. Кај десната `рбетна артерија средната вредност на дијаметарот изнесува $3,20 \text{ mm} \pm 0,74$ mm. Хипоплазија на `рбетната артерија е регистрирана кај 11,64% од испитаниците. Десната `рбетна артерија е хипопластична кај 6,79% од испитаниците, а левата `рбетна артерија е хипопластична кај 4,85% од испитаниците. Кај 92,23% од испитаниците, левата `рбетна артерија влегува во

напречниот отвор на ниво на шестиот вратен прешлен, а кај 94,17% од испитаниците десната `рбетна артерија влегува во напречниот отвор на шестиот вратен прешлен. Дијаметарот на левата PICA изнесува 1,24 mm, додека дијаметарот на десната PICA изнесува 1,18 mm. Средната вредност на должината на базиларната артерија изнесува 3,16 cm, додека средниот дијаметар на базиларната артерија изнесува 3,27 mm. Средниот дијаметар на левата AICA, SCA и PCA изнесува 0,89 mm, 1,36 mm и 1,94 mm. Средниот дијаметар на десната AICA, SCA и PCA изнесува 0,88 mm, 1,32 mm и 1,83 mm. Кај 3,89% од испитаниците е регистрирана фенестрација.

Во студијата спроведена со дигитална суптракциона ангиографија, кај 96,36% од испитаниците левата `рбетна артерија излегува од левата потклучна артерија. Кај 3,63% е регистриран излез на левата `рбетна артерија од лакот на аортата. Десната `рбетна артерија, кај сите испитаници, потекнува од десната потклучна артерија. Кај 90,9% испитаници SCA се издвојува од базиларната артерија, кај 3,63% од испитаниците SCA се издвојува од стеблото на PCA и кај 5,45% од испитаниците SCA покажува дупликација во потеклото. PCA има базиларно потекло кај 74,54% од испитаниците на левата страна, односно кај 83,63% од испитаниците на десната страна.

Заклучок. Познавањето на морфолошките карактеристики и варијациите на вертебробазиларниот систем претставуваат основа за успешно планирање и спроведување на дијагностичките и интервентните процедури во радиологијата и во неврохирургијата. Во анатомијата тие наоѓаат практична примена во процесот на едукација на идните лекари-специјалисти.

Клучни зборови: `рбетна артерија, базиларна артерија, компјутеризирана томографска ангиографија, дигитална суптракциона ангиографија, анатомија, варијации

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE VERTEBROBASILAR SYSTEM AND ITS CLINICAL SIGNIFICANCE

Dodevski Ace, Institute of Anatomy, Medical Faculty, "Ss. Cyril and Methodius University", Skopje, R. Macedonia

ABSTRACT

In modern clinical diagnostics the vertebrobasilar system is being examined with diverse techniques and procedures such as: angiography, ultrasound, Doppler ultrasound, magnetic resonance imaging and computed tomography. A wide range of procedures in diagnostic and interventional radiology and surgery require detailed knowledge of the anatomy of the vertebrobasilar system, especially of the anatomical variations.

Aim of the study: The aim of this study was to investigate the morphological characteristics and anatomical variations of the vertebrobasilar system in terms of: origin of the vertebral artery, the level of entry into the transverse foramen of the vertebra, the degree of twist, the release of lateral branches and their diameter, shape and diameter of basilar artery and the side branches and their diameter.

Material and Methods: The study included a sample of 158 patients of both sexes over 18 years old. Subjects were divided into two groups. The first group of 103 subjects was examined by computed tomography angiography. The second group of 55 subjects was examined by digital subtraction angiography by Seldinger method.

Results: In the study conducted by computed tomography angiography the left vertebral artery originated from left subclavian artery in 94.17% of the patients. The left vertebral artery emerged from the aortic arch in 5.82%. The right vertebral artery originated from the right subclavian artery in 99.02% of the patients. In 0.97% the right vertebral artery arose from the right common carotid artery. The mean diameter of the left vertebral artery was 3.33 ± 0.76 mm, and the mean diameter of the right vertebral artery was $3.20 \text{ mm} \pm 0.74$ mm. Hypoplasia of the vertebral artery was observed in 11.64% of the patients. Hypoplasia of the right and of the left vertebral artery was observed in 6.79% and 4.85% of the patients, respectively. The left vertebral artery entered the transverse foramen at the level of sixth cervical vertebra in 92.23% of the patients, while the right vertebral artery entered at the same level in 94.17% of patients. The diameter of the left PICA was 1.24 mm, while the diameter of the right PICA was 1.18 mm. The average length of the basilar artery was 3.16 cm, while the average diameter of the basilar artery was 3.27 mm. The diameter of the left AICA, SCA and PCA was 0.89 mm, 1.36 mm and 1.94 mm, respectively. The diameter

of the right AICA, SCA and PCA was 0.88 mm, 1.32 mm and 1.83 mm, respectively. Fenestration was registered in 3.89% of the patients.

In a study conducted by the digital subtraction angiography the left vertebral artery had origin from the left subclavian artery in 96.36% of the patients. In 3.63% of the patients the left vertebral artery emerged as the fourth branch from the aortic arch. The right vertebral artery in all cases had origin from the right subclavian artery. In 90.9% of the patients SCA arose from the distal portion of the basilar artery on both sides as a single vessel. In 5.45% of the patients SCA arose as a duplicate trunk from the basilar artery. In 3.63% of the patients origin of the SCA from PCA was noticed as a single trunk from adult type of the PCA. The posterior cerebral artery had basilar origin in 74.54% of the patients on the left side and in 83.63% of the patients on the right side.

Conclusion: Knowledge of morphological features and variations of the vertebrobasilar system is a basis for planning and accomplishing of diagnostic and interventional procedures in radiology and neurosurgery. The results obtained in this study can broaden the knowledge of the anatomists as well as they can serve as the most valuable teaching material for students and postgraduates.

Keywords: vertebral artery, basilar artery, computed tomography angiography, digital subtraction angiography, anatomy, variations

1. ВОВЕД

Клиничкото значење на мозочните артерии и церебралната циркулација е повеќекратно и може да се набљудува од анатомски, радиолошки, невролошки и неврохируршки аспект [1].

Цереброваскуларните заболувања се наоѓаат на второ место според морбидитетот и морталитетот во современата популација и нивната зачестеност расте со возраста. Ризик-факторите за појава на овие заболувања се добро познати и присутни во современата популација како: артериска хипертензија, шеќерна болест, хиперлипидемија, употреба на алкохол и цигари, итн. Кај цереброваскуларните заболувања, прецизната идентификација на васкуларната лезија дава анатомска основа за објаснување на клиничката слика на пациентот. Затоа, познавањето на потеклото, топографските соодноси, разгранувањето, анастомозите, варијациите и подрачјето на васкуларизација на мозочните артерии е од круцијално значење за интерпретација на клиничката слика на пациентите со цереброваскуларни заболувања, во радиолошката идентификација на мозочните садови и васкуларни лезии, како и во намалување на ризикот при неврохируршки третман на васкуларните заболувања на мозокот [1].

Кај човекот, на мозокот отпаѓаат само 2,5 % од вкупната телесна тежина. Мозокот е богато васкуларизиран орган и користи околу 15% од срцевиот минутен волумен на крв [2]. Снабдувањето на мозокот со крв е обезбедено преку предната и задната мозочна циркулација [3]. Предната мозочна циркулација е претставена со каротидниот систем - составен од лева и десна внатрешна каротидна артерија со своите гранки [4]. Задната мозочна циркулација е претставена со левата и десната `рбетна артерија, базиларната артерија и нивните гранки што го сочинуваат вертебробазиларниот систем. Преку овој систем во мозокот доаѓа околу 30% од вкупното количество крв [5]. Васкуларното подрачје на вертебробазиларниот систем ги опфаќа деловите на мозокот во кои се наоѓаат виталните центри за респирација и срцева работа, што доволно зборува за значењето на овој крвен сад [6].

1.1. Историски податоци

`Рбетната артерија лежи длабоко закопана во морето од генерализации, предрасуди, страв и незнаење [7]. Поради специфичната анатомска локализација и неповолниот пристап за хируршки интервенции, вертебробазиларниот систем долго време бил запоставен во истражувањето [8]. Првите сознанија за анатомијата на вертебробазиларниот систем датираат од времето на Хипократ [4]. Сепак, првите релевантни сознанија за анатомијата и варијациите на

вертебробазиларниот систем потекнуваат од студиите на Willis од 1664 и Quain од 1844 година кои први ја опишале анатомијата и оперативната хирургија на `рбетната артерија со литографски цртежи [7]. Во 1893 Matas направил ревијален преглед за хируршките искуства со вертебробазиларниот систем, кои биле актуелни во тоа време, презентирајќи ги искуствата на Dietrich, Velpeau и Maisonneuve. Dietrich, во 1831 година, направил подврзување на `рбетната артерија во окципито-атлантидниот предел, додека Velpeau во 1833 година направил подврзување на артеријата во нејзиниот проксимален дел. Во 1853 година Maisonneuve извршил успешно подврзување на артеријата на ниво на влез во напречниот отвор на шестиот цервикален прешлен. Подврзување на `рбетната артерија било предложено и за третман на епилепсија од страна на Alexander во 1864 година. Во 1881 година Fenger прв објавил случај на респираторен арест после подврзување на `рбетната артерија. Во наредните 50 години бил направен многу мал прогрес во хирургијата на `рбетната артерија. Во 1927 година Egas Moniz ја направил првата ангиографија и за ова достигнување ја добил Нобеловата награда. Неколку години подоцна Radner бил првиот што направил селективна ангиографија на `рбетната артерија. Во 1946 година Kubik и Adams биле првите што ја опишале инсуфициенцијата на базиларната артерија предизвикаана од тромбоза на базиларната артерија. Во 1958 година, Crawford, DeBakey и Fields ги претставиле своите резултати за хируршки третман на инсуфициенција на мозочното стебло со реконструирање на `рбетната артерија по отстранување на атеросклеротични плаки. Една година подоцна, Scott и Cate ја опишале техниката на транс супклавијална ендартеректомија. Во 1961 година ангиографијата им овозможила на Reivich и соработниците да го опишат обратниот тек на крвта низ `рбетната артерија кај пациенти со симптоми, и овој синдром го означиле како *subclavian steal syndrome*. Со развитокот на микрохирургијата во седумдесеттите години од минатиот век биле развиени нови техники за третман на болестите на вертебробазиларниот систем. Wylie и Ehrenfeld ја вовеле транспозиционата техника во третманот со анастомоза помеѓу `рбетната артерија и заедничката каротидна артерија. Во 1977 година, Carney и Anderson направиле бајпас процедура помеѓу заедничката каротидна артерија и `рбетната артерија. Сите овие техники и денес се уште се актуелни и се во употреба, но постои голем напредок во ендоваскуларните техники за третман на патологијата на вертебробазиларниот систем [7, 8, 9, 10].

Паралелно со усовршувањето на хируршките техники во седумдесеттите години на 20 век, во секојдневната рутинска работа биле воведени нови дијагностички методи како компјутеризирана томографија и магнетната резонанца. Откривањето на компјутеризираната томографија се смета за

најголема иновација во областа на радиологијата по откривањето на рендгенските зраци. Во 1979 година на G. N. Hounsfield и A.M. Cormack им била доделена Нобеловата награда за медицина за откривање на компјутеризираната томографија. Денес, компјутеризираната томографија се смета за една од најзначајните методи во радиолошката дијагностика. Компјутеризираната томографија претставува релативно нов метод кој во анатомските истражувања се користи за испитување на морфолошките карактеристики на крвните садови. Овој метод се карактеризира со ниска инвазивност, кратко траење на прегледот, лесно следење на пациентот, помало зрачење и помали трошоци. Компјутеризираната томографска ангиографија (КТА) овозможува прикажување на васкуларните структури со помош на контрастен медиум. Воведувањето на мултислајсните скенери овозможува да се прикаже целиот васкуларен систем за краток временски период на скенирање. Техничката обработка и реконструкцијата на прегледот овозможуваат прикажување и на малите крвни садови, а воедно им нуди можност на лекарите за ретроспективна анализа на прегледот при планирање на хируршки интервенции. Воведувањето нови дијагностички техники за визуализација на вертебробазиларниот систем, како и новите хируршки и интервентни методи, беа доволен поттик вниманието повторно да се насочи кон морфологијата на вертебробазиларниот систем. Прецизната дијагноза и планирањето на терапијата зависат од доброто познавање на морфологијата и варијациите на вертебробазиларниот систем [11, 12, 13, 14, 15].

1.2. Анатомски карактеристики на вертебробазиларниот систем

1.2.1. `Рбетна артерија

`Рбетната артерија (a. vertebralis) претставува прва бочна гранка на потклучната артерија. Таа се одвојува од првиот или претскаленскиот дел на потклучната артерија во пределот на базата на вратот. По издвојувањето, артеријата се насочува кон напречниот отвор на вратните прешлени, и навлегува во нив и се протега сè до ниво на првиот вратен прешлен. Артеријата го напушта каналот и преку големиот отвор на тилната коска навлегува во черепната празнина. На базата од мостот со спојување на левата и десната `рбетна артерија настанува базиларната артерија која се протега преку базиларната бразда и завршува давајќи ги десната и левата задна мозочна артерија. `Рбетната и базиларната артерија со своите гранки ја сочинуваат задната мозочна циркулација или вертебробазиларниот систем [1, 2, 8].

На `рбетната артерија се разликуваат 4 сегменти со различни морфолошки и топографски карактеристики. Првиот топографски дел на `рбетната артерија е

означен како превертебрален дел. По издвојувањето артеријата се насочува помеѓу предниот скаленски мускул (*m. scalenus anterior*) и долгиот мускул на вратот (*m. longus colli*) низ скаленско-`рбетниот триаголник. Пред артериското стебло минува внатрешната југуларна вена и `рбетните вени. Зад артеријата се наоѓа напречниот израсток на седмиот вратен прешлен и вратното симпатичко стебло со долниот вратен ганглион (*ganglion cervicale inferior*). Предната страна од артеријата се вкрстува со задната страна на долната штитна артерија (*a. thyroidea inferior*). На левата страна `рбетната артерија доаѓа во сооднос и со градниот лимфен канал (*ductus thoracicus*) [1, 8, 16, 17, 18, 19, 20, 21].

Вториот топографски дел на `рбетната артерија е означен како цервикален дел бидејќи артеријата се протега вертикално нагоре низ напречните отвори на сите вратни прешлени, освен седмиот. Артеријата минува пред корените на вратните спинални нерви, опкружена со гранките на вратниот симпатикус и венскиот сплет од кој во базата на вратот се формираат `рбетните вени (*vv. vertebrales*). На ниво на вториот вратен прешлен артеријата се насочува латерално да навлезе во напречниот отвор на првиот вратен прешлен [22, 23, 24, 25].

Третиот топографски дел од артеријата лежи на ниво на првиот вратен прешлен во дното на субокципиталниот триаголник. Откако артеријата ќе излезе од напречниот отвор на првиот вратен прешлен, се насочува медијално. Артеријата, заедно со првиот спинален нерв, се движи низ коскената бразда на горната страна од задниот лак на атласот. Поминувајќи низ браздата и задната атлантоокципитална мембрана, артеријата ја пробива тврдата мозочна обвивка непосредно зад кондилите на тилната коска под латералниот раб на големиот отвор и навлегува во черепната празнина [26, 27].

Четвртиот или интракранијалниот топографски дел започнува од ниво на тврдата мозочна обвивка која во овој предел е задебелена. На тврдата мозочна обвивка се наоѓа еден инчест отвор низ кој минува `рбетната артерија. Интрадуралниот дел од артеријата е локализиран на вентралната страна од мозочното стебло [28, 29].

`Рбетната артерија го снабдува со крв горниот дел од `рбетниот мозок и неговите обвивки, мозочното стебло, малиот мозок, тилниот и темпоралниот лобус на големиот мозок, мускулите на вратот и внатрешното уво [1, 2].

Анатомијата како наука, покрај тоа што ги проучува вообичаените морфолошки карактеристики на `рбетната артерија, ги изучува и анатомските варијации на `рбетната артерија. Непознавањето на морфолошките

карактеристики и варијациите на `рбетната артерија, може да се одрази врз разбирањето на функцијата и болестите на `рбетната артерија, како и врз преземањето на идните терапевтски модалитети. Анатомските варијации може да се поделат во три категории: морфометриски варијации, кои се манифестираат преку разлики во големината и формата; варијации во конзистентноста односно присуство или отсуство на крвниот сад, дупликација и просторни варијации, кои се однесуваат на локализацијата - како лево или десно, проксимално или дистално. Во литературата се опишани варијации во потеклото на `рбетната артерија како атипичен излез од лакот на аортата, заедничката каротидна артерија, надворешната каротидна артерија, брахиоцефаличното стебло. Варијабилното потекло на артеријата почесто се јавува на левата отколку на десната страна. Опишани се случаи со двојно потекло и билатерално варијабилно потекло како ретка варијација. Вообичаено, артеријата навлегува во напречниот отвор на шестиот вратен прешлен. Во литературата се опишани случаи на варијабилно ниво на влез на ниво на седмиот, петтиот, четвртиот или третиот вратен прешлен. Левата и десната `рбетната артерија имаат различен пречник, притоа, левата артерија вообичаено е со поголем дијаметар од десната. Дијаметарот на левата `рбетна артерија се движи од 1,60 до 3,60 mm или просечно 2,61 mm. Дијаметарот на десната `рбетна артерија се движи од 0,92 до 4,09 mm или просечно 2,47 mm. Кога дијаметарот на артеријата е изразито мал, тогаш станува збор за хипоплазија. Податоците за фреквенцијата на хипоплазијата се хетерогени бидејќи различни автори користат различни критериуми за дефинирање на хипоплазијата. Поради тоа фреквенцијата на хипопластична `рбетна артерија се движи од 3 до 20%. Од друга страна, аплазијата на `рбетната артерија е ретка појава која се јавува само кај 0,1 до 0,3% од популацијата, најчесто унилатерално, многу поретко билатерално. Дупликацијата и фенестрацијата на артериското стебло се ретки појави, но доколку се присутни, често се поврзани со интракранијални аневризми [30, 31, 32, 33, 34].

Бочните гранки на `рбетната артерија може да се поделат во две групи: екстрадурални и интрадурални. Екстрадурални гранки се мускулните и спиналните гранки. Интрадурални гранки се: менингеалните гранки, предната спинална артерија, задната спинална артерија, медуларните гранки и задната долна цереберална артерија [1, 2]. Најзначајни бочни гранки на `рбетната артерија се:

Предната спинална артерија (a. spinalis anterior) се одвојува од интракранијалниот сегмент на `рбетната артерија. Десната и левата артерија се спојуваат и градат заеднички крвен сад кој продолжува како предно артериско

лонгитудинално стебло. Спојувањето на артериите изостанува кај 6% од популацијата. Од овие артерии се одвојуваат перфорантни гранки што ја васкуларизираат пирамидата на продолжениот мозок. Заедничкото стебло дава гранки за васкуларизација на каудалниот дел на продолжениот мозок и вентралниот дел од цервикалниот предел на `рбетниот мозок [1, 2].

Задната спинална артерија (a. spinalis posterior) по одвојувањето доаѓа до каудалниот дел од дорзалната страна на продолжениот мозок и дава асцендентна и десцендентна гранка. Асцендентната гранка ги васкуларизира структурите на дорзалната страна од продолжениот мозок. Десцендентната гранка продолжува како задно артериско лонгитудинално стебло кое го васкуларизира дорзалниот дел од цервикалниот сегмент на `рбетниот мозок [1, 2].

Задната долна церебеларна артерија-a. cerebelli inferior posterior (the posterior inferior cerebellar artery-PICA) претставува најваријабилен крвен сад на мозокот. Кај 91% од луѓето таа потекнува од `рбетната артерија. Кога PICA потекнува од `рбетната артерија, таа може да се одвои од интрадуралниот или екстрадуралниот сегмент на `рбетната артерија. PICA може да се одвојува од `рбетната артерија со два корена меѓу кои поминува XII кранијален нерв. Во литературата се опишани случаи каде PICA се издвојува од базиларната артерија. Многу ретко PICA може да го продолжува текот на `рбетната артерија, а во формирањето на базиларната артерија да учествува само спротивната `рбетна артерија [1, 2, 3].

PICA според пречникот претставува најголема бочна гранка на `рбетната артерија со дијаметар од 0,5 до 3,4 mm или просечно 2,0 mm. Хипоплазија се јавува кај 5 до 16% од популацијата. На својот пат, артеријата стапува во сооднос со последните четири кранијални нерви [1].

Врз основа на топографските карактеристики на PICA, се разликуваат следните сегменти: преден медуларен сегмент, латерален медуларен сегмент, тонзилотонзиларен сегмент, теловелотонзиларен сегмент и кортикален сегмент. Артеријата завршува делејќи се на две стебла - латерално и медијално стебло [35, 36, 37].

Предниот медуларен сегмент се наоѓа пред продолжениот мозок. Тој лежи на вентралната страна од продолжениот мозок и го претставува почетниот дел од артеријата по одвојувањето од `рбетната артерија. Овој дел од артеријата се протега латерално до најиспакнатиот дел од маслината од продолжениот мозок, која претставува граница помеѓу предната и латералната површина на продолжениот мозок. По издвојувањето, PICA се насочува пред или помеѓу

корените на XII кранијален нерв, со кого стапува во контакт. Овој дел на PICA дава директни перфорантни или кратки циркуферентни гранки за васкуларизација на венралната, латералната и дорзалната површина на продолжениот мозок. Доколку PICA се издвојува латерално од продолжениот мозок, нема да има преден медуларен сегмент. Предниот медуларен сегмент ќе биде присутен доколку `рбетната артерија на нивото на издвојувањето на PICA има преминато на предната површина од мозочното стебло [1, 2, 3].

Латералниот медуларен сегмент започнува од најпроксималната точка на маслината и се протега до нивото на излегување на IX, X и XI кранијален нерв. Овој дел од артериското стебло може да формира петелки кои може да вршат компресија на VII и на VIII кранијален нерв. Од овој сегмент на PICA се одвојуваат кратки циркуферентни гранки за васкуларизација на латералната и дорзалната страна на продолжениот мозок [1, 2, 3].

Тонзилотонзиларниот сегмент започнува дорзално од одвојувањето на IX, X и XI кранијален нерв и се протега сè до каудалната половина на церебеларната тонзила. Овој сегмент формира каудална или инфратонзиларна кривина, која може да се протега до големиот отвор на тилната коска. Односот на тонзилотонзиларниот сегмент на PICA и церебеларната тонзила и големиот отвор е многу варијабилен. Овој сегмент дава гранки за васкуларизација на латералниот и дорзалниот дел од продолжениот мозок и покривот на четвртата мозочна комора [1, 3, 35, 36].

Теловелотонзиларниот сегмент започнува на ниво на средината од медијалната страна на церебеларната тонзила, потоа зазема асцендентен тек одејќи кон покривот на четвртата мозочна комора. Се движи по задниот мозочен вел и хороидната покривка на четвртата комора и доаѓа до покривното јадро. Тука артеријата нагло ја менува насоката и се движи низ браздата што ја формира церебеларната тонзила од една страна и вермисот и хемисферите од друга страна. Овој сегмент од артеријата формира петелка позната како кранијална или супратонзиларна анза. Од овој сегмент се одвојуваат гранки за васкуларизација на хороидниот сплет на четвртата комора и тонзиларни гранки [1, 3, 35, 36].

Кортикалниот сегмент започнува по излегувањето на PICA од браздата помеѓу вермисот, церебеларната тонзила и хемисферите. Овој сегмент ги опфаќа почетните делови од медијалното и латералното стебло на PICA. Од овој сегмент се одвојуваат гранки за васкуларизација на вермисот, тонзиларни и хемисферични гранки [1, 3, 35, 36].

1.2.2. Базиларна артерија

Базиларната артерија (a. basilaris) претставува голем крвен сад на базата на мостот, кој најчесто настанува со спојување на левата и десната `рбетна артерија. Базиларната артерија започнува во пределот на понтомедуларниот спој, а завршува во височина на каудалниот дел од интерпедункуларната цистерна. Од базиларната артерија се издвојуваат гранки за васкуларизација на малиот мозок, мостот, продолжениот мозок и за внатрешното уво [1, 2].

Дијаметарот на базиларната артерија се движи од 2,7 mm до 4,28 mm или просечно 3,28 mm. Должината на артериското стебло варира од 24,8 mm до 38,5 mm или просечно 31,91mm. Артеријата покажува различна форма, кај 25% од популацијата артеријата е идеално права и лежи во средишна линија. Кај останатата популација артеријата има форма на лак со конвекситет во десно или лево, или форма на буквата S [1, 2, 38, 39].

Најзначајни бочни гранки на базиларната артерија се:

Предната долна церебеларна артерија-a. cerebelli inferior anterior (the anterior inferior cerebelar artery-AICA) вообичаено се одвојува од каудалниот дел на базиларната артерија. Се насочува латерално и го заобикоува каудалниот дел на мостот каде што доаѓа во сооднос со n. abducens и нервите што поминуваат низ внатрешниот ушен канал (лицевиот нерв и вестибулокохлеарниот нерв). Завршува давајќи гранки за васкуларизација на fossae cerebellopontinae и петрозната страна на хемисферите на малиот мозок [1, 3, 40].

Станува збор за добро развиен крвен сад со пречник од 0,36 mm до 1,26 mm или просечно 0,79 mm. Вообичаено AICA е послабо развиена од PICA. Хипоплазија може да се јави на десното или на левото артериско стебло, или билатерално. Аплазија на артеријата се забележува многу ретко [1, 3, 40].

AICA се издвојува директно од базиларната артерија, но може да потекнува и од PICA, или директно да се издвојува од `рбетната артерија. Кога потекнува од базиларната артерија, AICA најчесто се издвојува од проксималната третина на базиларната артерија кај 75 до 84% од испитаниците. AICA поретко се издвојува од средната третина на базиларната артерија кај 13 до 16% од испитаниците. AICA најретко се издвојува од дисталната третина на базиларната артерија кај 1 до 3% од испитаниците [1, 40]. Бројот на артериите на десната или левата страна може да варира од 1 до 3. Најчесто се среќава по еден артериски сад на левата и десната страна, најретко се среќаваат по три крвни сада [3].

По издвојувањето, артеријата се насочува латерално заобиколувајќи го каудалниот дел на мостот. Артеријата остварува блиски соодноси со VI, VII и VIII кранијален нерв. AICA го вкрстува VI кранијален нерв од вентралната или дорзалната страна или проаѓа директно низ VI кранијален нерв. AICA може да поминува вентрално или дорзално од VII и VIII кранијален нерв, притоа дава гранки за васкуларизација на нервите [1, 3].

AICA е составена од четири сегменти: преден понтин сегмент, латерален понтин сегмент, флокулопедункуларен сегмент и кортикален сегмент. Секој од овие сегменти може да биде изграден од едно или од повеќе стебла, зависно од нивото на бифуркација на артеријата [1, 3].

Предниот понтин сегмент е локализиран помеѓу падината од тилната коска и мостот. Тој се протега нагорно по мостот од почетокот до крајот на надолжната линија која е повлечена по надолжната оска на маслината. Овој сегмент вообичаено доаѓа во контакт со коренот на шестиот кранијален нерв [1, 3].

Латералниот понтин сегмент започнува на преднолатералната граница на мостот и се протега низ понтоцеребеларниот триаголник над, под или помеѓу седмиот и осмиот кранијален нерв. Овој сегмент дава гранки што се насочуваат кон внатрешниот ушен канал и доаѓаат во близок сооднос со VII и VIII кранијален нерв. Овој сегмент е поделен на премеатален, меатален и постмеатален дел, зависно од соодносот со внатрешниот ушен отвор [1, 3].

Флокулопедункуларниот сегмент започнува на местото каде што AICA поминува роstralно или каудално од парталчето на малиот мозок и се насочува да стаса до средното ноже на малиот мозок и понтоцеребеларната фисура [1, 3].

Кортикалниот сегмент ја васкуларизира петрозната страна од хемисферите на малиот мозок [1, 3].

Горната церебеларна артерија-a. cerebelli superior (the superior cerebellar artery SCA) е најконстантна артерија во поглед на потеклото и локализацијата од сите артерии на задната черепна јама [1]. Горната церебеларна артерија најчесто се издвојува од дисталниот дел на базиларната артерија, но може да се издвојува од задната мозочна артерија или да потекнува од заедничкото стебло со задната мозочна артерија [39]. Горната церебеларна артерија најчесто излегува како единечно стебло од базиларната артерија. Можна е појава на унилатерална или билатерална дупликација или трипликација на SCA. SCA стапува во близок контакт со III, IV и V кранијален нерв [40].

Пречникот на SCA се движи од 0,72 до 1,50 mm или просечно 1,11 mm. Хипоплазија се јавува кај 10,8% од популацијата, додека аплазија се среќава кај 0,1 до 3,6% од популацијата. Дуликација на артериското стебло се среќава кај 21,3 до 31,3% од популацијата [1, 40].

SCA е составена од 4 сегменти: преден понтомесенцефаличен сегмент, латерален понтомесенцефаличен сегмент, церебеломесенцефаличен сегмент и кортикален сегмент. Секој сегмент на SCA може да биде составен од едно или од повеќе стебла, зависно од местото на бифуркација на главното стебло на артеријата [1, 2, 39, 40].

Предниот понтомезенцефаличен сегмент е локализиран помеѓу грбот на седлото од сфеноидалната коска и мозочното стебло. Овој сегмент започнува од почетокот на SCA и се протега под III кранијален нерв до преднолатералната граница на мозочното стебло. Латералниот дел од артеријата се наоѓа медијално од предната половина од слободниот тенторијален раб [1, 3, 39, 40].

Латералниот понтомезенцефаличен сегмент започнува од преднолатералната граница на мозочното стебло и се спушта каудално по латералната површина на мостот. Движејќи се каудално, артеријата формира блага кривина непосредно над V кранијален нерв. Трохлеарниот нерв поминува над средината од овој сегмент. Предниот дел од овој сегмент вообичаено се гледа над тенторијалниот раб, но каудалната кривина лежи под работ на тенториумот. Овој сегмент завршува во пределот на предниот раб од церебеломезенцефаличната фисура [1, 3, 39, 40].

Церебеломезенцефаличниот сегмент се протега низ церебеломезенцефаличната фисура [1, 3, 39, 40].

Кортикалниот сегмент ги опфаќа гранките што се наоѓаат дистално од церебеломезенцефаличната фисура, кои поминуваат под тенторијалниот раб и се протегаат по тенторијалната површина [1, 3, 39, 40].

Задната мозочна артерија-a. cerebri posterior (the posterior cerebral artery PCA) е завршна гранка на базиларната артерија која се одвојува во интерпедункуларната цистерна [1, 2]. PCA го васкуларизира задниот дел од мозочните хемисфери, таламусот, средниот мозок, хороидниот плексус и сидовите на латералната и третата мозочна комора [1, 2]. Врз основа на нејзиниот сооднос со задната комуникантна артерија, стеблото на PCA е поделено на два сегмента: проксимален или P1 и дистален, односно P2 сегмент [41, 42]. Доколку проксималниот сегментот е нормално развиен, а задната комуникантна артерија е

со мал пречник, тогаш станува збор за базиларно потекло на PCA. Доколку проксималниот сегмент е слабо развиен, а задната комуникантна артерија е добро развиена, тогаш станува збор за каротидно потекло на PCA. Кога проксималниот сегмент и задната комуникантна артерија се со сличен дијаметар, тогаш станува збор за интермедијарно потекло на PCA. Освен различниот начин на настанување, другите варијации на PCA, како аплазија, хипоплазија, дупликација и фенестрација, се многу ретки [41, 42, 43,].

На PCA се разликуваат четири сегменти од P1 до P4 [1, 2, 3]. Првиот сегмент, P1 или прекомуникантен сегмент се протега од бифуркацијата на базиларната артерија до спојувањето со задната комуникантна артерија [1, 3, 41]. Должината на P1 сегментот се движи од 3 до 14 mm, или просечно околу 9 mm кај пациенти со фетална конфигурација, односно околу 7 mm кај испитаници со адултна конфигурација [1, 3, 42]. По спојување со задната комуникантна артерија започнува сегментот P2, кој лежи во круралната и амбиенталната цистерна и завршува латерално од задниот раб на средниот мозок [3]. Овој сегмент е поделен на преден и заден дел, односно P2A и P2P дел бидејќи хируршкиот пристап до предниот и задниот дел на овој сегмент е различен [42]. Покрај тоа има и практична примена во идентификација на гранките што потекнуваат од овој дел [42]. Предниот дел е означен како P2A или крурален, односно педункуларен сегмент, бидејќи кружи околу церебралниот педункул во круралната цистерна [3, 42]. Задниот дел е означен како P2P или латерален мезенцефаличен сегмент бидејќи се насочува латерално, кон средниот мозок во амбиенталната цистерна [3, 42]. P2A започнува на местото на спојување со задната комуникантна артерија и се движи помеѓу церебралниот педункул и ункус кои го формираат медијалниот и латералниот сид на круралната цистерна, инфериорно од трохлеарниот нерв и базалната вена на Розентал, кои поминуваат преку кровот на цистерната за да влезе во проксималниот дел на амбиенталната цистерна [1, 3, 42]. Делот P2P започнува на задниот раб од церебралниот педункул, на местото на спојување на круралната и амбиенталната цистерна. Се движи помеѓу латералната страна на средниот мозок и парахипокампалниот и денталниот гирус, кои го формираат медијалниот и латералниот сид на амбиенталната цистерна. Тој се наоѓа под оптичкиот тракт, базалната вена на Розентал, геникулатните колена и инфериолатералниот дел на пулвинар во кровот на цистерната, а суперомедијално од трохлеарниот нерв и тенторијалниот раб [1, 3, 42]. Третиот сегмент, P3 или квадригеминалниот сегмент продолжува постериорно од задниот раб на латералната површина на средниот мозок и амбиенталната цистерна до квадригеминалната цистерна и завршува на предната граница од калкаринската фисура. Просечната должина на сегментот P3 изнесува 2 cm. Вообичаено во овој

дел левата и десната артерија се најблиску една до друга меѓу себе на задната страна од коликулус. Точката каде што двете PCA се најблиску е означена како коликуларна или квадригеминална точка и нејзината просечна должина изнесува 8,9 mm [1, 3, 42]. Четвртиот сегмент или P4 ги опфаќа гранките што се распространети по кортикалната површина, и тој започнува од предниот крај на калкаринскиот сулкус [1, 3, 42].

PCA дава три типа бочни гранки: централни перфорантни гранки за диенцефалонот и средниот мозок, вентрикуларни гранки за хороидниот плексус и сидовите на латералната и третата комора и церебрални гранки за церебралната кора и сплениумот на корпус калозум. Таламоперфорантните артерии и кратките и долгите циркумфлексни гранки најчесто потекнуваат од сегментот P1, додека преостанатите гранки потекнуваат од сегментите P2 и P3 [1, 2, 3, 42].

1.3. Ембрионален развој на вертебробазиларниот систем

Познавањето на ембрионалниот развој на мозочните артерии е неопходно за разбирање на дефинитивната состојба на цереброваскуларниот систем. Податоците од ембриогенезата ни помагаат да ги разбереме фактите сврзани за нормалните морфолошки, топографски и структурни карактеристики на церебралните артерии во постнаталната фаза од развојот. Ембрионалниот развој на мозочните артерии ни дава објаснување на големиот број варијации, особено дупликации, фенестрации, појава на аберантни садови, артериовенски малформации итн. [1].

Развојот на церебралните артерии е континуиран процес на приспособување на васкуларизацијата на промените на формата, големината и метаболизмот на мозокот. Тоа е механизам на реципрочни интеракции во кои снабдувањето со крв постојано се приспособува на метаболичките барања на мозочната активност. Морфолошките промени на нервното ткиво доведуваат до реструктурирање на артериското стебло [44].

Примордијални васкуларни клетки се ангиобластите, кои потекнуваат од мезенхималните клетки. Ангиобластите примарно се локализирани во околината на пронефросот и мезонефросот, каде што формираат плажи, односно крвни острови од синцицијален тип. Набргу ангиобластите се трансформираат во солидни траки и нивниот централен дел постепено се канализира. Според тоа, првобитните ембрионални крвни садови претставуваат ендотелни цевки со константен дијаметар [1].

Во третата недела од ембрионалниот развој се формираат две големи ендотелни цевки кои лежат пред примитивниот фаринкс и под мандибуларните лаци на ембрионот. Овие цевки во својот средиштен дел се спојуваат во единствена срцева цевка. Од дисталните неспоени делови на ендотелните цевки се развиваат вителинските вени, додека од проксималните сегменти се развива вентралната аорта. Истовремено, зад примитивниот фаринкс се развиваат две дорзални аорти кај кои во дисталниот дел доаѓа до фузија. На секоја страна вентралната и дорзалните аорти се споени меѓусебно со помош на шест брахиогени, односно цервикални интерсегментални артерии. Во четвртата недела од ембрионалниот развој првата и втората брахиогена артерија involуираат. Од третиот пар брахиогени артерии се формира почетниот дел на внатрешната каротидна артерија. Од четвртиот пар брахиогени артерии, на десната страна, се формира потклучната артерија, додека на левата страна се формира лакот на аортата. Петтиот пар брахиогени артерии многу често не се развива. Од шестиот пар брахиогени артерии се формираат десната и левата белодробна артерија. Овие промени кај брахиогените артерии предизвикуваат и промени во развојот на вентралната аорта. Од проксималните делови на вентралната аорта се развиваат примарните надворешни каротидни артерии. Од делот на вентралната аорта што се наоѓа меѓу 3 и 4 брахиогена артерија се развива заедничката каротидна артерија. Делот од вентралната аорта помеѓу 4 и 6 брахиогена артерија на десната страна го формира брахиоцефаличното стебло, додека на левата страна ја формира асцендентната аорта. Проксималните делови од дорзалната аорта над ниво на третата брахиогена артерија го формираат дисталниот дел од десната и левата заедничка каротидна артерија. На двете страни доаѓа до регресија на дорзалната аорта помеѓу 3 и 4 брахиогена артерија, дополнително на десната страна доаѓа до регресија на спојот со левата дорзална аорта. На ова ниво на десната страна се формира дисталниот дел на потклучната артерија, додека од левата дорзална аорта се формира дефинитивната десцендентна аорта [1, 6, 44].

Примитивната внатрешна каротидна артерија се формира кај ембрион со должина од 3 mm околу 24 ден од ембрионалниот развој. Третата брахиогена артерија го формира нејзиниот почетен дел, додека дорзалната аорта го формира остатокот. Кај ембрион со должина од 4 mm или околу 28 ден од ембрионалниот развој од кранијалните сегментални артерии, се формираат надолжни неврални плексуси од кои подоцна ќе се формира базиларната артерија [1, 6, 44, 45].

Кај ембрион со должина од 5 до 9 mm од 29 до 33 ден од ембрионалниот развој започнува меѓусебно спојување на надолжните садови од кои се формира базиларната артерија. Истовремено, каудалниот сегмент на внатрешната

каротидна артерија сè повеќе се развива и се спојува со проксималниот дел на базиларната артерија. Во овој период од ембрионалниот развој, примитивната тригеминална артерија е добро развиена. Крвта циркулира во ростро-каудален правец, што значи дека целиот примитивен мозок се снабдува со крв преку каротидниот систем [1].

На крај започнува развојот на `рбетната артерија. `Рбетната артерија почнува да се формира кај ембрион со должина од 9 mm, а потполно е формирана кај ембрион со должина од 11,5 mm. `Рбетната артерија се формира од субокципиталната артерија и првите шест цервикални интерсегментални артерии. Помеѓу овие крвни садови се формираат лонгитудинални `рбетни плексуси. Непосредно по настанувањето на сплетовите исчезнуваат нивните споеви со дорзалната аорта. Останува само спојот на ниво на шестата интерсегментална артерија кој овозможува одвојување на идната `рбетна артерија од потклучната артерија. Кога ембрионот ќе достигне должина од 14 mm околу 38 ден од ембрионалниот развој, примитивните `рбетни артерии ја губат врската со дорзалната аорта и се спојуваат со примитивната базиларна артерија [1].

Кога ембрионот ќе достигне должина од 40 mm, околу 52 ден од ембрионалниот развој, сите мозочни артерии се дефинитивно формирани и се слични со соодветните артерии во постнаталниот период [1].

Од 6 до 8 недела од ембрионалниот развој примитивниот циркулаторен модел се трансформира во дефинитивниот артериски аранжман. Конверзијата на примарниот ембрионален циркулаторен систем во адултна конфигурација ги вклучува следните чекори: дегенерација на одделни примитивни крвни садови, хипертрофија на одредени примитивни крвни садови, анастомозирање и/или фузија на одредени примитивни крвни садови, поделба на одредени примитивни крвни садови во два, губење на конекцијата помеѓу одредени примитивни крвни садови и формирање на нови крвни садови [45].

Добро е познато дека варијациите во потеклото на `рбетната артерија настануваат како резултат на аберантни анастомози во кој било период од ембрионалниот развој на аортниот лак или цервикалните интерсегментални артерии [44, 45].

2. МОТИВ ЗА ИЗРАБОТКА НА СТУДИЈАТА

Денес, во современата клиничка дијагностика, вертебробазиларниот систем и неговите гранки се предмет на артериографски испитувања, ултразвучни и доплер прикажувања, испитувања со магнетна резонанца и компјутеризирана томографија. Успешната реализација на наведените дијагностички методи и на големиот дијапазон на интервентни процедури во радиологијата и во хирургијата, налага детално познавање на анатомијата на вертебробазиларниот систем, особено на неговите анатомски варијации.

Класичните анатомски студии, согласно со светските истражувања, ги опишуваат морфолошките карактеристики и варијациите на вертебробазиларниот систем. Имајќи го во предвид фактот дека во Р. Македонија постои недостиг на податоци за морфолошките карактеристики на вертебробазиларниот систем во нашата популација, се наметнува потребата од нови истражувања со кои ќе се добијат нови, релевантни податоци за оваа проблематика.

Од наведеното, јасно произлегува и мотивот за мојот ангажман во истражување на анатомијата на вертебробазиларниот систем. Оваа студија ќе обезбеди сознанија за морфолошките карактеристики на вертебробазиларниот систем кај нашата популација, како и нивно споредување со податоците објавени во светската литература.

3. ЦЕЛИ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО

А. Да се утврдат морфолошките и топографските карактеристики на фронталната артерија во однос на:

1. потеклото на артеријата (вообичаено и варијабилно);
2. присуството на извртеност на артериското стебло;
3. нивото на влез на артеријата во напречниот отвор на прешленот (вообичаено и варијабилно);
4. дијаметарот на артериското стебло и неговите варијации;
5. гранките на артеријата: број, видови и дистрибуција.

Б. Да се утврдат морфолошките и топографските карактеристики на базилярната артерија во однос на:

1. должината и дијаметарот на артеријата и нивните варијации;
2. формата на артериското стебло;
3. гранките на артеријата: број, видови и дистрибуција.

4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДИ

Трудот претставува проспективна студија. За изработка на оваа докторска дисертација добиено е одобрение од Етичкиот комитет за истражување на луѓе при Медицински Факултет во Скопје. Трудот е работен на Институтот за анатомија и Универзитетската клиника за радиологија.

4. 1. МАТЕРИЈАЛ

Испитувањето на морфолошките карактеристики на вертебробазиларниот систем се спроведе на Клиниката за радиологија и на Институтот за анатомија. Оваа студија претставува анатомска анализа на слики на пациенти кои поради оправдани медицински причини се упатени за иследување. Во студијата се вклучени испитаници од двата пола, постари од 18 години. За реализирање на оваа студија се користат два метода, и тоа компјутеризирана томографска ангиографија (КТА) и дигитална суптракциона ангиографија (ДСА). Испитаниците се поделени во две независни групи. Првата група е составена од 103 испитаници што се прегледани со КТА. Втората група се состои од 55 испитаници што се прегледани со ДСА, според методот на Селдингер. Откако прегледот беше реализиран, пристапивме кон реконструкција на прегледот и анализа на податоците.

Критериуми за вклучување на пациентите во ова истражување се: главоболка, болка во пределот на вратот, вртоглавица, тинитус, синкопа, аневризма, симптоми на транзиторни исхемични атаки или мозочен удар, диплопија, визуелни нарушувања, атаксија и неопластични процеси.

Критериуми за исклучување на пациентите од оваа студија се: пациенти со алергија на контрастниот материјал, клаустрофобија, акутна бубрежна инсуфициенција, телесна тежина поголема од 120 kg.

4. 2. МЕТОДИ

Пред прегледот секој пациент детално беше информиран за целите на студијата и за тоа како ќе се одвива прегледот. Пред да се реализира прегледот, испитаниците дадоа устен одговор на неколку прашања во врска со нивната општа здравствена состојба.

4. 2. 1. Испитување со КТА

Прегледот се спроведе на мултидетекторски апарат за компјутеризирана томографија MDCT, Siemens Definition AS, 128 Slices, SYNGO Software, (Gantry rotation speed of 0.6 s; tube voltage of 120 kV; tube current 280 mAs; collimation of 0.75 mm; and pitch of 1) интервал 128 x 0.625 и одложен интервал на скенирање од 20 s.

4. 2. 2. Подготовка на испитаниците и спроведување на прегледот со КТА

Со цел да се добие адекватна визуализација на крвните садови, испитаникот треба да биде адекватно подготвен за прегледот. При снимање на мозочните крвни садови, испитаникот треба да биде гладен најмалку 4 до 8 часа пред снимањето. Пред испитувањето со КТА на испитаникот му се советува да го отстрани накитот и другите метални предмети од себе за да нема артефакти што ќе создаваат пречки при анализа на резултатите. За време на испитувањето испитаникот е легнат на грб и му се советува да остане мирен. Скенирањето се врши во каудокранијален правец. Скенирањето се прави од лакот на аортата до париеталната коска, со поединечна дебелина на скенираните слоеви од 0,6 mm.

Во првиот акт кај испитаникот е направена нативна серија, потоа, за визуализација на крвните садови на испитаникот, интравенски му е администриран јоден контраст. За визуализација на крвните садови во оваа студија зависно од телесната тежина на пациентите, се користеше од 80 до 100 ml јоден контраст Omnipaque 300 mg I/ml. Администрацијата на контрастот се врши со брзина од 3 ml/sec, преку интравенска браунила која се поставува во кубиталната вена. По вбригувањето на контрастот, се дава во болус физиолошки раствор, со цел да се поттисне контрастот и на тој начин да се подобри визуализацијата на крвните садови. По давањето на контрастот, во вториот акт се спроведува одложено скенирање во фаза на максимална опацификација на крвните садови. За да се избегне појава на артефакти, за време на скенирањето, кое трае неколку секунди на пациентот му се советува длабоко да земе воздух и да не диши. Доколку пациентот не е во состојба да го задржи воздухот, скенирањето се изведува при плитко дишење на пациентот. По завршување на прегледот, на испитаникот му се дава совет да пие повеќе течности за да се забрза елиминацијата на контрастниот материјал од организмот. По завршување на прегледот испитаникот може да се врати на своите секојдневни активности.

По скенирањето податоците од прегледот се префрлаат на работна станица каде што се врши техничка обработка и реконструкција на сликите. На работната

станица за обработка на сликите се користат четири техники на визуализација, и тоа: maximum intensity projection-MIP; мултипланарна реконструкција MPR; shaded surface display (SSD); four-dimensional CTA with volume rendering (VR). Првите две техники се користат за надворешна визуализација на крвните садови, додека последните две техники се користат за внатрешна ендолуминална визуализација на крвните садови.

4.2.3. Испитување со ДСА

Прегледот се спроведе на апарат за ДСА од производителот Shimadzu.

4.2.4. Подготовка на испитаниците и спроведување на прегледот со ДСА

Пред испитувањето неопходна е адекватна подготовка на испитаниците за самото испитување. Испитаниците треба да бидат гладни од 8 до 12 часа пред прегледот со ДСА. Пред испитувањето, на испитаникот му се советува да го отстрани накитот и другите метални предмети од себе.

При преглед со ДСА пациентот е легнат на грб. Со помош на специјален држач се мести главата на испитаникот за да не ја мрда за време на испитувањето. Процедурата се изведува со локална или со општа анестезија во асептични услови. Регијата каде што се прави пункција се бричи, се стерилизира и се покрива со стерилен чаршав. На местото каде што се прави пункција на испитаникот му се дава околу 10 ml локален анестетик лидокаин. Со помош на скалпел се прави мал рез на кожата во должина од околу 1 cm и со помош на пеан, резот се шири. Со употреба на игла од 18 G се пунктира феморалната артерија. По направената пункција преку иглата во артеријата се внесува метална жица-водач. Потоа иглата се вади и преку жицата-водач се внесува интродјусерот. Откако ќе го внесеме и фиксираме интродјусерот, се вади жицата-водач и се проплакнува со физиолошки раствор. Преку интродјусерот внесуваме катетер, со чија помош се движиме низ крвните садови. За време на процедурата даваме од 6 до 9 ml контраст Ultravist 300 mg I/ml и флуороскопски ја контролираме и ја следиме положбата на катетерот на монитор. При давање на контрастниот материјал, испитаникот може да почувствува топлина во пределот на тилот, но оваа појава е минлива и се губи за неколку секунди. Затоа, усно му кажуваме на испитаникот дека тоа е нормална појава при прегледот. Кога ќе стасаме со катетерот во аортниот лак, се насочуваме кон потклучната артерија и правиме селективна ангиографија на лобната артерија.

По завршување на постапката, се отстранува катетерот и на местото каде што сме пунктирале мануелно потискаме со стерилна газа за да спречиме појава на крварење. Мануелната компресија врз феморалната артерија трае околу 10 до 15 минути со цел да се сопре крварењето од артеријата. По завршување на процедурата пациентот се хоспитализира и во наредните 24 часа е под медицинска контрола.

Сите податоци од прегледот се складираат на работна станица. По завршување на прегледот следува процес на обработка и реконструкција на прегледот на работна станица, кога се бараа соодветни проекции во кои најдобро се прикажуваат анализираните параметри.

4.2.5. Анализа на сликите

По завршената обработка и реконструкција на сликите следува евакуација на негативоскоп. Евалуацијата на сликите се спроведува со читање на сликите со „голо око“. Ваквата анализа на сликите ни обезбедува податоци за потеклото на `рбетната артерија, нивото на влез на `рбетната артерија во напречниот израсток на прешленот, присуството на извртеност на `рбетната артерија и одвојувањето на бочните гранки на `рбетната артерија. Преку анализата со голо око добивме податоци за формата на базиларната артерија и потеклото на бочните гранки на базиларната артерија.

Нумеричките вредности на крвните садови се одредуваат со користење на компјутерска програма SYNGO Software; анализа на крвни садови, каде што со помош на алатки за мерење ги одредивме дијаметарот и должината на крвните садови.

За одредување на аголот на спојување помеѓу десната и левата `рбетна артерија во оваа студија се употребуваше агломер.

4.3. СТАТИСТИЧКА АНАЛИЗА

За статистичка анализа на добиените резултати во текот на истражувањето направивме база на податоци во статистичкиот програм SPSS for Windows 13,0. Во текот на компјутерската анализа се користеа следните статистички методологии:

- Дистрибуција на фреквенции (апсолутна и релативна застапеност) за прикажување на категориските белези, односно параметри;
- Дескриптивни методи (мерки на централна тенденција-просек, медијана, минимални, максимални вредности, и перцентили) и (мерки на отстапување-

стандардна девијација, стандардна грешка), за прикажување на квантитативните белези, односно параметри ;

- За тестирање на значајноста на разликите меѓу анализираните параметри, се користеа во зависност од карактерот на податоците, односно нивната дистрибуција непараметарски (Chi-square test, Fisher exact test, Mann-Whitney U test, Kruskal-Wallis ANOVA) и параметарски тестови (t-test for independent samples, Analysis of Variance, ANOVA-MANOVA Factorial analysis);

- За ниво на сигнификантност, односно значајност беше земена вредноста на $p < 0,05$, а за високо сигнификантна вредноста на $p < 0,01$.

5. РЕЗУЛТАТИ

Обработениот материјал опфаќа резултати добиени од истражувањето спроведено над 158 испитаници поделени во две групи. Првата група ја сочинуваат 103 испитаници, испитувани со КТА. Втората група ја сочинуваат 55 испитаници, испитувани со ДСА според методот на Селдингер.

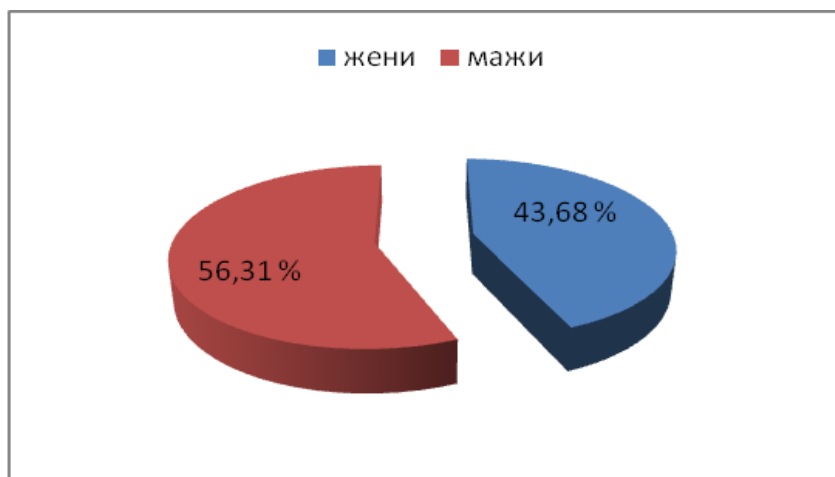
5. 1. РЕЗУЛТАТИ ОД СТУДИЈАТА СПРОВЕДЕНА СО КТА

5. 1. 1. Дистрибуција на испитаници според пол

Испитуваниот примерок се состои од 103 серии на слики на испитаници добиени со КТА од кои 45 (43,68%) се од женски пол, а 58 (56,31%) се од машки пол (табела 1, слика 1).

Табела 1. Дистрибуција на испитаниците според пол

Дистрибуција на испитаниците според пол	N	%
<i>Жени</i>	45	43,68
<i>Мажи</i>	58	56,31
<i>Вкупно</i>	103	100



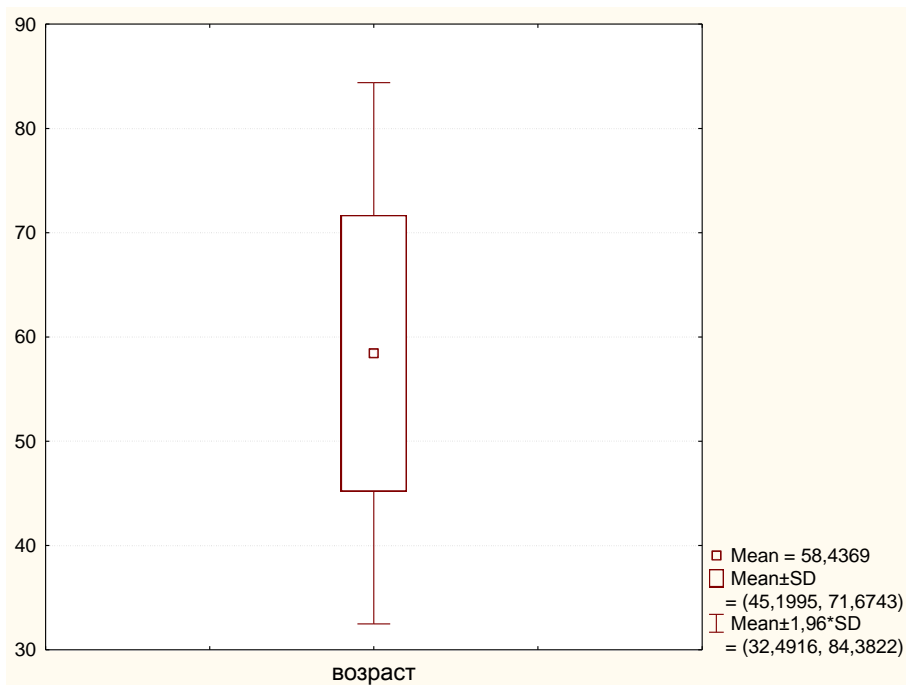
Слика 1. Дистрибуција на испитаниците според пол

5. 1. 2. Дистрибуција на испитаниците според возраст

Средната возраст на испитаниците анализирани со КТА изнесува $58,43 \pm 13,23$ години. Најмладиот испитаник е на возраст од 25 години. Возраста на најстариот испитаник изнесува 82 години (табела 2, слика 2).

Табела 2. Возраст-мерки на централната тенденција

Варијабла	Дескриптивна статистика			
<i>Дистрибуција на испитаниците според возраст</i>	Min	Max	Mean	SD
	25	82	58,43	13,23



Слика 2. Возраст - мерки на централната тенденција

5. 1. 3. Дистрибуција на испитаниците според потеклото на `рбетната артерија

Во оваа студија одредено е потеклото на `рбетната артерија. Левата `рбетна артерија кај 97 (94,17%) испитаници излегува како прва бочна гранка од левата потклучна артерија. Кај 6 (5,82%) испитаници левата `рбетна артерија се издвојува како четврта гранка од лакот на аортата (табела 3, слика 3, 4, 5, 6).

Табела 3. Потекло на левата `рбетна артерија

Потекло на левата `рбетна артерија	N	%
<i>Лева потклучна артерија</i>	97	94,17
<i>Аортен лак</i>	6	5,82
<i>Вкупно</i>	103	100



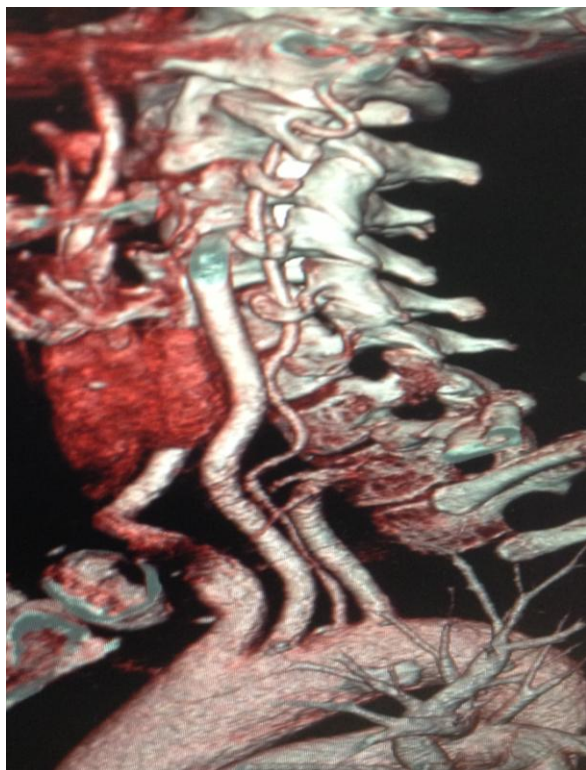
Слика 3. Потекло на левата `рбетна артерија



Слика 4. Излез на левата `рбетна артерија од левата потклучна артерија



Слика 5. Издвојување на левата `рбетна артерија од левата потклучна артерија и издвојување на десната `рбетна артерија од десната потклучна артерија



Слика 6. Излез на левата `рбетна артерија од лакот на аортата како трета гранка помеѓу левата заедничка каротидна артерија и левата потклучна артерија

Во оваа студија, кај 102 (99,02%) испитаници десната `рбетна артерија излегува како прва бочна гранка од десната потклучна артерија. Кај 1 (0,97%) испитаник десната `рбетна артерија излегува од десната заедничка каротидна артерија (табела 4, слика 5, 7, 8).

Табела 4. Потекло на десната `рбетна артерија

Потекло на десната `рбетна артерија	N	%
<i>Десна потклучна артерија</i>	102	99,02
<i>Десна заедничка каротидна артерија</i>	1	0,97
<i>Вкупно</i>	103	100



Слика 7. Потекло на десната `рбетна артерија



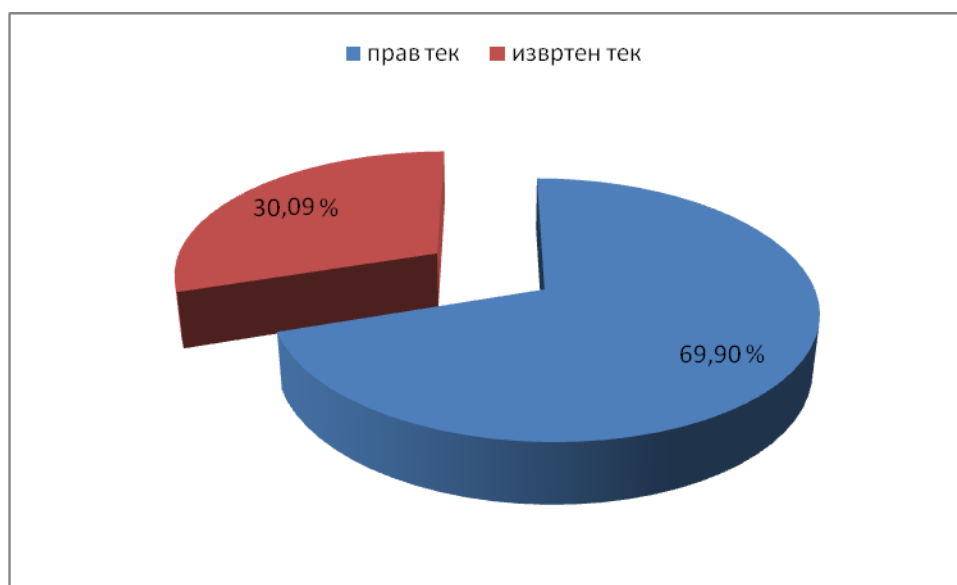
Слика 8. Издвојување на десната `рбетна артерија од деснаата заедничка каротидна артерија

5. 1. 4. Дистрибуција на испитаниците според извртеност на `рбетната артерија

Во ова истражување, кај 72 (69,90%) испитаници постои прав тек на левата `рбетна артерија. Кај 31 (30,09%) испитаник, кај левата `рбетната артерија се регистрира извртеност на артериското стебло (табела 5, слика 9).

Табела 5. Извртеност на левата `рбетна артерија

Извртеност на левата `рбетна артерија	N	%
<i>Прав тек на `рбетната артерија</i>	72	69,90
<i>Извртен тек на `рбетната артерија</i>	31	30,09
<i>Вкупно</i>	103	100

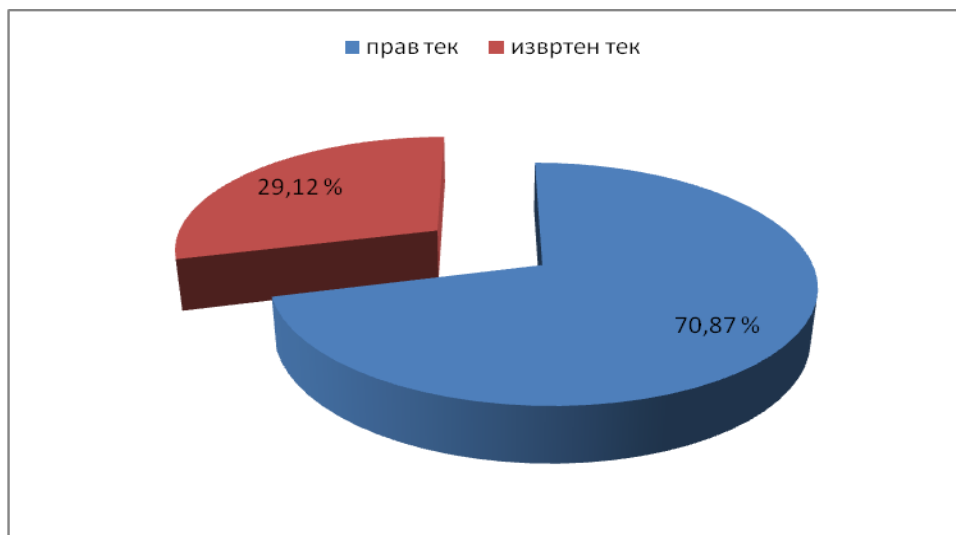


Слика 9. Извртеност на левата `рбетна артерија

Во оваа студија, кај 73 (70,87%) испитаници десната `рбетна артерија има прав тек. Кај 30 (29,12%) испитаници постои извртеност на стеблото на десната `рбетна артерија (табела 6, слика 10).

Табела 6. Извртеност на десната `рбетна артерија

<i>Извртеност на десната `рбетна артерија</i>	N	%
<i>Прав тек на `рбетната артерија</i>	73	70,87
<i>Извртен тек на `рбетната артерија</i>	30	29,12
<i>Вкупно</i>	103	100

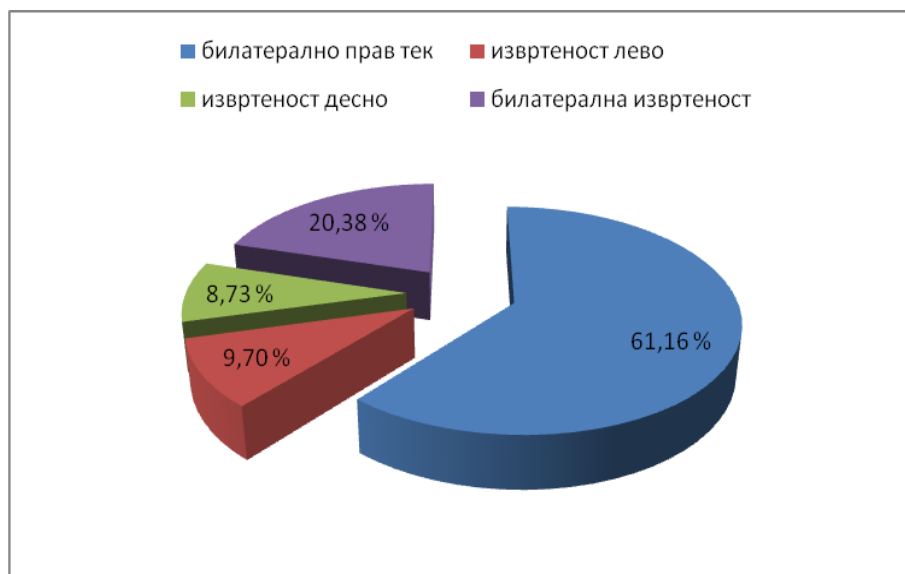


Слика 10. Извртеност на десната `рбетна артерија

Унилатерална извртеност на `рбетната артерија се среќава кај 19 (18,44%) испитаници во оваа серија. Во испитуваната серија, кај 10 (9,70%) испитаници се јавува унилатерална извртеност на левата `рбетна артерија. Кај 9 (8,73%) испитаници постои унилатерална извртеност на десната `рбетна артерија. Билатерална извртеност на левата и на десната `рбетна артерија е регистрирана кај 21 (20,38%) испитаник (табела 7, слика 11).

Табела 7. Дистрибуција на унилатерална и билатерална извртеност на `рбетната артерија

Дистрибуција на унилатерална и билатерална извртеност	N	%
<i>Билатерално прав тек</i>	63	61,16
<i>Унилатерална извртеност на левата `рбетна артерија</i>	10	9,70
<i>Унилатерална извртеност на десната `рбетна артерија</i>	9	8,73
<i>Билатерална извртеност на `рбетната артерија</i>	21	20,38
<i>Вкупно</i>	103	100



Слика 11. Дистрибуција на унилатерална и билатерална извртеност на `рбетната артерија

Табела 8. Поврзаност помеѓу возраста на пациентот и извртеноста на `рбетната артерија

Корелација помеѓу возраста на пациентот и извртеноста на `рбетната артерија	Возраст	Нема извртеност		Унилатерална извртеност		Билатерална извртеност	
		<i>N</i>	%	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%
	<40	12	19,5	0	0	0	0
	40-60	37	58,73	8	42,11	0	0
	> 60	14	22,22	11	57,89	21	100
	Вкупно	63	100	19	100	21	100

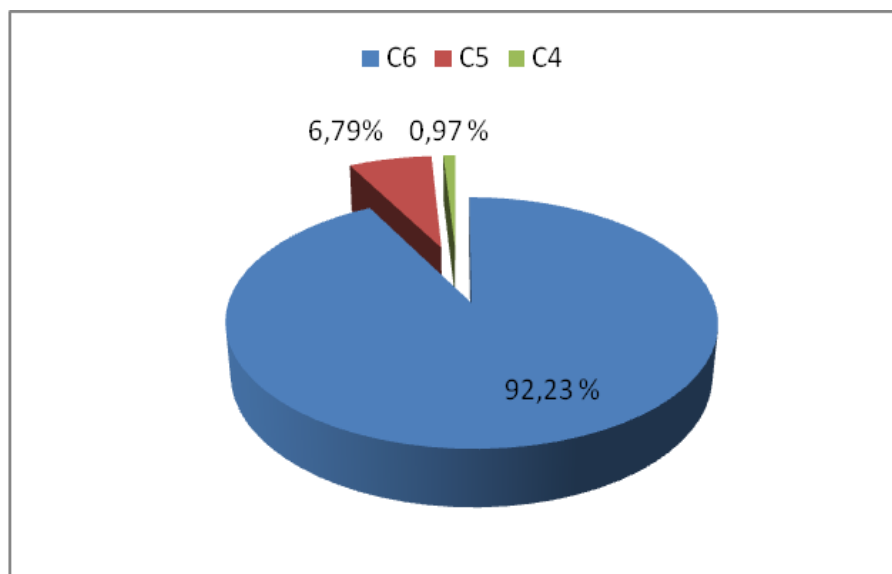
Во табела 8 е прикажана поврзаноста помеѓу извртеноста на `рбетната артерија и возраста на пациентите. Како што се забележува од добиените резултати, извртеност на левата и десната `рбетната артерија многу почесто се среќава кај повозрасните испитаници. Левата и десната `рбетна артерија, кај испитаниците што се помлади, многу почесто имаат прав тек. Добиените резултати укажуваат дека постои корелација помеѓу извртеноста на `рбетната артерија и возраста на испитаниците.

5. 1. 5. Дистрибуција на испитаниците според нивото на влез на `рбетната артерија во напречниот отвор на прешленот

Левата `рбетна артерија, кај 95 (92,23%) испитаници, влегува во напречниот отвор на ниво на шестиот вратен прешлен. Кај 6 (6,79%) испитаници левата `рбетна артерија влегува во напречниот отвор на ниво на петтиот вратен прешлен. Кај 1 (0,97%) испитаник регистриран е влез на левата `рбетна артерија на ниво на четвртиот вратен прешлен (табела 9, слика 12, 14, 15).

Табела 9. Ниво на влез на левата `рбетна артерија во напречниот отвор на вратните прешлени

Ниво на влез на левата `рбетна артерија во напречниот отвор	N	%
<i>Шести вратен прешлен</i>	95	92,23
<i>Петти вратен прешлен</i>	7	6,79
<i>Четврти вратен прешлен</i>	1	0,97
Вкупно	103	100



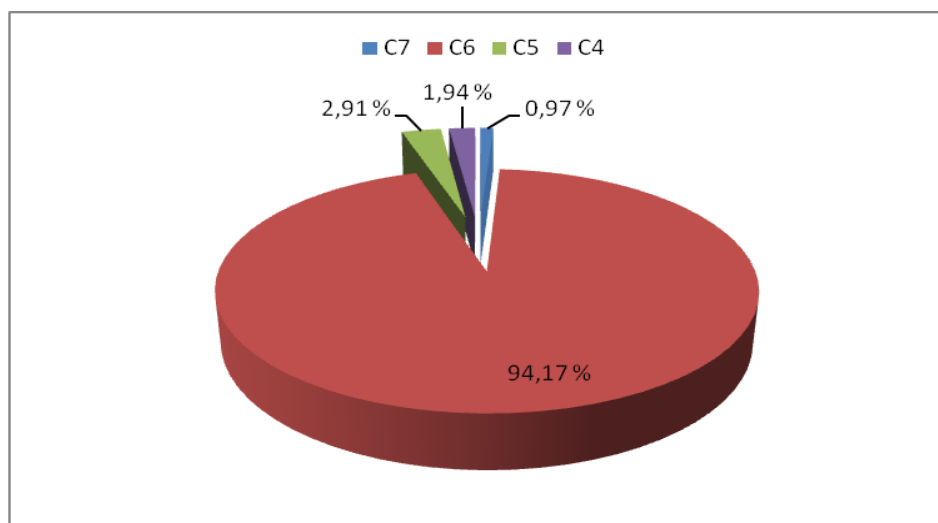
Слика 12. Ниво на влез на левата `рбетна артерија во напречниот отвор на вратните прешлени

Во анализираната серија, кај 97 (94,17%) испитаници десната `рбетна артерија влегува во напречниот отвор на ниво на шестиот вратен прешлен, што претставува најчесто ниво на влез. Варијабилно ниво на влез е забележано кај 6 испитаници. Кај 3 (2,91 %) испитаници, десната `рбетна артерија влегува во напречниот отвор на ниво на петтиот вратен прешлен. Десната `рбетна артерија влегува во напречниот отвор на ниво на четвртиот вратен прешлен кај 2 (1,94%) испитаници. Кај 1 (0,97%) испитаник е регистриран влез на десната `рбетна

артеријатво напречниот отвор на ниво на седмиот вратен прешлен (табела 10, слика 13, 14, 16, 17).

Табела 10. Ниво на влез на десната `рбетна артерија во напречниот отвор на вратните прешлени

Ниво на влез на десната `рбетна артерија во напречниот отвор	N	%
<i>Седми цервикален прешлен</i>	1	0,97
<i>Шести цервикален прешлен</i>	97	94,17
<i>Петти цервикален прешлен</i>	3	2,91
<i>Четврти цервикален прешлен</i>	2	1,94
<i>Вкупно</i>	103	100



Слика 13. Ниво на влез на десната `рбетна артерија во напречниот отвор на вратните прешлени

Табела 11. Поврзаност помеѓу потеклото на левата `рбетна артерија и нивото на влез во напречниот отвор на прешленот на левата `рбетна артерија

Варијабла	N (%)		
	Ниво на влез	Потклучна артерија	Аортен лак
Поврзаност помеѓу потеклото на левата `рбетна артерија и нивото на влез во напречниот отвор на прешленот	C6	96 (97,94%)	0
	C5	2 (2,06%)	5 (83,33%)
	C4	0	1 (16,67%)
		97	6

Во табела 11 е прикажана асоцираноста помеѓу потеклото и нивото на влез во напречниот отвор на вратните прешлени кај левата `рбетната артерија. Како што се забележува од добиените резултати, може да се заклучи дека левата `рбетна артерија, со потекло од левата потклучна артерија, почесто влегува во напречниот отвор на ниво на шестиот цервикален прешлен. Кај испитаниците со варијабилно потекло на левата `рбетна артерија од лакот на аортата се забележува дека влезот е почест на ниво на петтиот и четвртиот вратен прешлен. Добиените резултати укажуваат дека постои поврзаност помеѓу потеклото на левата `рбетна артерија и нивото на влез во напречниот отвор на прешленот.

Во табела 12 е прикажана дистрибуцијата на потеклото на десната `рбетна артерија во однос на нивото на влез во напречниот отвор на прешленот. Како што се забележува од добиените резултати, може да се заклучи дека десната `рбетна артерија, со потекло од десната потклучна артерија, најчесто навлегува во напречниот отвор на ниво на шестиот цервикален прешлен. Кај испитаниците со варијабилно потекло на десната `рбетна артерија од заедничката каротидна артерија се забележува дека влезот е на ниво на петтиот цервикален прешлен.

Табела 12. Поврзаност помеѓу потеклото на десната ѓрбетна артерија и нивото на влез во напречниот отвор на прешленот на десната ѓрбетна артерија

Варијабла	N (%)		
	Ниво на влез	Потклучна артерија	Заедничка каротидна артерија
<i>Поврзаност помеѓу потеклото на десната ѓрбетна артерија и нивото на влез во напречниот отвор на прешленот</i>	C7	1 (0,97%)	0
	C6	96 (94,12%)	0
	C5	3 (2,94%)	1 (100%)
	C4	2 (1,96)	0
		102	1



Слика 14. Влез на левата ѓрбетна артерија во напречниот отвор на ниво на шестиот вратен прешлен и приказ на влез на десната ѓрбетна артерија во напречниот отвор на ниво на шестиот вратен прешлен



Слика 15. Влез на левата `рбетна артерија во напречниот отвор на ниво на петтиот вратен прешлен и на десната `рбетна артерија во напречниот отвор на ниво на шестиот вратен прешлен



Слика 16. Влез на десната `рбетна артерија на ниво на петтиот вратен прешлен и левата `рбетна артерија на ниво на шестиот вратен прешлен



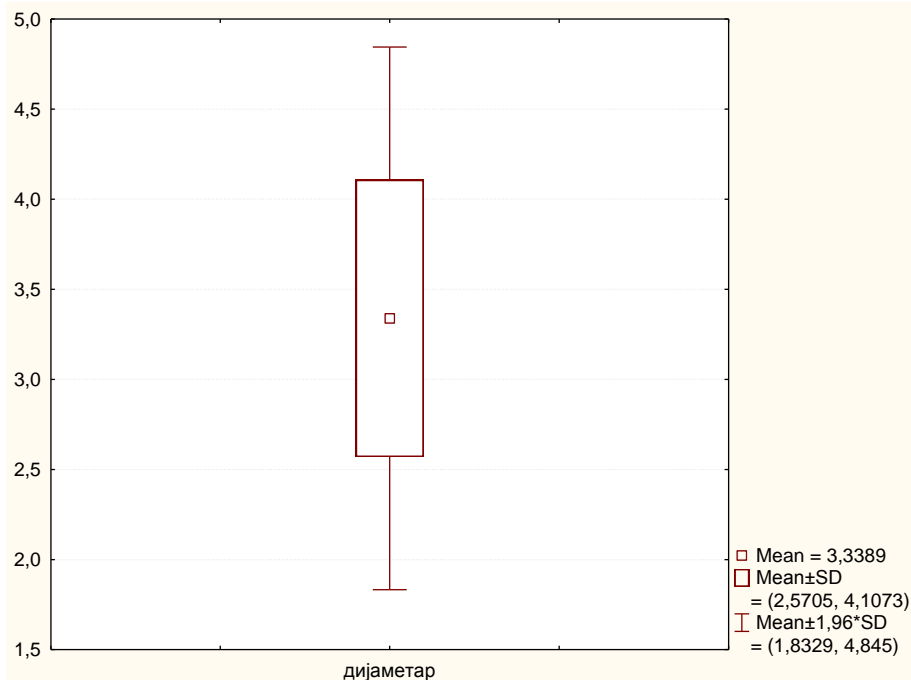
Слика 17. Приказ на влез на десната `рбетна артерија во напречниот отвор на ниво на четвртиот вратен прешлен

5. 1. 6. Дистрибуција на испитаниците според надворешниот дијаметар на `рбетната артерија

Минималната вредност на надворешниот дијаметар на левата `рбетна артерија изнесува 1,63 mm. Максималната вредност на надворешниот дијаметар на левата `рбетна артерија изнесува 4,80 mm. Средната вредност на надворешниот дијаметар на левата `рбетна артерија изнесува $3,33 \text{ mm} \pm 0,76 \text{ mm}$ (табела 13, слика 18).

Табела 13. Дијаметар на левата `рбетна артерија

Варијабла	Дескриптивна статистика			
<i>Дијаметар на левата `рбетна артерија (mm)</i>	Min	Max	Mean	SD
	1,63	4,80	3,33	0,76

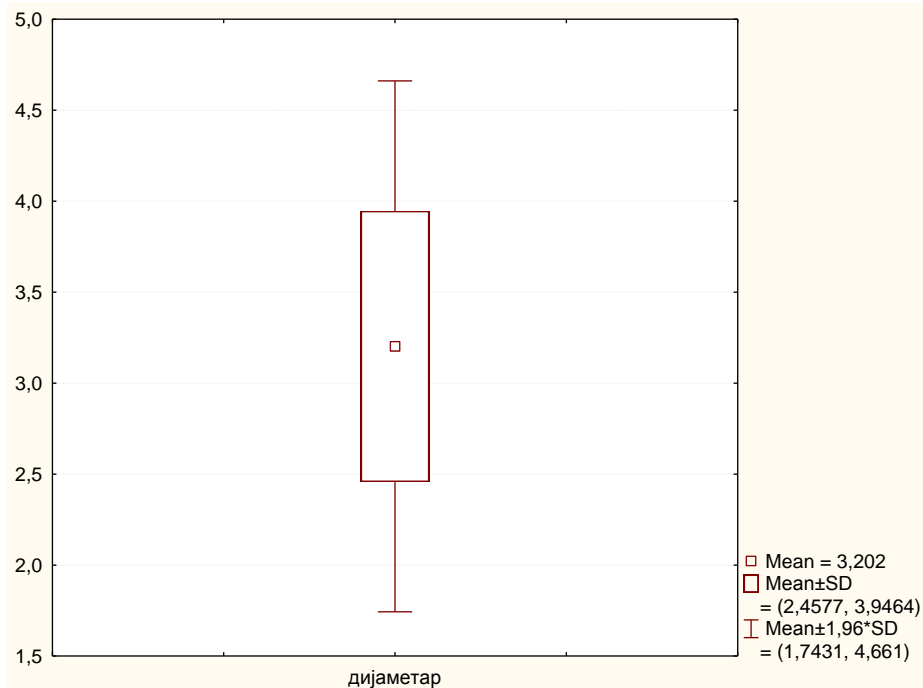


Слика 18. Дијаметар на левата `рбетна артерија

Минималната вредност на надворешниот дијаметар на десната `рбетна артерија во испитуваната серија изнесува 1,60 mm. Максималниот надворешен дијаметар на десната `рбетна артерија изнесува 5 mm. Средната вредност на надворешниот дијаметар на десната `рбетна артерија изнесува 3,20 mm \pm 0,74 mm (табела 14, слика 19).

Табела 14. Дијаметар на десната `рбетна артерија

Варијабла	Дескриптивна статистика			
Дијаметар на десната `рбетна артерија (mm)	Min	Max	Mean	SD
	1,60	5,00	3,20	0,74



Слика 19. Дијаметар на десната `рбетна артерија

Во оваа студија хипоплазија на `рбетната артерија е регистрирана кај 12 (11,64%) испитаници. Кај 5 (4,85%) испитаници се регистрира хипоплазија на левата `рбетна артерија (табела 15, слика 20, 23).

Табела 15. Хипоплазија на левата `рбетна артерија

Хипоплазија на левата `рбетна артерија	N	%
<i>Без хипоплазија</i>	98	95,14
<i>Присутна хипоплазија</i>	5	4,85
<i>Вкупно</i>	103	100



Слика 20. Хипоплазија на левата `рбетна артерија

Кај 7 (6,79%) испитаници се регистрира хипоплазија на десната `рбетната артерија (табела 16, слика 21, 24).

Табела 16. Хипоплазија на десната `рбетна артерија

Хипоплазија на десната `рбетна артерија	N	%
<i>Без хипоплазија</i>	96	93,20
<i>Присутна хипоплазија</i>	7	6,79
<i>Вкупно</i>	103	100

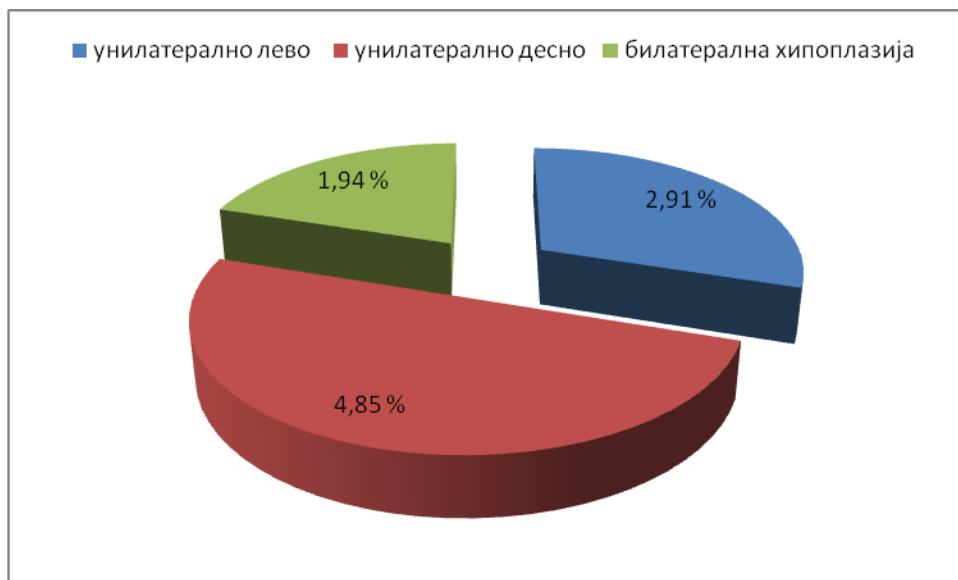


Слика 21. Хипоплазија кај десната `рбетна артерија

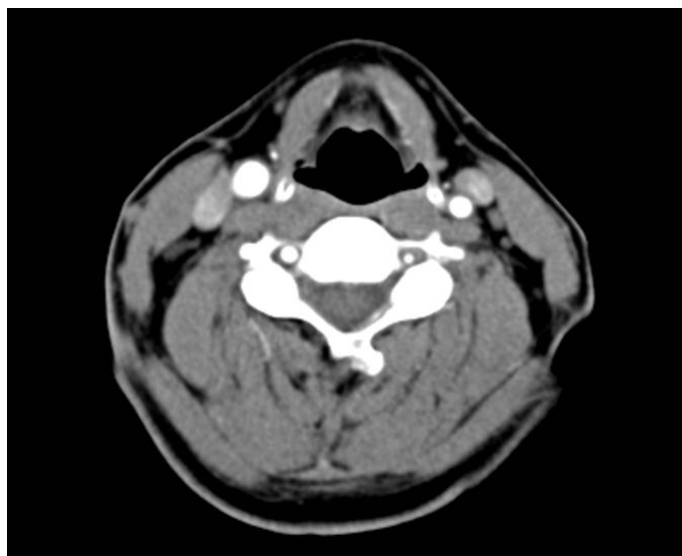
Во ова истражување кај 3 (2,91%) испитаници е регистрирана унилатерална хипоплазија на левата `рбетна артерија. Во испитуваната серија, кај 5 (4,85%) испитаници е регистрирана унилатерална хипоплазија на десната `рбетна артерија. Во оваа серија, кај двајца (1,94%) испитаници е регистрирана билатерална хипоплазија на `рбетната артерија. Во оваа студија не е утврдена аплазија на десната или на левата `рбетна артерија (табела 17, слика 22).

Табела 17. Дистрибуција на унилатерална и билатерална хипоплазија на `рбетната артерија

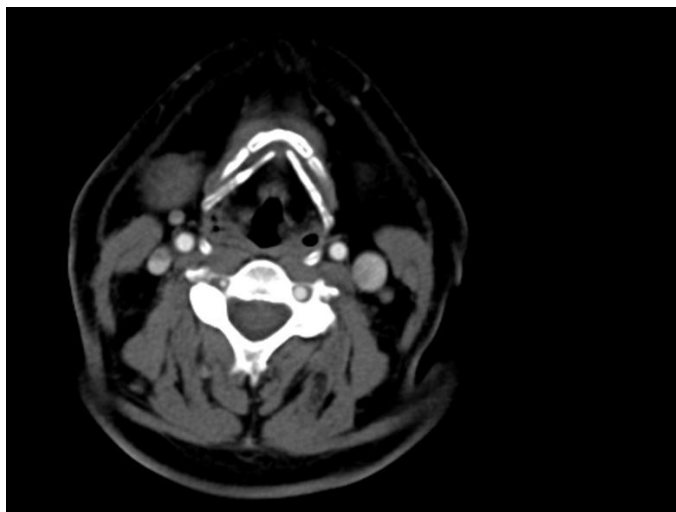
Дистрибуција на унилатерална и билатерална хипоплазија	N	%
<i>Унилатерална хипоплазија на левата `рбетна артерија</i>	3	2,91
<i>Унилатерална хипоплазија на десната `рбетна артерија</i>	5	4,85
<i>Билатерална хипоплазија на `рбетната артерија</i>	2	1,94



Слика 22. Дистрибуција на унилатерална и билатерална хипоплазија на `рбетната артерија



Слика 23. Трансверзален пресек со приказ на хипоплазија на левата `рбетна артерија

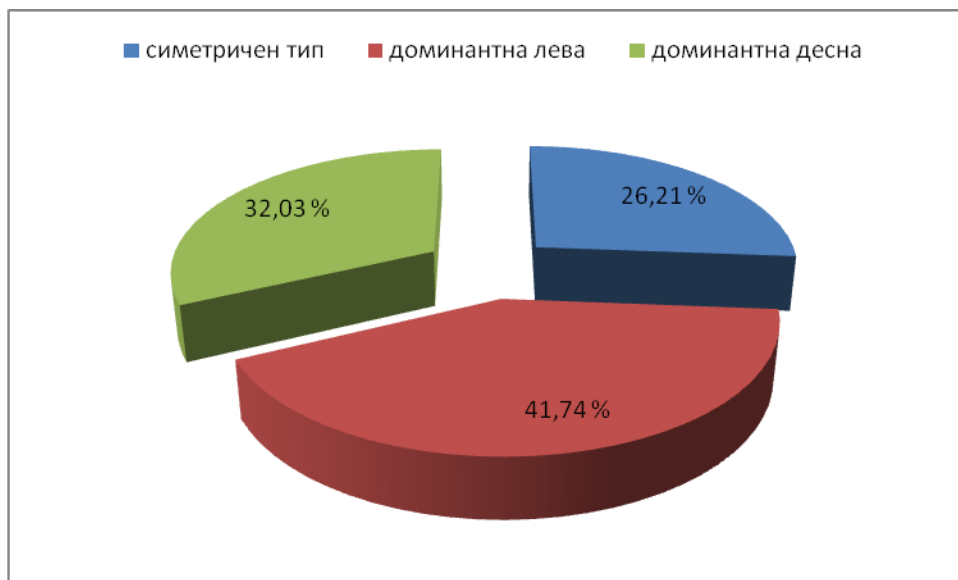


Слика 24. Трансверзален пресек со приказ на хипоплазија на десната `рбетна артерија

Во оваа серија доминантен тип на левата `рбетна артерија е регистриран кај 43 (41,74%) испитаници. Десната `рбетна артерија е доминантна кај 33 (32,03%) испитаници. Во анализираниот примерок, симетричен тип на `рбетна артерија е утврден кај 27 (26,21%) испитаници (табела 18, слика 25).

Табела 18. Дистрибуција на симетричен, лев доминантен и десен доминантен тип на `рбетна артерија

Дистрибуција на симетричен, лев и десен доминантен тип на `рбетна артерија	N	%
<i>Симетричен тип</i>	27	26,21
<i>Десен доминантен тип</i>	33	32,03
<i>Лев доминантен тип</i>	43	41,74
<i>Вкупно</i>	103	100



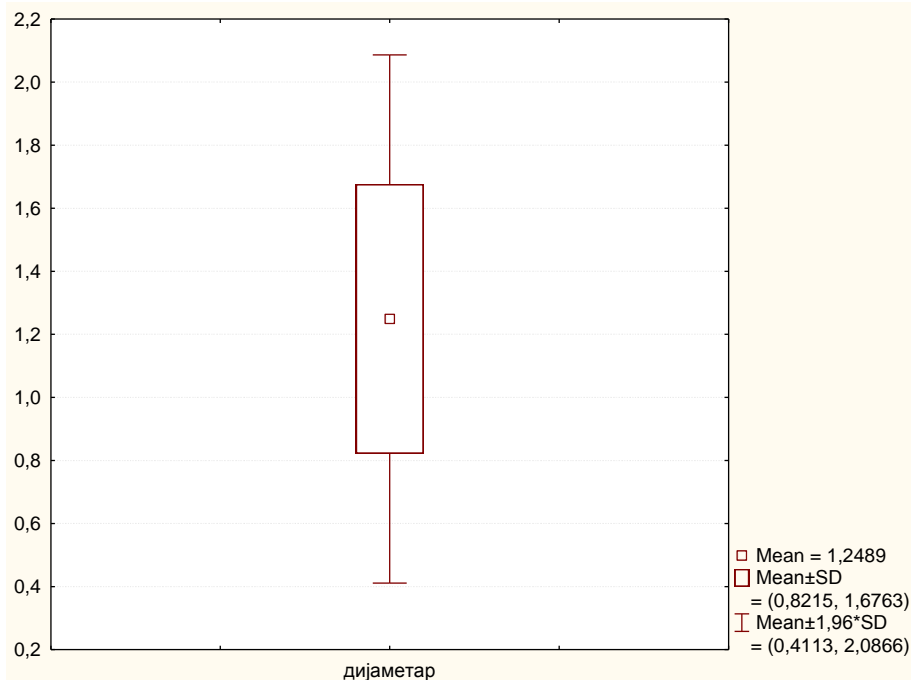
Слика 25. Дистрибуција на симетричен, лев доминантен и десен доминантен тип на `рбетна артерија

5. 1. 7. Дистрибуција на испитаници според број, видови и бочни гранки на `рбетната артерија

Минималната вредност на надворешниот дијаметар на левата PICA изнесува 0,46 mm. Максималната регистрирана вредност на надворешниот дијаметар на левата PICA изнесува 2,80 mm. Средната вредност на надворешниот дијаметар на левата PICA изнесува $1,24 \text{ mm} \pm 0,42 \text{ mm}$ (табела 19, слика 26).

Табела 19. Дијаметар на левата PICA

Варијабла	Дескриптивна статистика			
Дијаметар на левата PICA (mm)	Min	Max	Mean	SD
	0,46	2,80	1,24	0,42

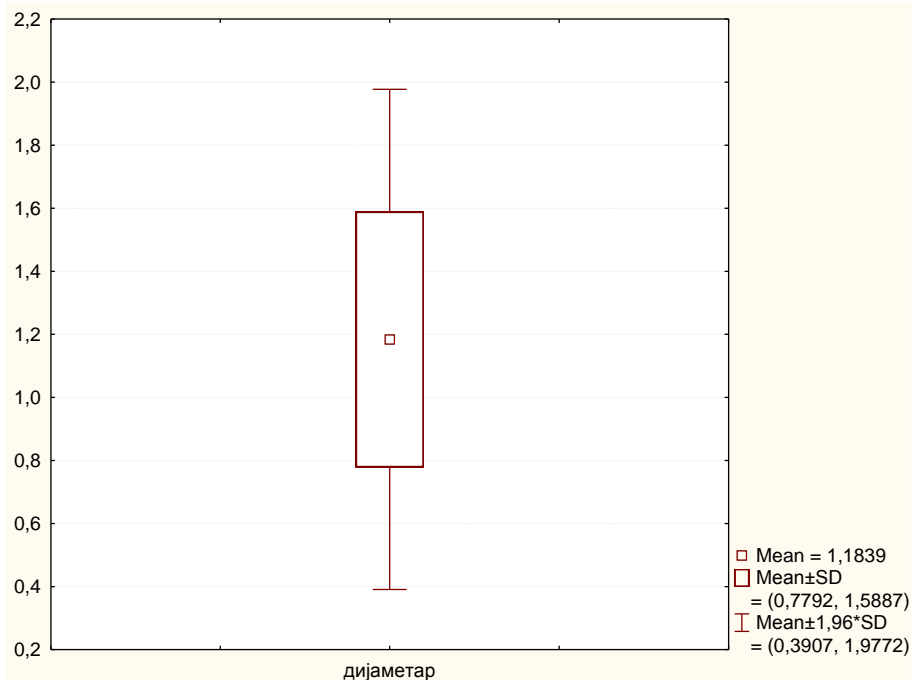


Слика 26. Дијаметар на левата PICA

Минималната регистрирана вредност на надворешниот дијаметар на десната PICA изнесува 0,54 mm. Максималната вредност на надворешниот дијаметар на десната PICA изнесува 2,50 mm. Средната вредност на надворешниот дијаметар на десната PICA изнесува 1,18 mm ± 0,40 mm (табела 20, слика 27).

Табела 20. Дијаметар на десната PICA

Варијабла	Дескриптивна статистика			
Дијаметар на десната PICA (mm)	Min	Max	Mean	SD
	0,54	2,50	1,18	0,40



Слика 27. Дијаметар на десната PICA

Во оваа студија е утврдено излезот на левата и десната PICA. Во студијата, кај 9 (8,73%) испитаници не е прикажан излезот и стеблото на PICA. Кај 94 (91,26%) испитаници е визуализирано и одредено потеклото на PICA. Во оваа студија, кај 90,42% од испитаниците левата PICA излегува од интракранијалниот дел на `рбетната артерија. Кај 4,25% од испитаниците левата PICA потекнува од базиларната артерија. Кај 5,31% од испитаниците е регистрирано потекло на левата PICA од екстракранијалниот дел на `рбетната артерија (табела 21, слика 28).

Табела 21. Потекло на левата PICA

Потекло на левата PICA	%
<i>Интракранијален дел на `рбетната артерија</i>	90,42
<i>Екстракранијален дел на `рбетната артерија</i>	5,31
<i>Базиларна артерија</i>	4,25



Слика 28. Потекло на левата PICA

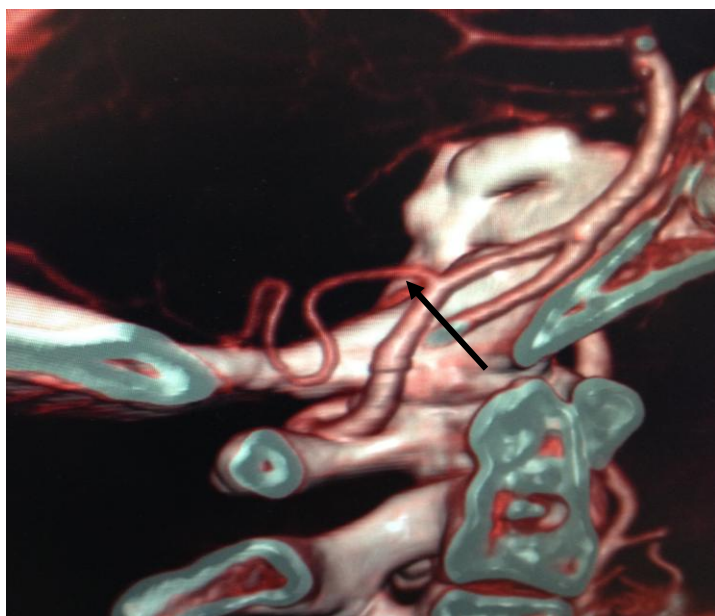
Во оваа студија, десната PICA потекнува од интракранијалниот дел на 'рбетната артерија кај 87,23% од испитаниците. Кај 4,25% од испитаниците десната PICA потекнува од екстракранијалниот дел на 'рбетната артерија. Кај 8,51% од испитаниците е регистрирано потекло на десната PICA од базиларната артерија (табела 22, слика 29, 30).

Табела 22. Потекло на десната PICA

Потекло на десната PICA	%
<i>Интракранијален дел на 'рбетната артерија</i>	87,23
<i>Екстракранијален дел на 'рбетната артерија</i>	4,25
<i>Базиларна артерија</i>	8,51



Слика 29. Потекло на десната PICA



Слика 30. Приказ на издвојувањето на десната PICA од десната вербетна артерија

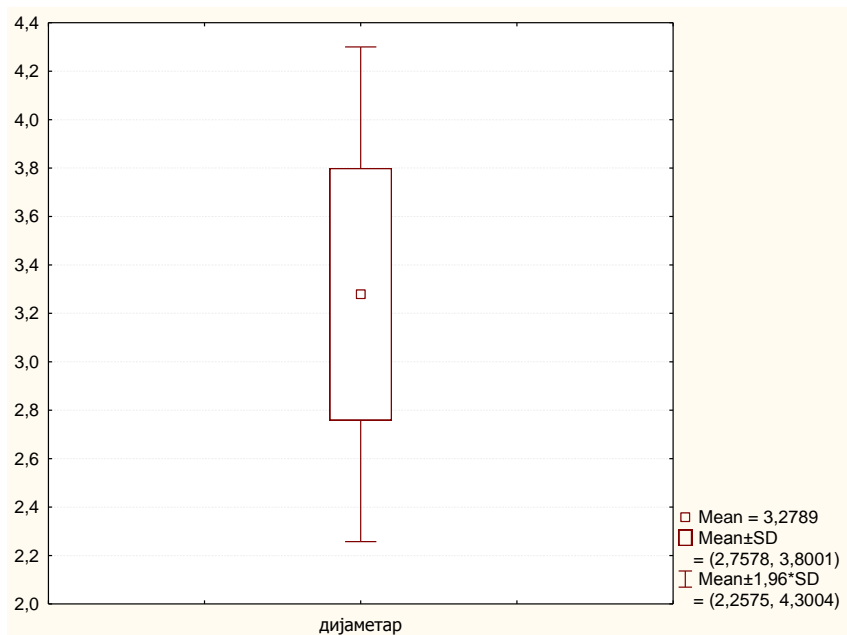
5. 2. Дистрибуција на испитаниците според морфометриските карактеристики на базилярната артерија

5. 2. 1. Дистрибуција на испитаниците според надворешниот дијаметар на базилярната артерија

Минималната вредност на надворешниот дијаметар на базилярната артерија во испитуваната серија изнесува 2,22 mm. Максималната вредност на надворешниот дијаметар на базилярната артерија изнесува 4,87 mm. Средната вредност на надворешниот дијаметар на базилярната артерија изнесува 3,27 mm \pm 0,52 mm (табела 23, слика 31).

Табела 23. Дијаметар на базилярната артерија

Варијабла	Дескриптивна статистика			
<i>Дијаметар на базилярната артерија (mm)</i>	Min	Max	Mean	SD
	2,22	4,87	3,27	0,52



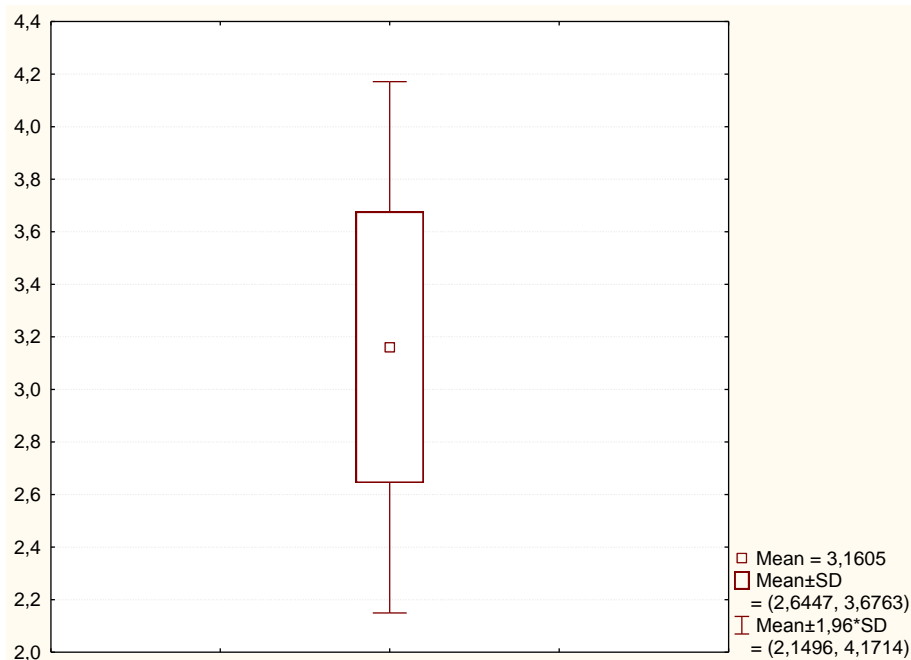
Слика 31. Дијаметар на базилярната артерија

5. 2. 2. Дистрибуција на испитаниците според должината на базилярната артерија

Минималната регистрирана должина на базилярната артерија во испитуваната серија изнесува 2,14 cm. Максималната регистрирана должина на базилярната артерија во испитуваната серија изнесува 4,40 cm. Средната вредност на должината на базилярната артерија во оваа серија изнесува $3,16 \pm 0,51$ cm (табела 24, слика 32).

Табела 24. Должина на базилярната артерија

Варијабла	Дескриптивна статистика			
<i>Должина на базилярната артерија (cm)</i>	Min	Max	Mean	SD
	2,14	4,40	3,16	0,51



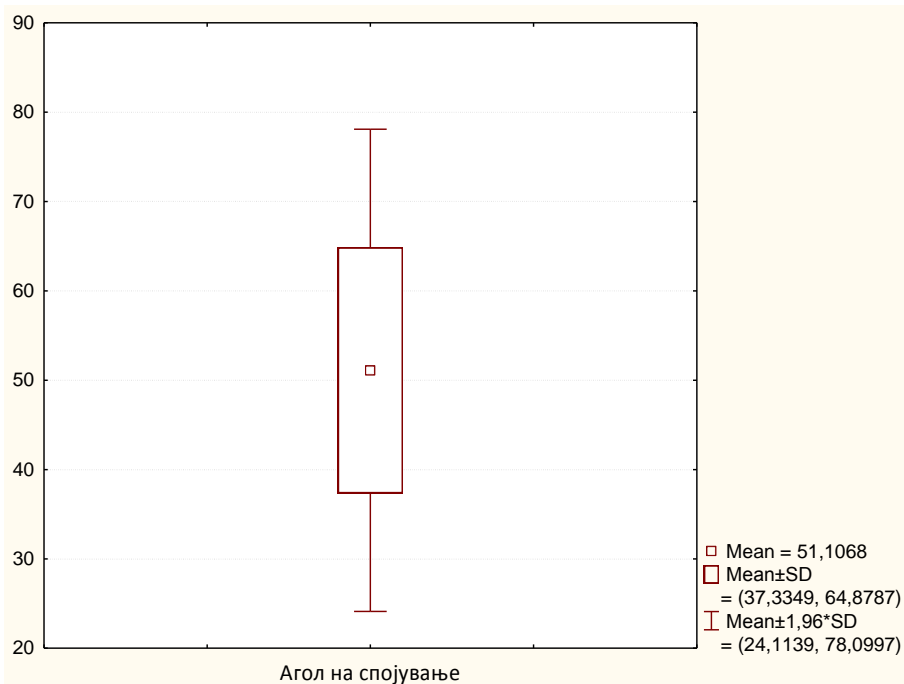
Слика 32. Должина на базилярната артерија

5. 2. 3. Дистрибуција на испитаниците според аголот при формирање на базиларната артерија

Во оваа студија, минималната вредност на аголот под којшто се спојуваат левата и десната `рбетна артерија при формирање на базиларната артерија, изнесува 18°. Максималната вредност на аголот под којшто се спојуваат левата и десната `рбетна артерија при формирањето на базиларната артерија, изнесува 80°. Средната вредност на аголот под којшто се спојуваат левата и десната `рбетна артерија при формирањето на базиларната артерија, изнесува 51,1° ± 13,77° (табела 25, слика 33).

Табела 25. Вредност на аголот на вертебробазиларниот спој

Варијабла	Дескриптивна статистика			
<i>Агол на спојување (°)</i>	Min	Max	Mean	SD
	18	80	51,1	13,77



Слика 33. Вредност на аголот на вертебробазиларниот спој

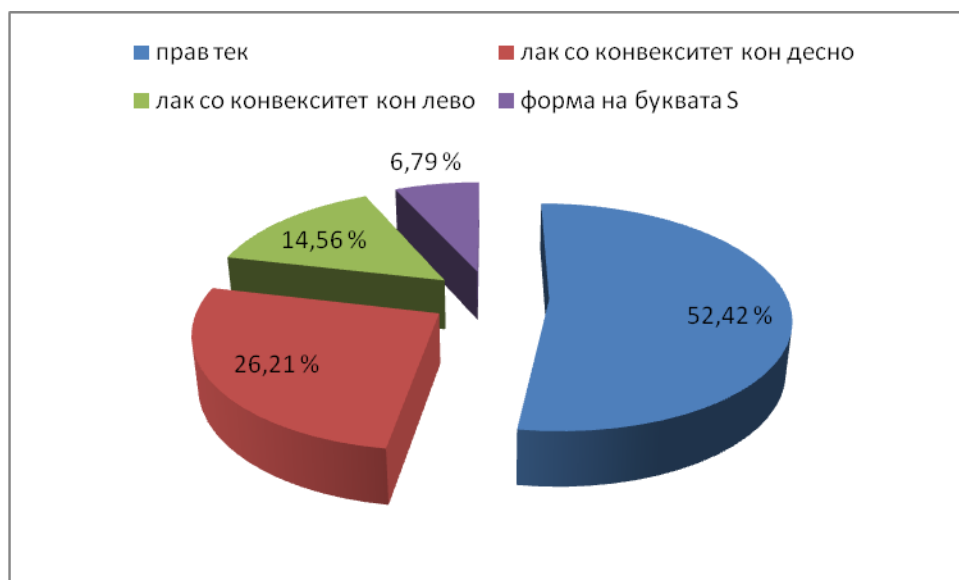
5. 2. 4. Дистрибуција на испитаниците според формата на базиларната артерија

Во испитуваната серија, базиларната артерија покажува права форма, форма на лак конвексен кон лево, форма на лак конвексен кон десно или форма налик на латинската буква S. Најзастапена е правата форма на базиларната артерија која се среќава кај 54 (52,42%) испитаници. Базиларната артерија има форма на лак со конвекситет кон лево кај 15 (14,56%) испитаници. Базиларната артерија има форма на лак со конвекситет кон десно кај 27 (26,21%) испитаници. Во оваа серија најретко се среќава формата налик на буквата S која се јавува кај 7 (6,79%) испитаници (табела 26, слика 34, 35, 36).

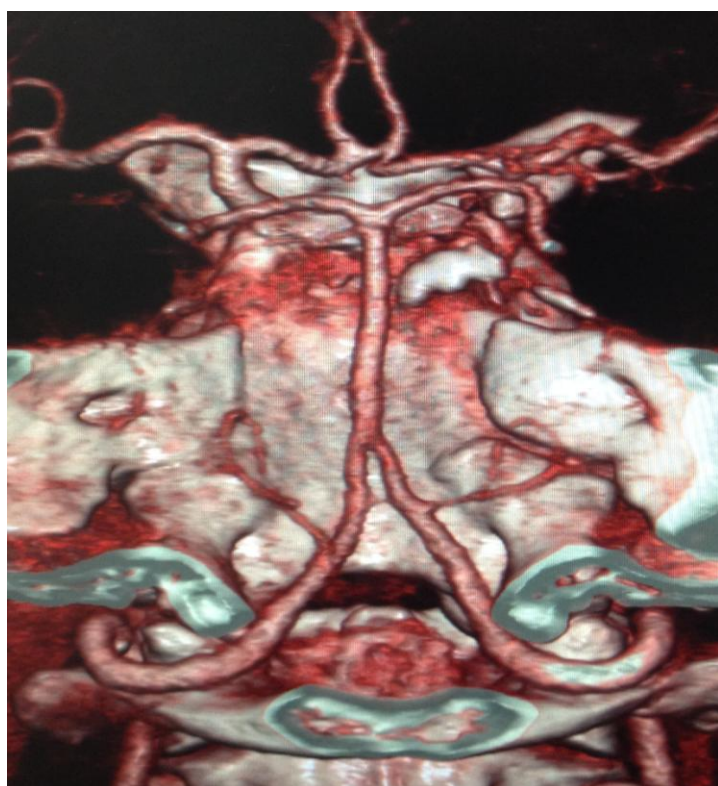
Направена е статистичка анализа на поврзаноста помеѓу формата на базиларната артерија и доминантниот тип на `рбетната артерија. Резултатите покажуваа дека не постои поврзаност помеѓу дијаметарот на `рбетната артерија и формата на базиларната артерија.

Табела 26. Форма на базиларната артерија

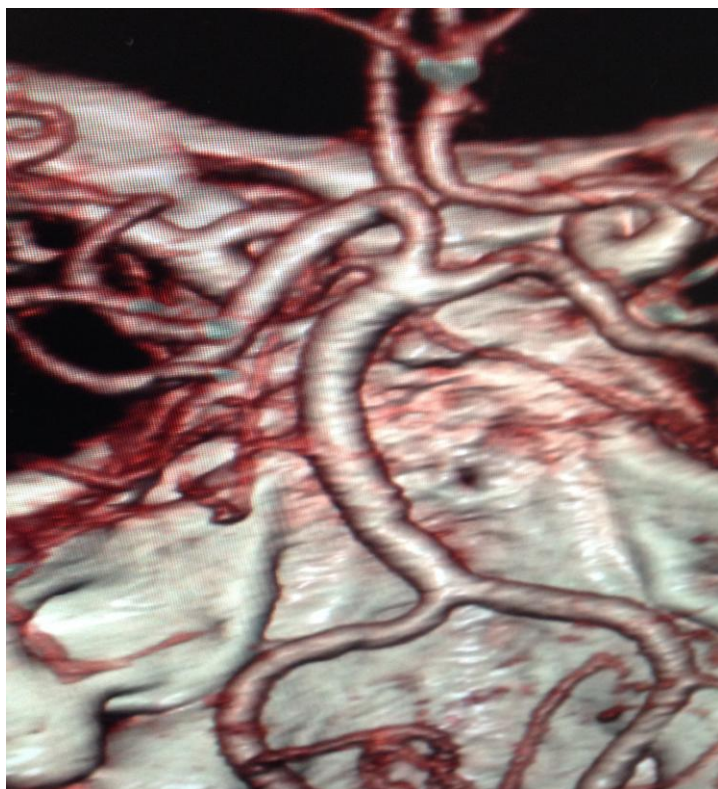
Форма на базиларната артерија	N	%
<i>Права артерија</i>	54	52,42
<i>Лак со конвекситет кон лево</i>	15	14,56
<i>Лак со конвекситет кон десно</i>	27	26,21
<i>Форма како буквата S</i>	7	6,79
<i>Вкупно</i>	103	100



Слика 34. Форма на базилярната артерија



Слика 35. Права форма на базилярната артерија



Слика 36. Форма на базиларната артерија налик на лак со конвекситет кон лево

5. 2. 5. Дистрибуција на испитаниците според бочните гранки на базиларна артерија: број, видови и надворешен дијаметар

5. 2. 5. 1. Дистрибуција на испитаниците според потеклото на AICA

Во анализираната серија, кај 17 (16,50%) испитаници, од технички причини, не е можна визуализација на излезот и стеблото на AICA. Кај 86 (83,49%) испитаници успешно се прикажани потеклото и стеблото на AICA од базиларната артерија.



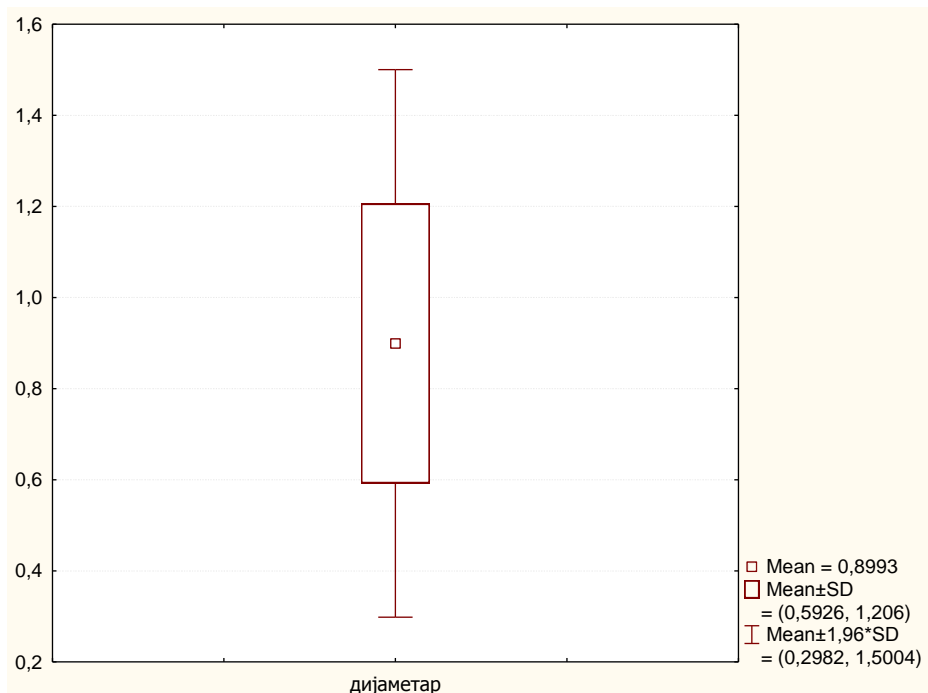
Слика 37. Приказ на излез на десната AICA од базиларната артерија

5. 2. 5. 2. Дистрибуција на испитаниците според дијаметарот на AICA

Минималната вредност на надворешниот дијаметар на левата AICA изнесува 0,39 mm. Максималната регистрирана вредност на надворешниот дијаметар на левата AICA изнесува 1,50 mm. Средната вредност на надворешниот дијаметарот на левата AICA изнесува $0,89 \text{ mm} \pm 0,30 \text{ mm}$ (табела 27, слика 38).

Табела 27. Дијаметар на левата AICA

Варијабла	Дескриптивна статистика			
<i>Дијаметар на левата AICA (mm)</i>	Min	Max	Mean	SD
	0,39	1,50	0,89	0,30

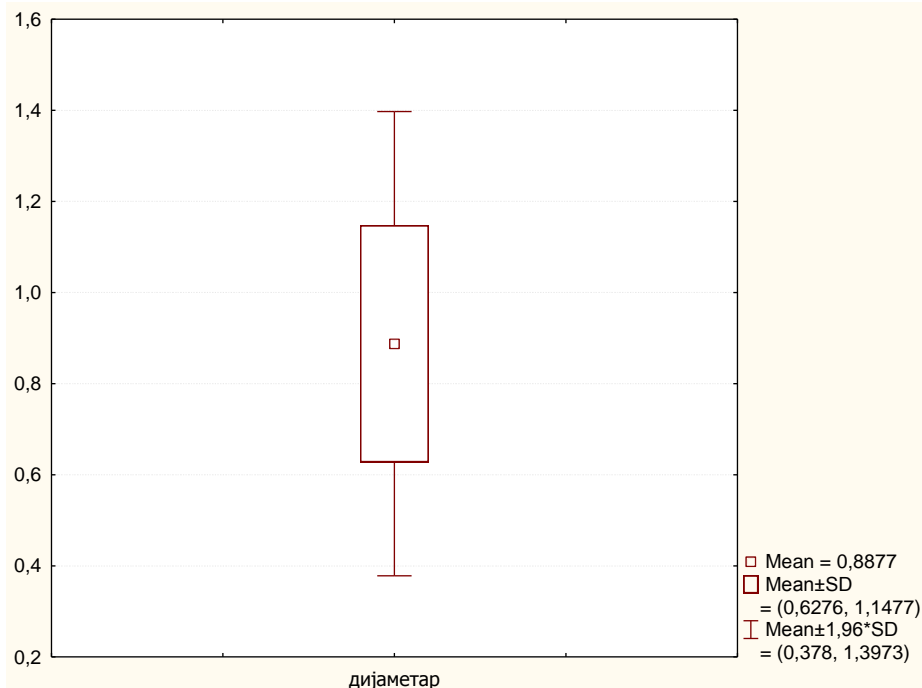


Слика 38. Дијаметар на левата AICA

Минималната регистрирана вредност на надворешниот дијаметар на десната AICA изнесува 0,40 mm. Максималната регистрирана вредност на надворешниот дијаметар на десната AICA изнесува 1,40 mm. Средната вредност на надворешниот дијаметар на десната AICA изнесува 0,88 mm \pm 0,26 mm (табела 28, слика 39).

Табела 28. Дијаметар на десната AICA

Варијабла	Дескриптивна статистика			
<i>Дијаметар на десната AICA (mm)</i>	Min	Max	Mean	SD
	0,40	1,40	0,88	0,26



Слика 39. Дијаметар на десната AICA

5. 2. 5. 3. Дистрибуција на испитаниците според потеклото на SCA

Излезот и стеблото на SCA се визуализирани кај сите испитаници во испитуваната серија. Кај 99 (96,14%) испитаници SCA излегува од дисталниот дел на базиларната артерија. Кај 2 (1,94%) испитаници SCA потекнува од PCA. Кај два (1,94%) испитаници се регистрира дупликација во потеклото на SCA.

Унилатерална дупликација се забележува на десната SCA кај 1 (0,97%) испитаник. Дијаметарот на првата SCA изнесува 1,2 mm, додека дијаметарот на втората SCA изнесува 1,5 mm.

Билатерална дупликација на SCA е утврдена кај 1 (0,97%) испитаник. Кај левата SCA, дијаметарот на првата SCA изнесува 0,4 mm, додека дијаметарот на втората SCA изнесува 0,6 mm. Кај десната SCA дијаметарот на двете стебла на SCA изнесува по 0,5 mm (табела 29, слика 40, 41, 42).

Табела 29. Потекло на горната церебеларна артерија

Потекло на горната церебеларна артерија	N	%
<i>Базиларна артерија</i>	99	96,14
<i>Задна мозочна артерија</i>	2	1,94
<i>Дупликација во потеклото</i>	2	1,94
<i>Вкупно</i>	103	100



Слика 40. Потекло на горната церебеларна артерија



Слика 41. Приказ на издвојувањето на левата и десната SCA од дисталниот дел на базиларната артерија



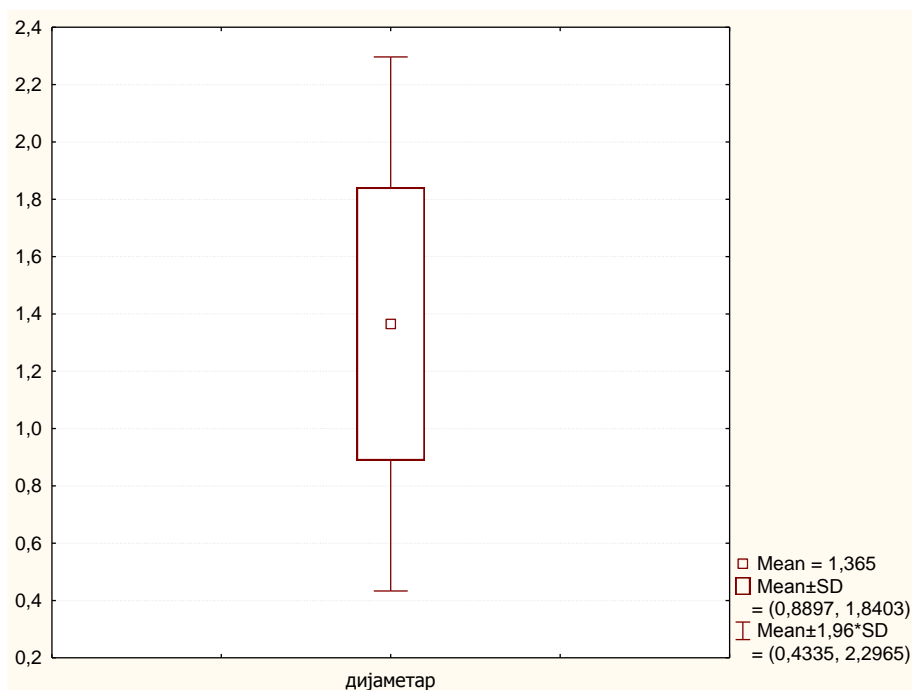
Слика 42. Приказ на унилатерална дупликација на десната SCA

5. 2. 5. 4. Дистрибуција на испитаниците според дијаметарот на SCA

Минималната вредност на надворешниот дијаметар на левата SCA изнесува 0,4 mm. Максималната вредност на надворешниот дијаметар на SCA изнесува 2,41 mm. Средната вредност на надворешниот дијаметар на левата SCA изнесува 1,36 mm \pm 0,47 mm (табела 30, слика 43).

Табела 30. Дијаметар на левата SCA

Варијабла	Дескриптивна статистика			
<i>Дијаметар на левата SCA (mm)</i>	Min	Max	Mean	SD
	0,40	2,41	1,36	0,47

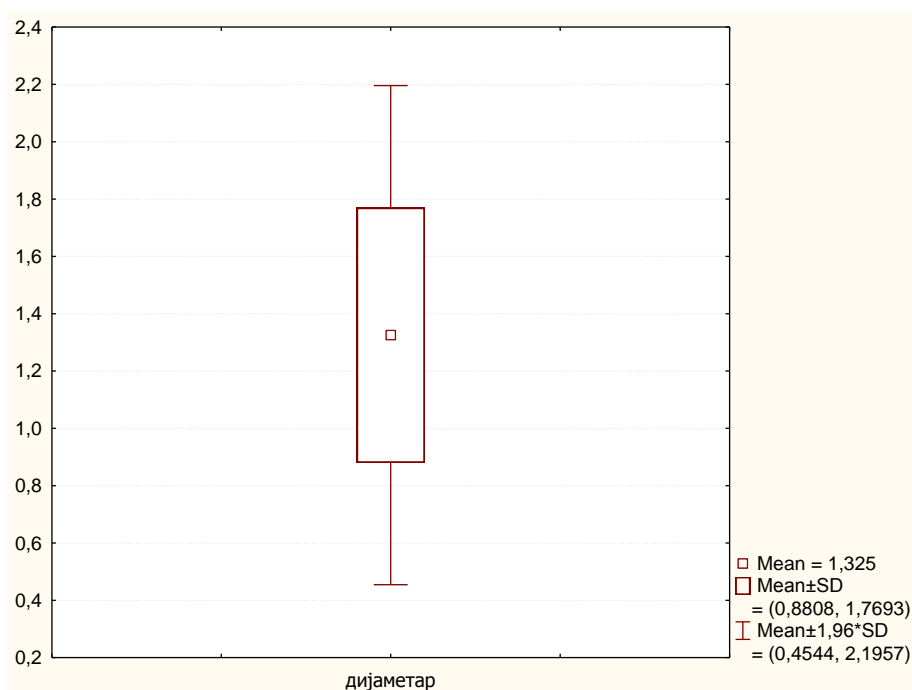


Слика 43. Дијаметар на левата SCA

Минималната вредност на надворешниот дијаметар на десната SCA изнесува 0,44 mm. Максималната вредност на надворешниот дијаметар на десната SCA изнесува 2,40 mm. Средната вредност на надворешниот дијаметар на десната SCA изнесува 1,32 mm \pm 0,44 mm (табела 31, слика 44).

Табела 31. Дијаметар на десната SCA

Варијабла	Дескриптивна статистика			
<i>Дијаметар на десната SCA (mm)</i>	Min	Max	Mean	SD
	0,44	2,40	1,32	0,44



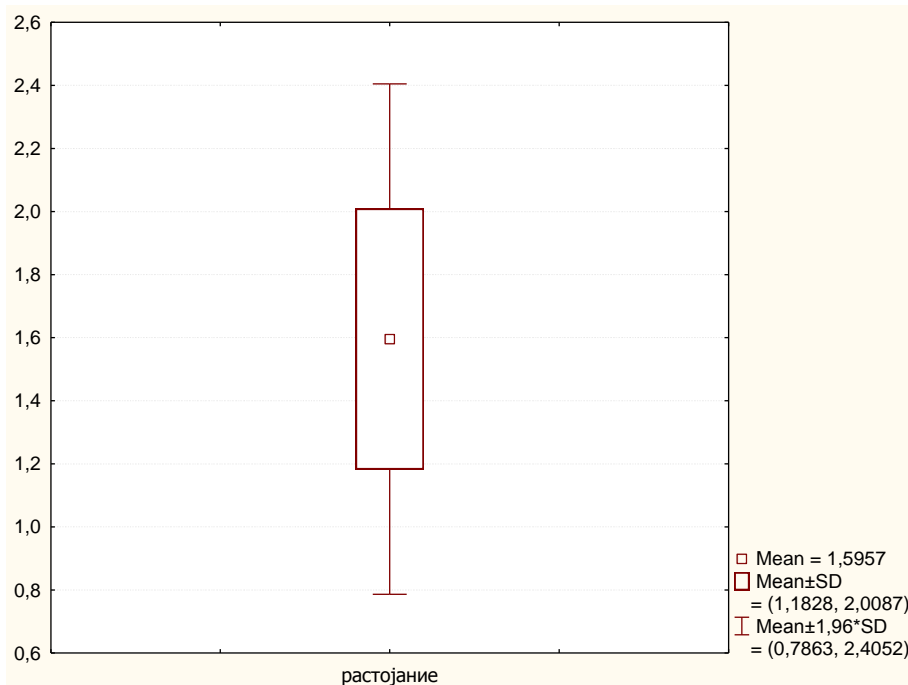
Слика 44. Дијаметар на десната SCA

5. 2. 5. 5. Дистрибуција на испитаниците според растојанието помеѓу SCA и PCA

Минималната регистрирана вредност на растојанието помеѓу левата SCA и левата PCA изнесува 0,89 mm. Максималната регистрирана вредност на растојанието помеѓу левата SCA и левата PCA изнесува 2,9 mm. Средната вредност на растојанието на левата страна изнесува 1,59 mm ± 0,41 mm (табела 32, слика 45).

Табела 32. Растојание помеѓу левата SCA и левата PCA

Варијабла	Дескриптивна статистика			
<i>Растојание помеѓу левата SCA и левата PCA (mm)</i>	Min	Max	Mean	SD
	0,89	2,90	1,59	0,41

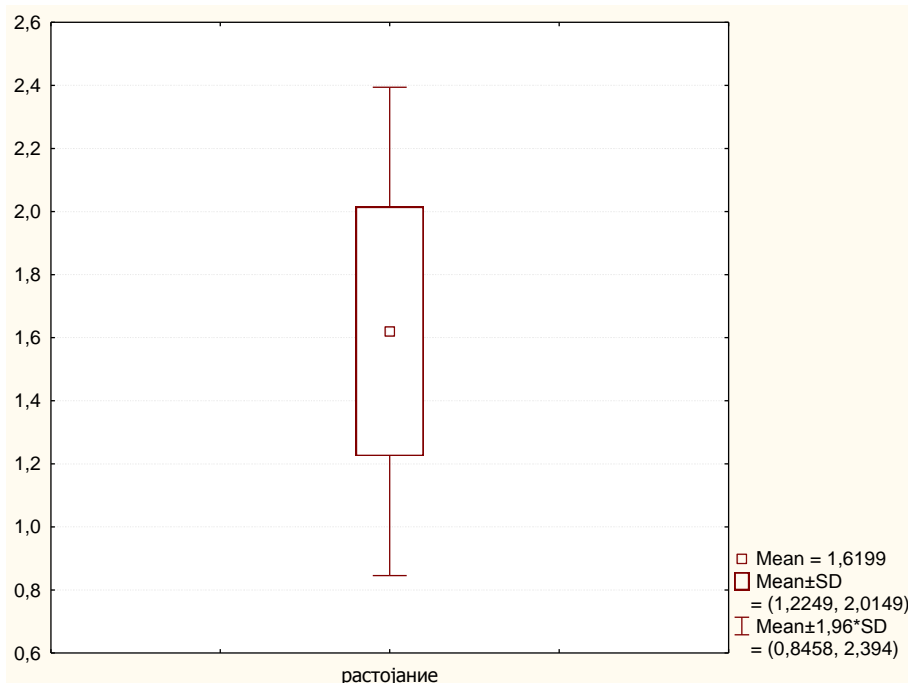


Слика 45. Растојание помеѓу левата SCA и левата PCA

Минималната регистрирана вредност на растојанието помеѓу десната SCA и десната PCA изнесува 0,92 mm. Максималната утврдена вредност на растојанието помеѓу десната SCA и десната PCA изнесува 3 mm. Средната вредност на растојанието на десната страна изнесува 1,61 mm ± 0,39 mm (табела 34, слика 46).

Табела 33. Растојание помеѓу десната SCA и десната PCA

Варијабла	Дескриптивна статистика			
<i>Растојание помеѓу десната SCA и десната PCA (mm)</i>	Min	Max	Mean	SD
	0,92	3,00	1,61	0,39



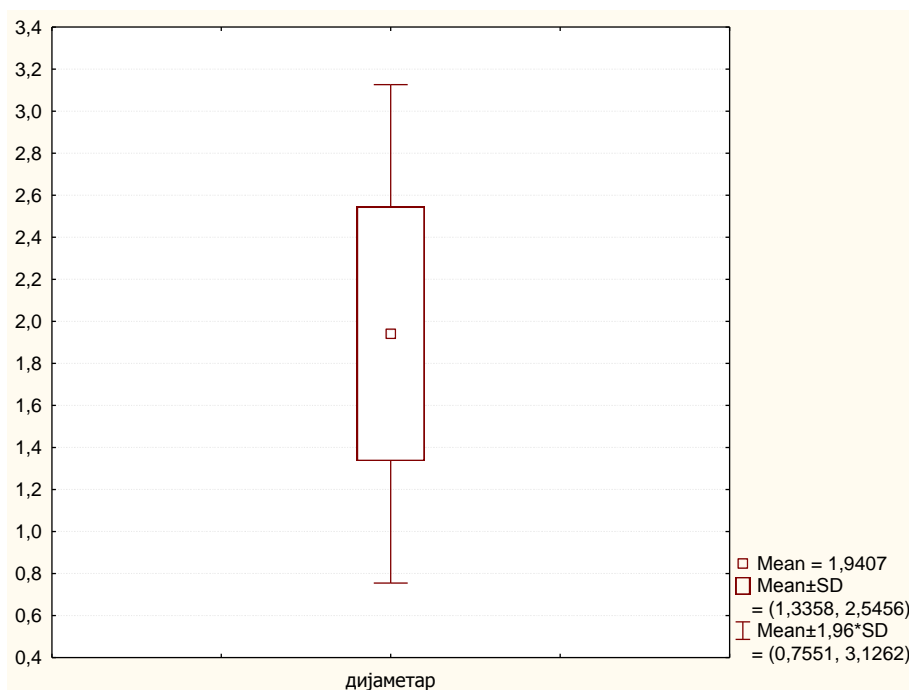
Слика 46. Растојание помеѓу десната SCA и десната PCA

5. 2. 5. 6. Дистрибуција на испитаниците според дијаметарот на PCA

Минималната регистрирана вредност на надворешниот дијаметар на левата PCA во оваа студија изнесува 0,51 mm. Максималната регистрирана вредност на надворешниот дијаметар на левата PCA во оваа студија изнесува 2,9 mm. Средната вредност на надворешниот дијаметар на левата PCA изнесува 1,94 mm ± 0,60 mm (табела 34, слика 47).

Табела 34. Дијаметар на левата PCA

Варијабла	Дескриптивна статистика			
<i>Дијаметар на левата PCA (mm)</i>	Min	Max	Mean	SD
	0,51	2,90	1,94	0,60

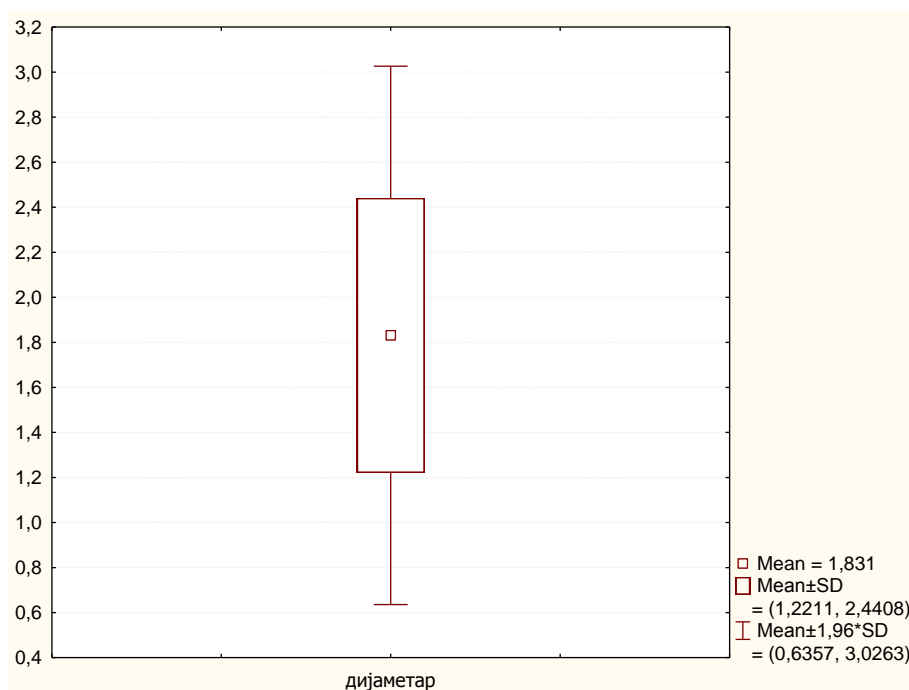


Слика 47. Дијаметар на левата PCA

Минималната утврдена вредност на надворешниот дијаметар на десната PCA во оваа студија изнесува 0,59 mm. Максималната утврдена вредност на надворешниот дијаметар на десната PCA во оваа студија изнесува 3 mm. Средната вредност на надворешниот дијаметар на десната PCA изнесува 1,83 mm ± 0,63 mm (табела 35, слика 48).

Табела 35. Дијаметар на десната PCA

Варијабла	Дескриптивна статистика			
Дијаметар на десната PCA (mm)	Min	Max	Mean	SD
	0,59	3,00	1,83	0,63



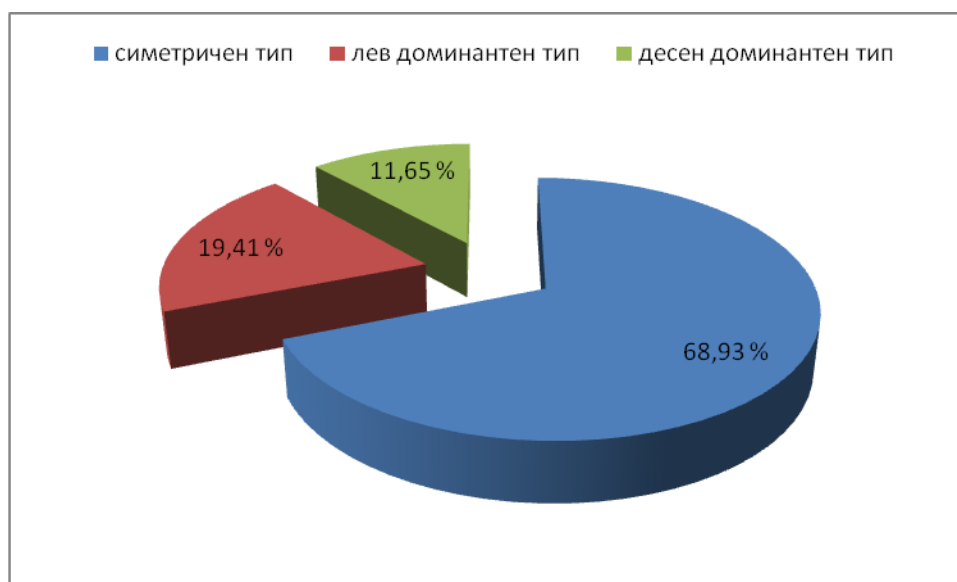
Слика 48. Дијаметар на десната PCA

5. 2. 5. 7. Дистрибуција на испитаниците според застапеноста на лев, десен или симетричен тип на PCA

Во оваа серија утврдено е дека левата PCA е доминантна кај 20 (19,41%) испитаници. Кај 12 (11,65%) испитаници во оваа серија утврдено е дека десната PCA е доминантна. Симетричен тип на PCA е регистриран кај 71 (68,93%) испитаник во оваа серија (табела 36, слика 49).

Табела 36. Дистрибуција на симетричен, лев доминантен и десен доминантен тип на РСА

Типови на РСА	N	%
<i>Симетричен тип на РСА</i>	71	68,93
<i>Десен доминантен тип на РСА</i>	12	11,65
<i>Лев доминантен тип на РСА</i>	20	19,41
<i>Вкупно</i>	103	100



Слика 49. Дистрибуција на симетричен, лев и десен доминантен тип на РСА

5. 2. 5. 8. Дистрибуција на испитаниците според потекло на РСА

Левата РСА кај 81,55% од испитаниците излегува од базиларната артерија. Левата РСА кај 10,67% од испитаниците излегува од внатрешната каротидна артерија. Левата РСА се исполнува со крв од базиларната и внатрешната каротидна артерија кај 7,76% од испитаниците во оваа серија (табела 37, слика 50).

Табела 37. Потекло на левата PCA

Потекло на левата PCA	N	%
<i>Базиларна артерија</i>	84	81,55
<i>Внатрешна каротидна артерија</i>	11	10,67
<i>Базиларна и внатрешна каротидна артерија</i>	8	7,76
<i>Вкупно</i>	103	100



Слика 50. Потекло на левата PCA

Десната PCA кај 77,66% од испитаниците излегува од базиларната артерија. Десната PCA излегува од внатрешната каротидна артерија кај 16,50% од испитаниците. Десната PCA се исполнувала со крв од базиларната артерија и внатрешната каротидна артерија кај 5,82% од испитаниците (табела 38, слика 51).

Табела 38. Потекло на десната PCA

Потекло на десната PCA	N	%
<i>Базиларна артерија</i>	80	77,66
<i>Внатрешна каротидна артерија</i>	17	16,50
<i>Базиларна и внатрешна каротидна артерија</i>	6	5,82
<i>Вкупно</i>	103	100

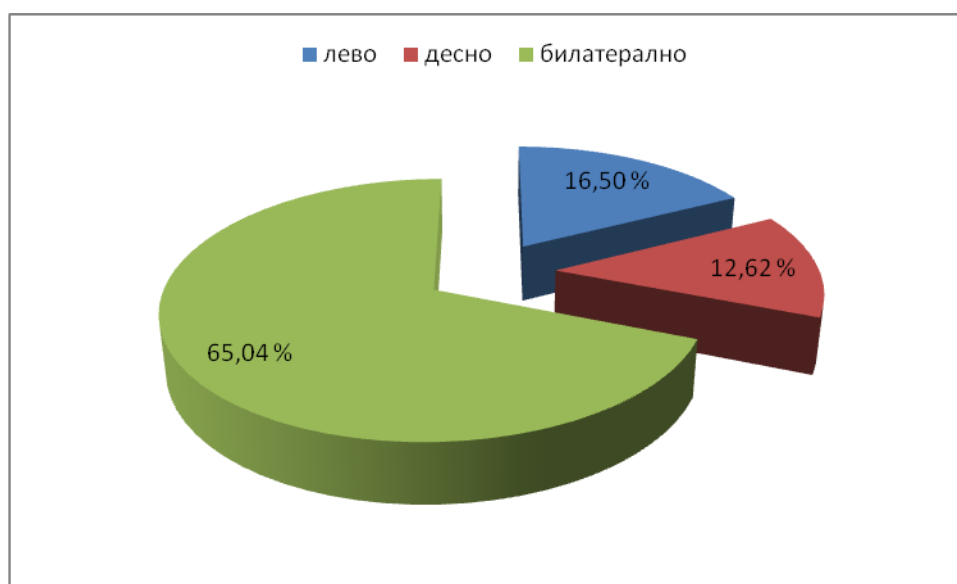


Слика 51. Потекло на десната PCA

Унилатерален адултен тип е регистриран кај 16,50% од испитаниците кај левата PCA. Унилатерален адултен тип е регистриран кај 12,62% од испитаниците кај десната PCA. Билатерална адултна конфигурација на PCA во оваа серија е регистрирана кај 65,04% од испитаниците во оваа серија (табела 39, слика 52).

Табела 39. Адултна конфигурација на РСА

Адултна конфигурација на РСА	N	%
<i>Лева унилатерална адултна конфигурација</i>	17	16,50
<i>Десна унилатерална адултна конфигурација</i>	13	12,62
<i>Билатерална адултна конфигурација</i>	67	65,04

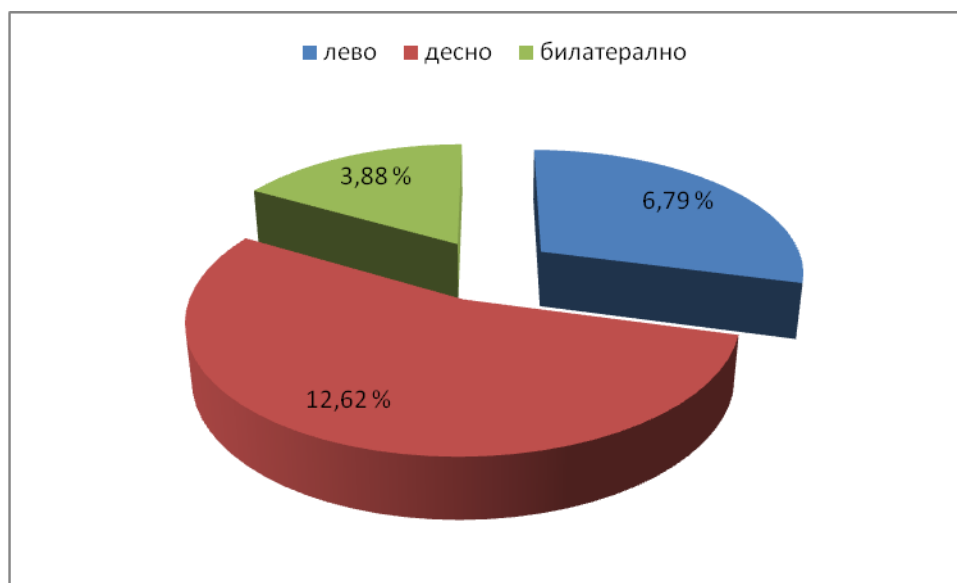


Слика 52. Адултна конфигурација на РСА

Кај 6,79% од испитаниците, кај левата РСА е утврдена унилатерална фетална конфигурација. Унилатерална фетална конфигурација е застапена кај 12,62% од испитаниците кај десната РСА. Билатерална фетална конфигурација на РСА се среќева кај 3,88% од испитаниците (табела 40, слика 53).

Табела 40. Фетална конфигурација на PCA

Фетална конфигурација на PCA	N	%
<i>Фетална конфигурација на левата страна-унилатерално</i>	7	6,79
<i>Фетална конфигурација на десната страна-унилатерално</i>	13	12,62
<i>Билатерална фетална конфигурација</i>	4	3,88

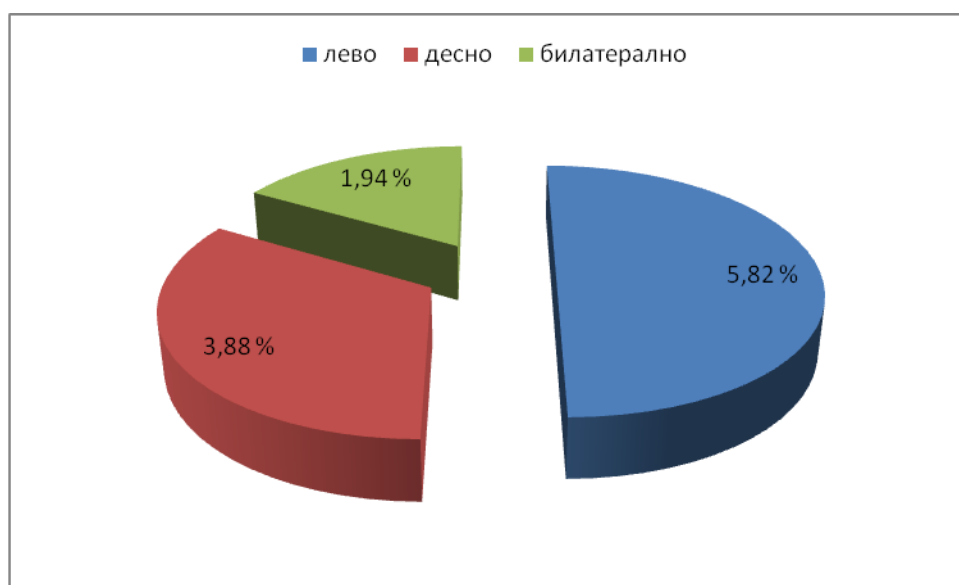


Слика 53. Фетална конфигурација на PCA

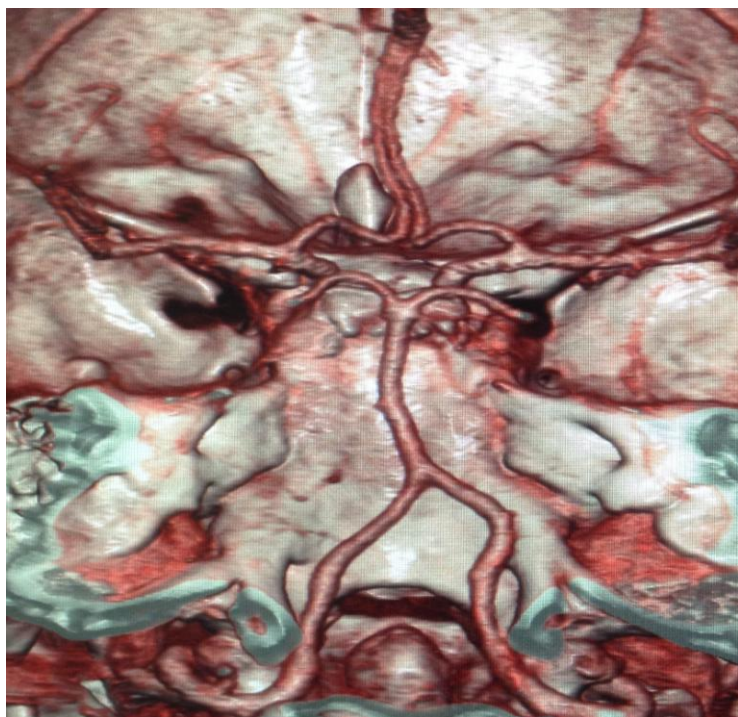
Унилатерална, транзитна конфигурација е регистрирана кај 5,82% од испитаниците кај левата PCA. Унилатерална транзитна конфигурација е застапена кај 3,88% испитаниците кај десната PCA. Билатерална транзитна конфигурација е утврдена кај 1,94% од испитаниците кај десната PCA (табела 41, слика 54).

Табела 41. Транзитна конфигурација на PCA

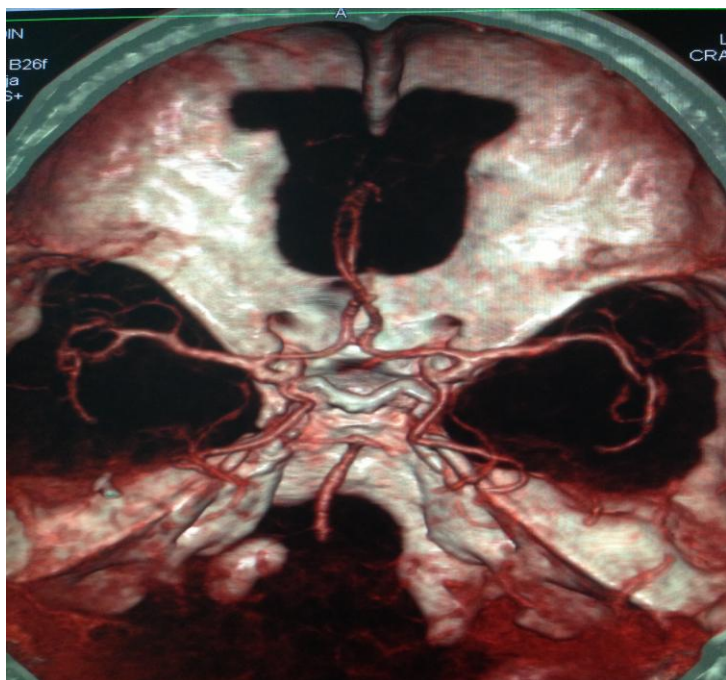
Транзитна конфигурација на PCA	N	%
<i>Унилатерална транзитна конфигурација на левата страна</i>	6	5,82
<i>Унилатерална транзитна конфигурација на десната страна</i>	4	3,88
<i>Билатерална транзитна конфигурација</i>	2	1,94



Слика 54. Транзитна конфигурација на задната мозочна артерија



Слика 55. Потекло на левата и десната PCA од базиларната артерија



Слика 56. Потекло на левата и десната PCA од внатрешната каротидна артерија



Слика 57. Приказ на транзитен тип на PCA



Слика 58. Излез на SCA од PCA

5. 2. 5. 9. Дистрибуција на испитаниците според застапеност на фенестрации

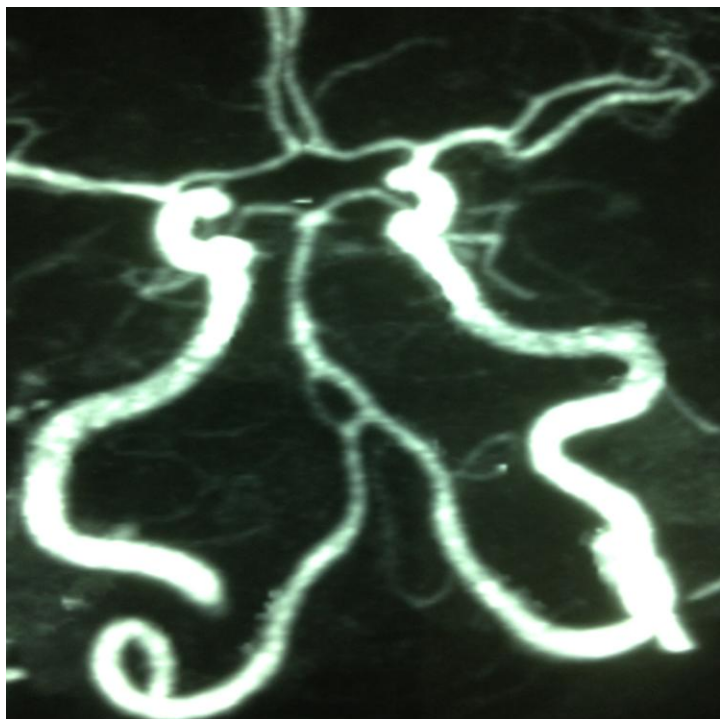
Фенестрација е забележана кај 1 (0,97%) испитаник на `рбетната артерија и кај 3 (2,91%) испитаници на базиларната артерија. Фенестрацијата на базиларната артерија кај два испитаника е локализирана во проксималната третина на базиларната артерија, а кај еден испитаник во средната третина на базиларната артерија (табела 42, слика 59, 60, 61).

Табела 42. Дистрибуција на фенестрации на вертебробазиларниот систем

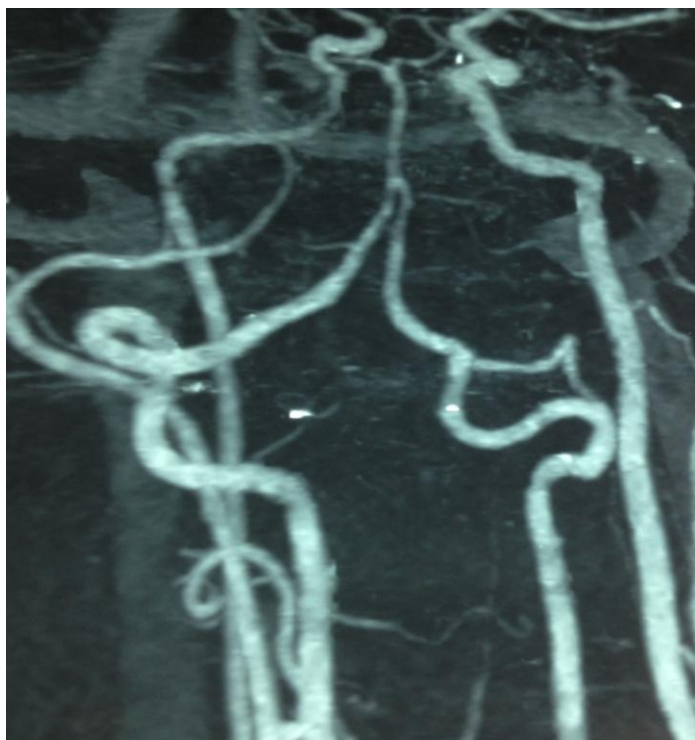
Фенестрации на `рбетната и базиларната артерија	N	%
<i>Без фенестрација</i>	99	96,11
<i>Фенестрација на `рбетната артерија</i>	1	0,97
<i>Фенестрација на базиларна артерија</i>	3	2,91
<i>Вкупно</i>	103	100



Слика 59. Дистрибуција на фенестрации на вертебробазиларниот систем



Слика 60. Фенестрација на базиларната артерија



Слика 61. Фенестрација на `рбетната артерија

5. 3. РЕЗУЛТАТИ ОД СТУДИЈАТА СПРОВЕДЕНА СО ДСА

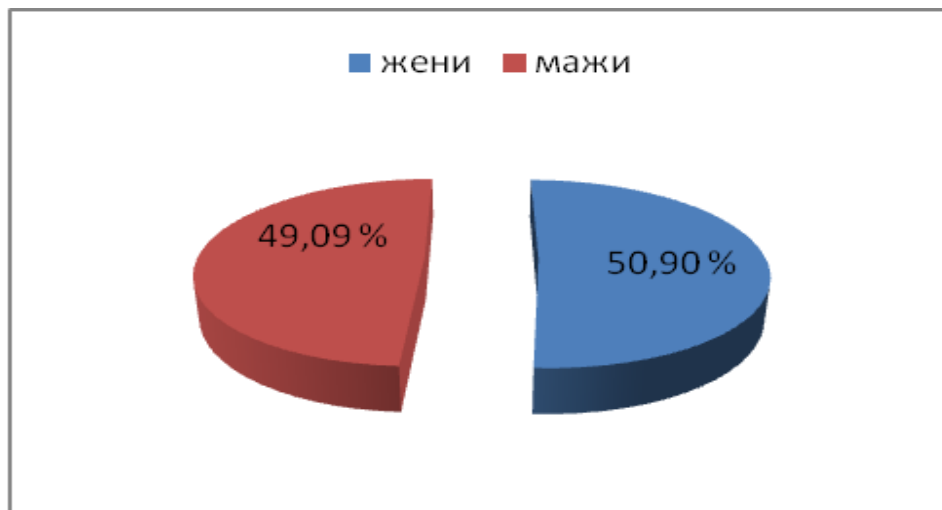
Обработениот материјал опфаќа резултати добиени од истражувањето спроведено над 55 испитаници со методот на ДСА, според Селдингер.

5. 3. 1. Дистрибуција на испитаниците според пол

Анализираната група се состои од 55 серии на слики на испитаници добиени со ДСА. Во оваа студија 28 (50,90%) испитаници се од женски пол и 27 (49,09%) испитаници се од машки пол (табела 43, слика 62).

Табела 43. Дистрибуција на испитаниците според пол

Дистрибуција на испитаници според пол	N	%
<i>Жени</i>	28	50,90
<i>Мажи</i>	27	49,09
<i>Вкупно</i>	55	100



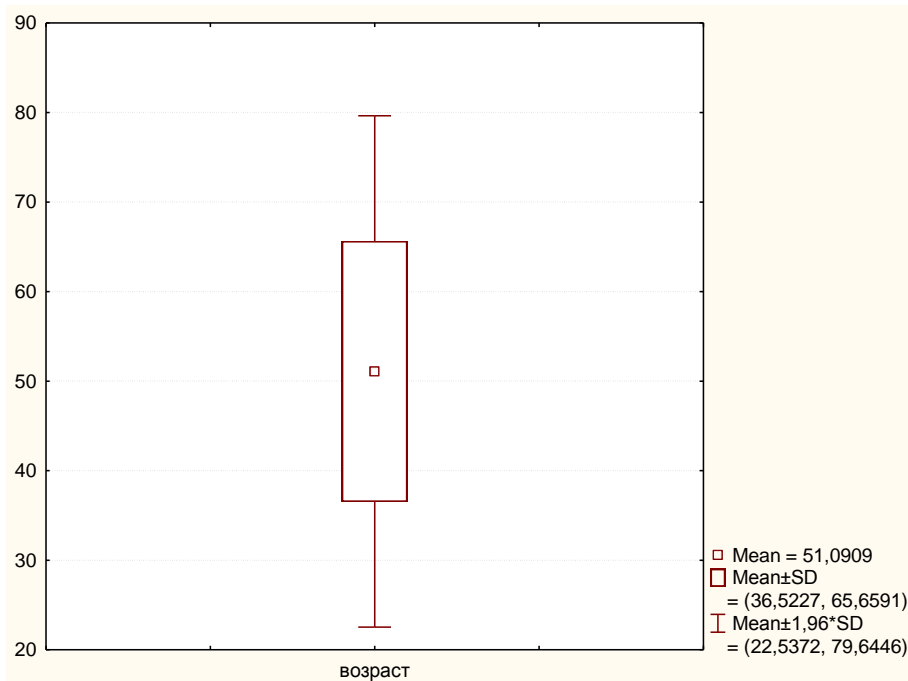
Слика 62. Дистрибуција на испитаниците според пол

5. 3. 2. Дистрибуција на испитаниците според возраста

Средната возраст на испитаниците во оваа серија изнесува $51,09 \pm 14,56$ години. Најмладиот испитаник е на возраст од 18 години, а најстариот испитаник е на возраст од 79 години (табела 44, слика 63).

Табела 44. Дистрибуција на испитаниците според возраста

Варијабла	Дескриптивна статистика			
<i>Дистрибуција на испитаниците според возраста</i>	Min	Max	Mean	SD
	18	79	51,09	14,56



Слика 63. Дистрибуција на испитаниците според возраста

5. 3. 3. Дистрибуција на испитаниците според потеклото на `рбетната артерија

Излезот на `рбетната артерија е визуализиран кај сите испитаници во оваа серија. Левата `рбетна артерија кај 53 (96,36%) испитаници се издвојува од првиот дел на левата потклучна артерија. Кај два (3,63%) испитаника, левата `рбетна артерија се издвојува од лакот на аортата како трета гранка помеѓу левата заедничка каротидна артерија и левата потклучна артерија (табела 45, слика 64, 65, 67).

Табела 45. Потекло на левата `рбетна артерија

Потекло на левата `рбетна артерија	N	%
<i>Лева потклучна артерија</i>	53	96,36
<i>Аортен лак</i>	2	3,63
<i>Вкупно</i>	55	100



Слика 64. Потекло на левата `рбетна артерија

Десната `рбетна артерија се издвојува од првиот топографски дел на десната потклучна артерија кај 55 (100%) испитаници од оваа серија (табела 46, слика 66).

Табела 46. Потекло на десната `рбетна артерија

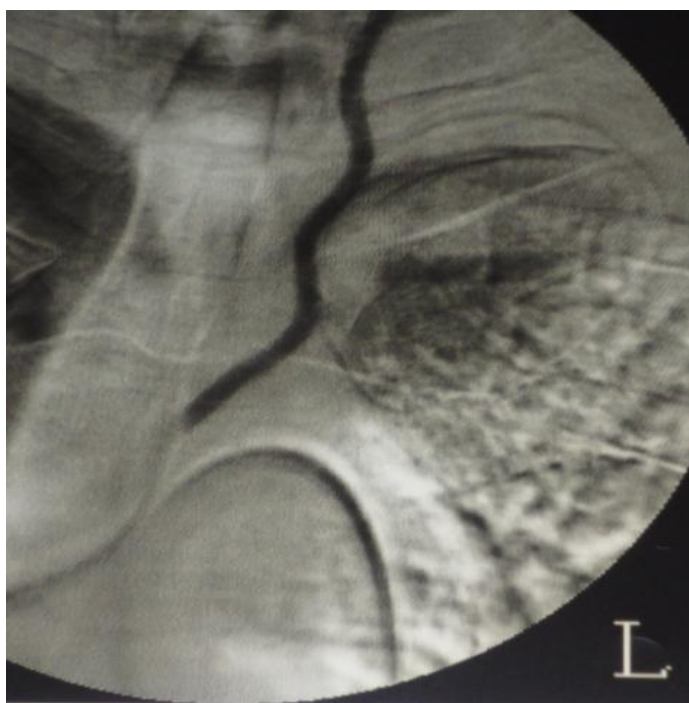
Потекло на десната `рбетна артерија	N	%
<i>Десна потклучна артерија</i>	55	100
<i>Вкупно</i>	55	100



Слика 65. Издвојување на левата `рбетна артерија од левата потклучна артерија



Слика 66. Издвојување на десната `рбетна артерија од десната потклучна артерија



Слика 67. Излез на левата `рбетна артерија од лакот на аортата

5. 3. 4. Дистрибуција на испитаниците според потеклото на PICA

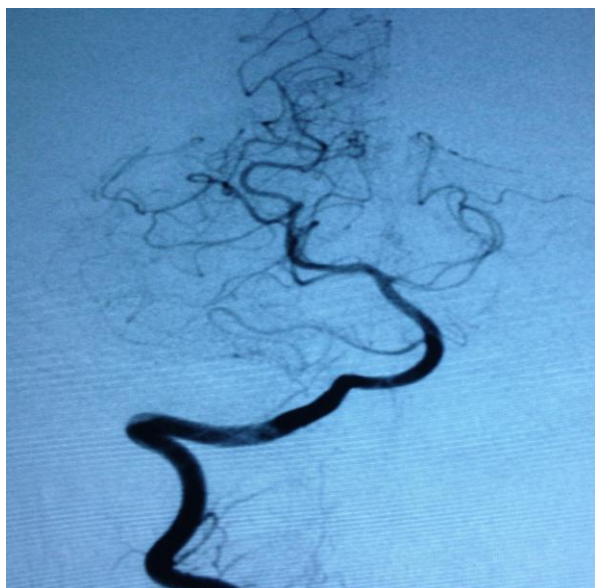
Излезот на PICA е визуализиран кај сите испитаници во оваа серија. Кај 55 (100%) испитаници, левата и десната PICA излегуваа како бочна гранка од интракранијалниот дел на левата, односно десната `рбетна артерија (слика 68).



Слика 68. Приказ на излезот на PICA од интракранијалниот дел на `рбетната артерија

5. 3. 5. Дистрибуција на испитаниците според потеклото на AICA

Потеклото на AICA е визуализирано кај 55 (100%) испитаници во оваа серија. Кај сите испитаници, левата и десната AICA се издвојуваа од проксималната третина на базилярната артерија (слика 69).



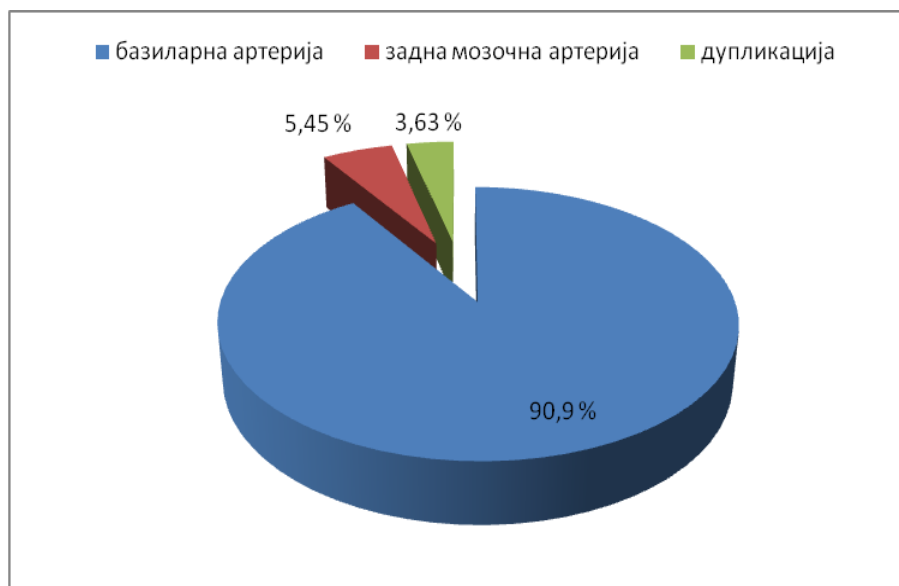
Слика 69. Приказ на излезот на AICA од базиларната артерија

5. 3. 6. Дистрибуција на испитаниците според потеклото на SCA

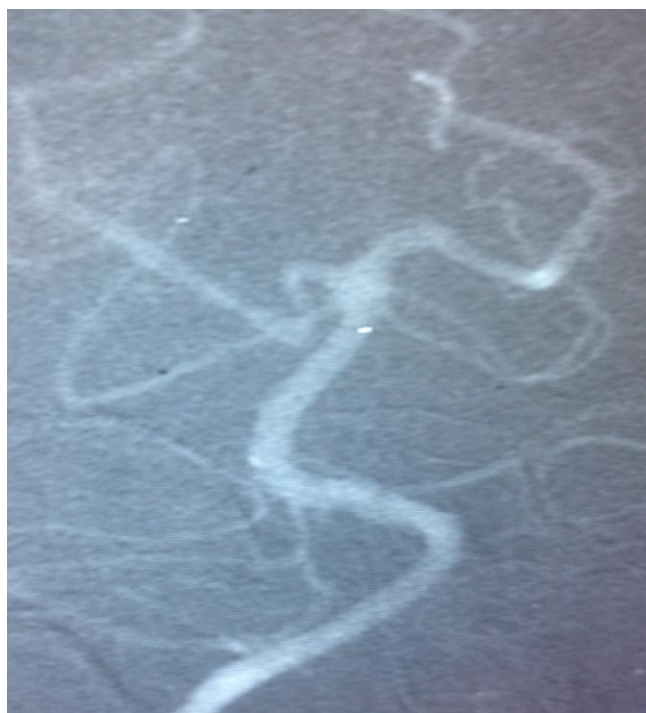
Направена е визуализација на излезот на SCA кај сите испитаници во оваа серија. Во оваа серија, кај 50 (90,9%) испитаници SCA излегува од дисталниот дел на базиларната артерија. Кај 2 (3,63%) испитаника SCA излегува од стеблото на PCA. Кај 3 (5,45%) испитаника SCA покажува дупликација во потеклото. Кај 2 испитаника регистрирана е унилатерална дупликација на десната SCA, кај еден испитаник регистрирана е унилатерална дупликација на левата SCA (табела 47, слика 70, 71, 72).

Табела 47. Потекло на SCA

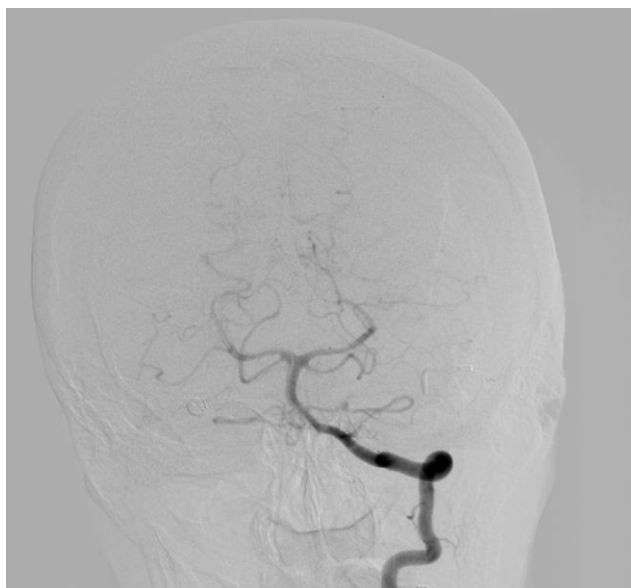
Потекло на горната церебеларна артерија	N	%
<i>Базиларна артерија</i>	50	90,9
<i>Задна мозочна артерија</i>	2	5,45
<i>Дупликација во потеклото</i>	3	3,63
<i>Вкупно</i>	55	100



Слика 70. Потекло на SCA



Слика 71. Унилатерална дупликација на левата SCA



Слика 72. Излез на SCA од базиларната артерија

5. 3. 7. Дистрибуција на испитаниците според потеклото на PCA

Во оваа студија, кај 74,54% од испитаниците левата PCA доминантно се исполнува со крв преку базиларната артерија и има базиларно потекло. Кај 20% од испитаниците, левата PCA доминантно се исполнува со крв од внатрешната каротидна артерија и има каротидно потекло. Кај 5,45% од испитаниците во анализираната серија, левата PCA се исполнува со крв од базиларната и од левата внатрешната каротидна артерија и има интермедијарно, односно транзитно потекло (табела 48, слика 73).

Табела 48. Потекло на левата PCA

Потекло на левата PCA	N	%
<i>Базиларна артерија</i>	41	74,54
<i>Лева внатрешна каротидна артерија</i>	11	20
<i>Базиларна и лева внатрешна каротидна артерија</i>	3	5,45
<i>Вкупно</i>	55	100



Слика 73. Потекло на левата PCA

Во анализираната серија, кај 83,63% од испитаниците десната PCA доминантно се исполнува со крв преку базиларната артерија и има базиларно потекло. Кај 14,54% од испитаниците во оваа серија десната PCA доминантно се исполнува со крв преку десната внатрешната каротидна артерија и има каротидно потекло. Кај 1,81% од испитаниците, десната PCA се исполнува со крв од базиларната артерија и од десната внатрешната каротидна артерија и има интермедијарно, односно транзитно потекло (табела 49, слика 74).

Табела 49. Потекло на десната PCA

Потекло на десната PCA	N	%
<i>Базиларна артерија</i>	46	83,63
<i>Десна внатрешна каротидна артерија</i>	8	14,54
<i>Базиларна и десна внатрешна каротидна артерија</i>	1	1,81
<i>Вкупно</i>	55	100

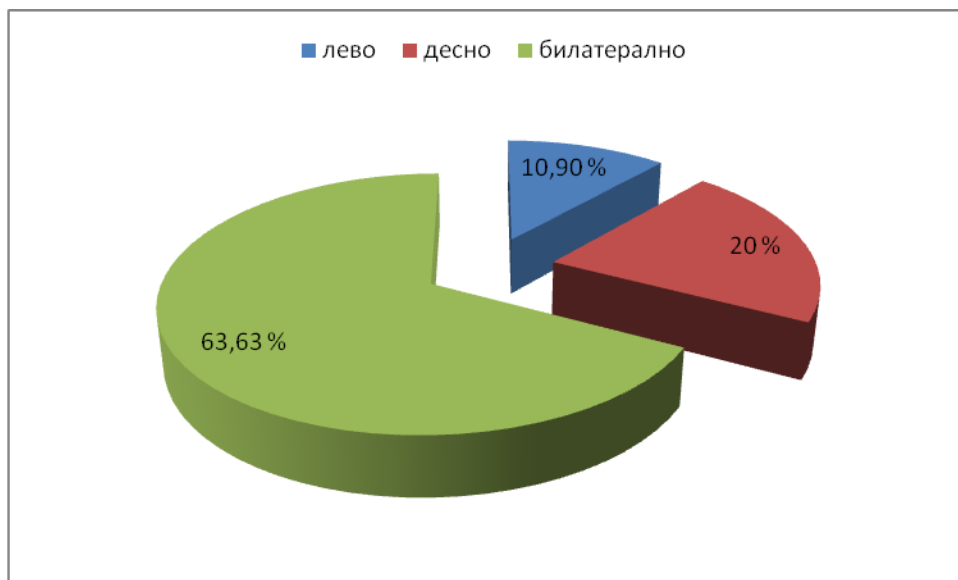


Слика 74. Потекло на десната PCA

Во ангиографската серија унилатерален адултен тип е регистриран кај 10,90% од испитаниците кај левата PCA. Унилатерален адултен тип се среќава кај 20% од испитаниците кај десната PCA. Билатерална адултна конфигурација на PCA во оваа серија е регистрирана кај 63,63% од испитаниците (табела 50, слика 75).

Табела 50. Адултна конфигурација на PCA

Адултна конфигурација на левата PCA	N	%
<i>Унилатерална адултна конфигурација на левата страна</i>	6	10,90
<i>Унилатерална адултна конфигурација на десната страна</i>	11	20
<i>Билатерална адултна конфигурација</i>	35	63,63

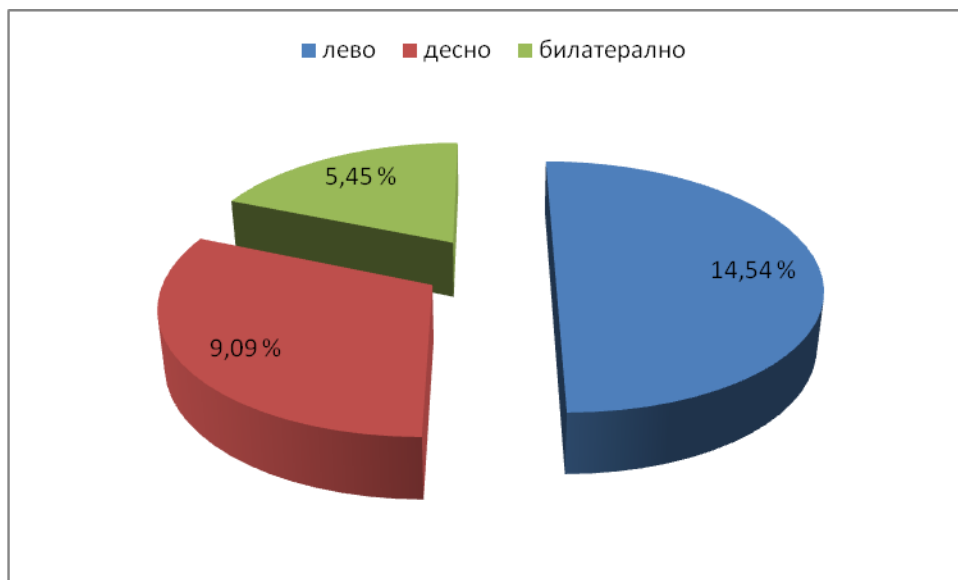


Слика 75. Адултна конфигурација на PCA

Во ангиографската серија, унилатерална фетална конфигурација на левата PCA е регистрирана кај 14,54% од испитаниците. Кај десната PCA, унилатерална фетална конфигурација е застапена кај 9,09% од испитаниците. Билатерална фетална конфигурација на задната PCA е регистрирана кај 5,45% од испитаниците (табела 51, слика 76).

Табела 51. Фетална конфигурација на PCA

Фетална конфигурација на PCA	N	%
<i>Унилатерална фетална конфигурација на левата страна</i>	8	14,54
<i>Унилатерална фетална конфигурација на десната страна</i>	5	9,09
<i>Билатерална фетална конфигурација</i>	3	5,45

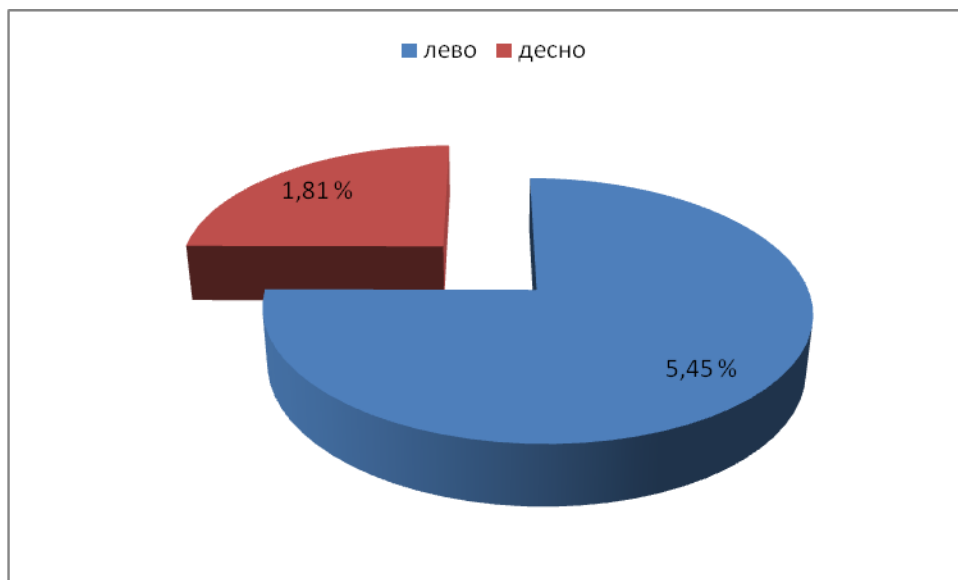


Слика 76. Фетална конфигурација на PCA

Во анализираната серија, унилатерална транзитна конфигурација на левата PCA е застапена кај 5,45% испитаници. Унилатерална транзитна конфигурација на десната PCA е застапена кај 1,81% од испитаниците. Во ангиографската студија не е регистрирана билатерална транзитна конфигурација на PCA (табела 52, слика 77).

Табела 52. Транзитна конфигурација на PCA

Транзитна конфигурација на PCA	N	%
<i>Унилатерална транзитна конфигурација на левата страна</i>	3	5,45
<i>Унилатерална транзитна конфигурација на десната страна</i>	1	1,81



Слика 77. Транзитна конфигурација на PCA



Слика 78. Фетално потекло на левата PCA



Слика 79. Базиларно потекло на левата и на десната РСА

6. ДИСКУСИЈА

6. 1. ПОТЕКЛО НА `РБЕТНАТА АРТЕРИЈА

Во анатомијата, хирургијата, дијагностичката и интервентната радиологија неопходно е да се познава точниот тек на `рбетната артерија и можните варијации [8].

Десната и левата `рбетна артерија вообичаено се опишуваат како први бочни гранки што излегуваат од претскаленскиот сегмент на потклучната артерија [1, 2, 8]. Во литературата се опишани бројни варијации во потеклото на овој крвен сад. Варијабилното потекло на `рбетната артерија е ретка појава, но кога се присутни варијациите во потеклото, почесто се јавуваат кај левата `рбетна артерија [17, 19]. Атипичниот излез на десната `рбетна артерија е многу ретка појава [46]. Билатералното варијабилно потекло на `рбетната артерија е екстремно ретка појава [31]. Опишани се случаи на двојно потекло на `рбетната артерија [30].

Варијабилното потекло на `рбетната артерија се среќава од: лакот на аортата, заедничката каротидна артерија, надворешната и внатрешната каротидна артерија, брахиоцефаличното стебло и тироцервикалното стебло.

6. 1. 1. Варијации во потеклото на левата `рбетна артерија

Најчесто опишана варијација во литературата е варијабилниот излез на левата `рбетна артерија од лакот на аортата. Фреквенцијата на варијабилното потекло на левата `рбетната артерија од лакот на аортата е во границите од 1,6 до 8,3%. Голем број автори (Imre, Panicker, Saty, Chohan, Kanasker, Karande, Shankar, Umamaheswararao и други) даваат прикази на случај каде што левата `рбетна артерија потекнува од лакот на аортата [19, 20, 47-55].

Во студиите реализирани од Додевски, Sastry и Touboul со соработниците е утврдено е дека кај сите испитаници левата `рбетна артерија излегувала како прва бочна гранка на потклучната артерија [18, 56, 57].

Во студијата спроведена од Komiyama и соработниците е анализирано потеклото на `рбетната артерија со ангиографија според методот на Селдингер. Кај 2,4% од испитаниците левата `рбетна артерија излегува од аортниот лак [58].

Студијата спроведена од Oza и соработниците го анализирала потеклото на `рбетната артерија на кадавери и утврдила варијабилно потекло на левата

`рбетна артерија од лакот на аортата кај 3,33% од кадаверите [59]. Истражувањето спроведено од Оза и соработниците е во согласност со студијата спроведена од Додевски во 2010 година, каде што кај 3,30% од испитаниците бил регистриран варијабилен излез на `рбетната артерија од лакот на аортата [60]. Наодите од оваа студија се во согласност со истражувањето спроведено од Живадиновиќ, која ги испитува варијациите на аортниот лак во студија на кадавери. Живадиновиќ, кај 3,64% од испитаниците пронашла варијабилен излез на `рбетната артерија која излегува од лакот на аортата како посебна гранка помеѓу левата заедничка каротидна артерија и левата потклучна артерија [61].

Во студијата спроведена од Matula како базична анатомска студија спроведена на кадавери и клиничка студија реализирана со ултразвук и ангиографија е анализирано потеклото на `рбетната артерија. Резултатите од оваа студија покажале дека кај 8 (3,48%) испитаници имало варијабилно потекло на `рбетната артерија од лакот на аортата, тироцервикалното стебло, заедничката каротидна артерија и надворешната каротидна артерија. Кај 7 испитаници варијабилно потекло имала левата `рбетна артерија, а кај еден испитаник, десната `рбетна артерија. Најчесто застапена варијација во потеклото е излезот на левата `рбетната артерија од лакот на аортата [8].

Trattinig и соработниците во анатомска и радиолошка студија утврдиле дека кај 6% од испитаниците `рбетната артерија има варијабилно потекло од лакот на аортата, тироцервикалното стебло, заедничката и надворешната каротидна артерија. Најчесто застапено беше варијабилното потекло на левата `рбетна артерија од лакот на аортата [62].

Во студија работена на кадавери, Roopam и соработниците кај 3 кадавери утврдиле варијабилно потекло на левата `рбетна артерија од лакот на аортата помеѓу левата заедничката каротидна артерија и левата потклучна артерија [17].

Yamaki и соработниците го анализирале потеклото на `рбетна артерија кај 515 кадавери. Кај 94,2% од испитаниците, левата `рбетна артерија излегувала од левата потклучна артерија. Варијабилен излез од аортниот лак бил забележан кај 5,8% од испитаниците, каде што левата `рбетна артерија излегувала помеѓу левата потклучна артерија и левата заедничка каротидна артерија [22].

Студијата реализирана од Bhatia и соработниците на 81 кадавер, покажала дека кај 7,41% од кадаверите левата `рбетна артерија излегува од лакот на аортата помеѓу левата заедничката каротидна артерија и левата потклучна артерија [63].

Во студијата реализирана од Cavdar и Ariston, варијабилен излез на `рбетната артерија од лакот на аортата се среќава кај 8,3% од испитаниците [64]. Според нашите сознанија, ова е највисок процент на варијабилен излез на `рбетната артерија од лакот на аортата досега соопштен во литературата.

Варијабилното потекло на левата `рбетна артерија од тироцервикалното стебло е опишано од страна на Strub, Matula и Trattinig [8, 62, 65].

Варијабилното потекло на левата `рбетна артерија од брахиоцефаличното стебло е опишано од страна на Bhatia и соработниците [63].

Варијабилното потекло на левата `рбетна артерија од заедничката каротидна артерија, надворешната или внатрешната каротидна артерија, е опишано од Chen, Troutman, Poopam и соработниците [17, 66, 67].

6. 1. 2. Варијации во потеклото на десната `рбетна артерија

Десната `рбетна артерија вообичаено потекнува од задногорната површина на потклучната артерија [1, 2]. Во студиите реализирани од Komiyama, Poopam и Додевски со соработниците е утврдено дека десната `рбетна артерија кај сите испитаници потекнува од десната потклучна артерија [17, 58, 56, 60].

Варијабилното потекло на десната `рбетна артерија може да се подели во три категории: варијабилен излез од лакот на аортата, варијабилен излез од каротидните артерии и брахиоцефаличното стебло и двојно потекло на десната `рбетна артерија [46].

За да се објасни варијабилното потекло на десната `рбетна артерија, неопходно е да се познава ембрионалниот развој на `рбетната артерија. Дефектите во регресијата на една од првите шест цервикални интерсегментални артерии предизвикуват бројни варијации во потеклото на десната `рбетната артерија. Доколку остане да перзистира првата или втората цервикална интерсегментална артерија, тоа ќе доведе до варијабилно потекло на десната `рбетна артерија од внатрешната или надворешната каротидна артерија. Доколку остане да перзистира од третата до шестата цервикална интерсегментална артерија, тогаш тоа ќе доведе до варијабилно потекло на десната `рбетна артерија од лакот на аортата или заедничката каротидна артерија [66].

Варијабилното потекло на десната `рбетна артерија од лакот на аортата е многу ретка појава која случајно се открива при ангиографско испитување на крвните садови. Затоа, во литературата се среќаваат повеќе прикази на случај со варијабилен излез на десната `рбетна артерија од лакот на аортата. Ligege и

соработниците опишуваат варијабилен излез на десната `рбетна артерија дистално од левата потклучна артерија како четврта, последна гранка на аортниот лак [68]. Lemke и Satti даваат приказ на неколку случаи со варијабилен излез на десната `рбетна артерија од аортниот лак дистално од левата потклучна артерија [20, 46]. Wasserman дава приказ на атипичен излез на десната `рбетна артерија од лакот на аортата проксимално од левата потклучна артерија [69]. Loukas опишува варијабилен излез на десната `рбетна артерија од лакот на аортата. Гранките што излегуваат од аортниот лак, одејќи од проксимално кон дистално беа: десната и левата заедничка каротидна артерија, заедничко стебло за десната `рбетна артерија и левата тироидеа има, која ја заменува левата долна штитна артерија, левата потклучна артерија и аберантен излез на десната потклучна артерија, односно лузорија. Левата `рбетна артерија има вообичаен излез од потклучната артерија [70].

Според Yamaki, десната `рбетна артерија кај 0,19% од испитаниците потекнува од брахиоцефаличното стебло [22]. Mazioti и соработниците кај 0,35% од испитаниците утврдиле варијабилен излез на десната `рбетна артерија од брахиоцефаличното стебло [71]. Во студијата на Hamidi, десната `рбетна артерија кај 1% од испитаниците потекнувала од брахиоцефаличното стебло [27].

Според Palmer, инциденцата на варијабилно потекло на десната `рбетна артерија од десната заедничката каротидна артерија изнесува 0,18%, според Ligege, инциденцата изнесува 0,28% [68, 72]. Според Uchino, инциденцата за атипичен излез на десната `рбетна артерија од десната заедничка каротидна артерија со аберантен излез на десната потклучна артерија изнесува 0,1% [73]. Според Wasserman, фреквенцијата на атипичен излез на десната `рбетна артерија од десната заедничка каротидна артерија придружена со аберантен излез на десната потклучна артерија се движи од 0,1 до 0,8% [69].

Yanik и Jamkar даваат приказ на варијабилен излез на десната `рбетна артерија од десната заедничка каротидна артерија без аберантна десна потклучна артерија [74, 75].

Park, Ishihara и Cheng опишале варијабилно потекло на десната `рбетна артерија од десната заедничка каротидна артерија придружено со аберантен излез на десната потклучна артерија од лакот на аортата [76, 77, 78].

Nasir и соработниците даваат приказ на случај каде што десната `рбетна артерија излегува од десната надворешна каротидна артерија [79].

Veeramani дава приказ на случај каде што десната `рбетна артерија излегува од дорзалната страна на тироцервикалното стебло на местото на бифуркација на долната тироидна артерија и нагорната вратна артерија. `Рбетната артерија потоа се насочува суперомедијално да влезе во напречниот отвор на петтиот цервикален прешлен [80].

6. 1. 3. Билатерално варијабилно потекло на `рбетната артерија

Билатералното варијабилно потекло на `рбетната артерија е невообичаена анатомска варијација.

Albayram опишува случај каде што левата и десната `рбетна артерија излегуваат од лакот на аортата помеѓу левата заедничка каротидна артерија и левата потклучна артерија [31].

Schwarzacher дава приказ на случај во кој левата `рбетна артерија излегува од лакот на аортата помеѓу левата заедничка каротидна артерија и левата потклучна артерија. Десната `рбетна артерија излегува од задниот дел на аортниот лак спроти артериската врска, односно *ligamentum arteriosum* [81].

Al-Okaili опишува билатерално варијабилно потекло каде левата `рбетна артерија излегува од лакот на аортата помеѓу левата заедничка каротидна артерија и левата потклучна артерија. Десната `рбетна артерија излегува како последна гранка од аортниот лак дистално од левата потклучна артерија [82].

Goray дава приказ на билатерално потекло на `рбетната артерија од аортниот лак каде што левата и десната `рбетна артерија излегуваат дистално од левата потклучна артерија [83].

Welch опишува приказ на случај во кој левата `рбетна артерија излегува како гранка од лакот на аортата помеѓу брахиоцефаличното стебло и левата заедничка каротидна артерија. Десната `рбетна артерија излегува од лакот на аортата дистално од левата потклучна артерија. Десната `рбетна артерија потоа се насочува ретроезофагиално и може да се означи како десна `рбетна артерија - лузорија [84].

Brouwer опишува билатерален варијабилен излез, каде што левата `рбетна артерија излегува од лакот на аортата, додека десната `рбетна артерија излегува од десната заедничка каротидна артерија, придружена со аберантен излез на десната потклучна артерија од лакот на аортата [85].

Tuncel опишува случај во кој десната `рбетна артерија излегува од десната заедничка каротидна артерија, придружена со аберантен излез на десната потклучна артерија од аортниот лак. Левата `рбетна артерија излегува како втора гранка од лакот на аортата [86].

Liu дава приказ на случај каде што левата и десната `рбетна артерија излегуваат од внатрешната каротидна артерија [87].

6. 1. 4. Двојно потекло или дупликација на `рбетната артерија

Двојното потекло или дупликацијата на `рбетната артерија е ретка варијација која за прв пат во литературата е опишана во 1844 година од Quain [88]. Терминот дупликација треба строго да се применува само за `рбетната артерија која има двојно потекло, односно излегува со две стебла што се соединуваат и ја формираат `рбетната артерија [89]. Најчесто, двете стебла потекнуваат од истостраната потклучна артерија. Во литературата се опишани случаи каде што второто стебло може да излегува од аортниот лак, брахиоцефаличното стебло и од тироцервикалното стебло на десната страна. Додека на левата страна второто стебло најчесто излегува од лакот на аортата или од тироцервикалното стебло. По соединување на двете стебла единствената `рбетна артерија покажува варијабилно ниво на влез во напречниот отвор на прешленот [88, 89].

Двојното потекло на `рбетната артерија се среќава и на левата и на десната страна. Според нашите сознанија, досега во литературата се опишани 52 случаи на двојно потекло на `рбетната артерија, од кои 27 кај левата `рбетна артерија и 25 кај десната `рбетна артерија.

Дупликацијата на `рбетната артерија може да се јави унилатерално и билатерално.

Според Bergman и соработниците, унилатералната дупликација на `рбетната артерија е ретка појава со зачестеност од 0,72%. Bergman кај 5 кадавери опишува двојно потекло на левата `рбетна артерија [90]. Polguj прикажал унилатерална дупликација на левата `рбетна артерија каде што двете стебла потекнуваат од левата потклучна артерија [91]. Shin опишал унилатерална дупликација на левата `рбетна артерија каде што едното стебло излегува од потклучната артерија, додека второто стебло излегува од лакот на аортата [92]. Shhadeh дава приказ на унилатерална дупликација на левата `рбетна артерија каде што двете стебла потекнуваат од лакот на аортата [93].

Билатералната дупликација на `рбетната артерија е многу ретка појава и според нашите сознанија, досега во литературата се опишани само неколку случаи со двојно потекло на десната и левата `рбетна артерија од страна на Ionete, Mordasisni и Gupta со соработниците.

Ionete дава приказ на случај со билатерална дупликација на `рбетната артерија. Левата и десната `рбетна артерија со две стебла потекнуваат од левата и десната потклучна артерија [94].

Gupta опишал случај со билатерална дупликација на `рбетната артерија. Десната `рбетна артерија со медијалното и латералното стебло потекнува од десната потклучна артерија. Двете стебла се соединуваат и ја формираат десната `рбетна артерија која влегува во напречниот отвор на четвртиот вратен прешлен. Кај левата `рбетна артерија, медијалното стебло потекнува од аортниот лак, додека латералното стебло потекнува од потклучната артерија. Двете стебла се соединуваат и ја формираат левата `рбетна артерија која влегува во напречниот отвор на петтиот вратен прешлен [95].

Mordasisni дава приказ на билатерална дупликација во потеклото, каде што десната `рбетна артерија со медијалното и латералното стебло потекнува од десната потклучна артерија. Кај левата `рбетна артерија едното стебло излегува од лакот на аортата, додека второто стебло излегува од левата потклучна артерија [96].

Дупликацијата на `рбетната артерија настанува како резултат на неуспехот на инволуција на одредени ембрионални крвни садови, односно неуспехот на регресијата на десната или левата четврта, петта или шеста интерсегментална артерија [88].

Двојното потекло на `рбетната артерија најчесто останува без клиничка експресија. Сепак во литературата се опишани случаи каде што дупликацијата на `рбетната артерија доведува до промени во хемодинамиката и појава на цереброваскуларна патологија. Според Nogueira и Drapkin, дупликацијата на `рбетната артерија има клиничко значење бидејќи може да имитира слика на дисекција на `рбетната артерија при конвенционална ангиографија. Непрепознавањето на оваа аномалија може да доведе до примена на непотребна терапија за дисекција на `рбетната артерија [97, 98]. Дупликацијата на `рбетната артерија има импликации при интервентни процедури во радиологијата каде што се користи првиот сегмент од `рбетната артерија [97, 98].

Добиените резултати од нашата студија се совпаѓаат со досега објавените податоци во литературата. Во оваа студија, варијабилното потекло почесто се јавува кај левата отколку на десната `рбетна артерија. Најчесто, левата `рбетна артерија варијабилно излегува од лакот на аортата како трета гранка помеѓу левата заедничка каротидна артерија и левата потклучна артерија. На десната страна се опишува само еден случај на варијабилно потекло на десната `рбетна артерија од десната заедничка каротидна артерија. Билатерално варијабилно потекло и дупликација на `рбетната артерија, не се регистрирани во нашата студија.

6. 1. 5. Клиничко значење на варијабилното потекло на `рбетната артерија

Кај најголем дел од случаите опишани во литературата, варијабилниот излез на `рбетната артерија претставува случаен наод и не се манифестира со клинички симптоми [20, 31, 46]. Сепак, дел од пациентите со варијабилен излез на `рбетната артерија имале симптоми како главоболка и вртоглавици [46]. Според Bernardi и Dettori, варијабилниот излез на супрааорталните крвни садови може да доведе до промени во церебралната хемодинамика што може да биде предиспонирачки фактор за развој на одредени заболувања [15]. Така, варијабилниот излез на `рбетната артерија може да доведе до нарушување на церебралната хемодинамика и таквите пациенти се предиспонирани да развијат интракранијални аневризми [15]. Затоа, пациентите што имаат варијабилен излез на `рбетната артерија треба да бидат подложени на истрага за присуство на интракранијални аневризми [20]. Ендоваскуларниот третман на интракранијалните аневризми може да се спроведе пред тие клинички да се манифестираат со субархноидална хеморагија или масефект и на тој начин да доведе до намалување на морбидитетот и морталитетот [20]. Сепак, според други студии, не постои убедлив доказ дека варијабилниот излез на `рбетната артерија може да доведе до нарушување на церебралната хемодинамика и појава на интракранијални аневризми [72].

Дисекција на `рбетната артерија е состојба кога доаѓа до раскинување внатрешниот слој од ѕидот на артеријата и појава на лажен лумен по кој циркулира крвта [99].

Во поглед на прашањето кој сегмент од `рбетната артерија најчесто е зафатен со дисекција, во достапната литература се среќаваат конфликтни резултати. Според студијата реализирана од Mokri и соработниците, дисекцијата на `рбетната артерија кај 2/3 од случаите се јавува на третиот сегмент на

`рбетната артерија [100]. Студиите што се реализирани од Provenzale и Pelkonen укажуваат дека со дисекција може да бидат зафатени сите сегменти на `рбетната артерија [101, 102]. Студијата реализирана од Arnold и соработниците укажува на фактот дека дисекцијата почесто се јавува во вториот и третиот сегмент на `рбетната артерија, отколку во првиот и четвртиот сегмент [99]. Според Shin и соработниците, дисекцијата најчесто го зафаќа четвртиот, односно интракранијалниот сегмент на `рбетната артерија, потоа следуваат вториот и третиот сегмент, додека дисекцијата најретко се јавува кај првиот, односно превертебралниот сегмент [103].

Комијата и соработниците укажуваат на фактот дека со дисекција почесто е зафатена левата отколку десната `рбетна артерија [58]. Според Yamaura, не постои предилекација во поглед на латерализацијата на дисекцијата [104].

Комијата со соработниците ја испитува врската помеѓу инциденцата на дисекција на `рбетната артерија и потеклото на `рбетната артерија. Според ова истражување, левата `рбетна артерија што потекнува од лакот на аортата била поврзана со значително повисока инциденца на дисекција на `рбетната артерија, за разлика од левата или десната `рбетна артерија, кои излегуваат од потклучната артерија ($p < 0,001$). Истражувањето на Комијата укажува дека инциденцата на дисекција на `рбетната артерија е високо асоцирана со варијабилан излез на левата `рбетна артерија од лакот на аортата [58].

Причините за високата инциденца на артериската дисекција поврзани со варијабилан излез на `рбетната артерија од лакот на аортата, допрва треба да се разјаснат. Има две анатомски објаснувања: вродени структурни дефекти на артерискиот сид и промени во церебралната хемодинамика. Варијабилниот излез на `рбетната артерија доведува до нарушување на церебралната хемодинамика. `Рбетната артерија која потекнува од аортниот лак е изложена на поголем стрес на сидот отколку `рбетната артерија која излегува од потклучната артерија. `Рбетната артерија со потекло од аортата е изложена на директни артериски пулсирања, додека `рбетната артерија која потекнува од потклучната артерија е изложена на пригушен проток на крвта поради присуството на проксималниот дел од потклучната артерија. Различното ниво на влез на `рбетната артерија во напречниот отвор на вратните прешлени може да придонесе за разлики во хемодинамиката. `Рбетната артерија со потекло од лакот на аортата, вообичаено влегува во напречниот отвор на ниво на петтиот вратен прешлен, за разлика од `рбетната артерија која потекнува од потклучната артерија што влегува на ниво на шестиот вратен прешлен. Ова повисоко ниво на влез на `рбетната артерија во

напречниот отвор на прешленот, може да предизвика поголем стрес на дисталниот дел од `рбетната артерија [58].

Вистинската вредност за познавање на варијабилното потекло на `рбетната артерија се согледува при хируршки интервенции на супрааорталните крвни садови [8, 46, 62].

Кај случаите кога `рбетната артерија потекнува од каротидната артерија или од нејзините гранки лигатурата на заедничката каротидна артерија или на нејзините гранки може да ја наруши задната мозочна циркулација и да доведе до појава на инфаркт во нејзиното подрачје [79].

Атипичниот излез на десната `рбетна артерија од десната заедничка каротидна артерија бара посебно внимание при предната цервикална хирургија и хируршките интервенции на штитната жлезда. При тироидектомија се врши лигирање на долната штитна артерија. Имајќи ги предвид блиските топографски соодноси помеѓу овие два крвни сади, треба да се внимава да не дојде до ненамерна повреда на десната `рбетна артерија со атипичен излез од заедничката каротидна артерија. При тироидна аспирација постои опасност да дојде до повреда на десната `рбетна артерија со иглата [76].

Кај пациентите со варијабилен излез на десната `рбетна артерија постои опасност од компликации при изведување на хируршки интервенции на аортниот лак или езофагусот [73].

Варијабилното потекло на `рбетната артерија претставува потенцијална замка во дијагностичката и интервентната радиологија. Доколку `рбетните артерии не се идентификуваат на нивната вообичаена позиција, ваквото откритие може да биде погрешно протолкувано од дијагностичкиот радиолог дека постои конгенитално отсуство или оклузија на крвните садови. Оваа информација е од посебно значење при васкуларните или кардиоторакалните хируршки интервенции [20, 31, 46].

6. 2. ДИЈАМЕТАР НА `РБЕТНАТА АРТЕРИЈА

Конгениталните разлики во дијаметарот на `рбетната артерија се среќаваат во форма на асиметрија, хипоплазија или аплазија на `рбетната артерија [1]. Двете `рбетни артерии вообичаено имаат различен пречник, но левата `рбетна артерија почесто е со поголем пречник од десната `рбетна артерија [56, 105]. Левата `рбетна артерија е означена како доминантна [1].

Табела 53. Дијаметар на левата и десната `рбетната артерија

Студија	Лева `рбетна артерија	Десна `рбетна артерија
Matula	3,3-6,2 mm. (5,0 mm)	2,2-5,5 mm (4,1 mm)
Bartles	3,88 ± 0,47 mm	3,81 ± 0,46 mm
Lovrencic-Huzijan	3,55 ± 0,61 mm	3,37 ± 0,60 mm
Chen	3,25 ± 0,43 mm	3,11 ± 0,40 mm
Songur	3,02 ± 0,81 mm	2,85 ± 0,99 mm
Akgun	3,23 ± 0,57 mm	2,95 ± 0,47 mm
Додевски	1,63-4,80 mm (3,33 mm)	1,60-5,0 mm (3,20 mm)

Истражувањето спроведено од Karaynbuehel и Yasargil покажа дека кај 74% од популацијата `рбетната артерија има различен дијаметар. Левата `рбетна артерија е доминантна кај 42% од испитаниците. Десната `рбетна артерија е доминантна кај 32% од испитаниците. Симетричен тип на `рбетна артерија се среќава кај 26% од испитаниците [3].

Според Touboul, кај 48% од испитаниците левата `рбетна артерија е доминантна. Десната `рбетна артерија е доминантна кај 14% од испитаниците. Симетричен тип на `рбетна артерија се среќава кај 38% од испитаниците [57].

Според Szarazova, симетричен тип се јавува кај 25% од населението, кај 65% левата `рбетна артерија е доминантна, додека кај 10% десната `рбетна артерија е доминантна [33].

Според Akgun, симетричен тип се среќава кај 77,7% од испитаниците. Кај 19,3% од испитаниците левата `рбетна артерија е доминантна, десната `рбетна артерија е доминантна кај 3% од испитаниците [4].

Хипоплазијата на `рбетната артерија за прв пат е опишана во 19 век [105, 106]. Хипоплазијата на `рбетната артерија е ретка конгенитална варијација на задната мозочна циркулација [32]. Процентот на застапеност на хипоплазија на

`рбетната артерија се движи од 2 до 20 % во различни земји. До денес, не е постигната согласност за унифицирана дефиниција за хипоплазијата на `рбетната артерија, иако се предложени неколку дефиниции од различни истражувачи. Според одредени ставови се смета дека `рбетната артерија е хипопластична доколку дијаметарот на артеријата е помал од 3 mm. Според други согледувања, `рбетната артерија се смета дека е хипопластична доколку дијаметарот е помал од 2 mm. Постојат и размислувања според кои хипоплазијата на `рбетната артерија се дефинира како состојба каде што соодносот во асиметријата помеѓу двете `рбетни артерии е поголем или еднаков од 1:1,7. Според Matula, Sastry и Touboul хипоплазијата на `рбетната артерија се дефинира како дијаметар помал од 3 mm [8, 18, 57]. Според Chen и Szarazova, дијаметар на `рбетната артерија помал или еднаков од 2,5 mm е идеална вредност за дефинирање на хипоплазија [33, 108]. Според Jeng и соработниците, дијаметарот помал од 2,2 mm треба да се земе како пресек за хипоплазија [109]. Сепак, во поголем број истражувања хипоплазијата на `рбетната артерија се дефинира како дијаметар помал од 2 mm [32, 107, 110].

Хипоплазија на `рбетната артерија многу почесто се јавува на десната страна [3, 4, 27, 32, 33, 108, 109, 110, 111]. Според Peterson и соработниците, кај 80,7% од испитаниците хипоплазијата се јавува на десната страна [112]. Според Морович, кај 64% од испитаниците хипопластична била десната `рбетна артерија. Кај 36% од испитаниците, хипопластична била левата `рбетна артерија [32]. Резултатите од истражувањето на Peterson и Морович се потврдени во студиите спроведени од Додевски, Хузијан, Min, Matula, Szarazova кои забележале дека хипоплазијата почесто се јавува кај десната `рбетна артерија [8, 33, 56, 105, 107, 113].

Во поглед на половата дистрибуција, со неколку студии е утврдено дека хипоплазија на `рбетната артерија многу почесто се јавува кај жените во споредба со мажите [3, 4, 32, 107, 108, 111]. Во студијата спроведена од Морович и соработниците, 60% од испитаниците со хипоплазија на `рбетната артерија биле жени [32]. Peterson во својата студија утврдил дека хипоплазијата многу почесто се јавува кај жените [112].

Според Min и соработниците, не постојат полови разлики при дистрибуцијата на хипоплазија на `рбетната артерија. Тој утврдил дека хипоплазијата се јавува кај 51% од мажите и 49% од жените [113].

Szarazova и соработниците утврдиле дека хипоплазијата на `рбетната артерија многу почесто се јавува кај мажите. Тие утврдиле хипоплазија кај 8 мажи и 1 жена [33].

Билатералната хипоплазија на `рбетната артерија е ретка анатомска варијација која се среќава кај 0,6% од испитаниците според Hamidi, 0,75% според Yasargil, односно 1,6% според Park и соработниците [3, 27, 110].

Аплазија на `рбетната артерија се среќава кај 1% од населението. Аплазија на `рбетната артерија многу почесто се јавува кај жените (64,3%) во споредба со мажите (35,7%) [113]. За разлика од хипоплазијата, која почесто се јавува кај десната `рбетна артерија, аплазијата многу почесто се јавува кај левата `рбетна артерија 64,3% [113].

Во истражувањето спроведено од Matula и соработниците, кај 6,96% од испитаниците била регистрирана хипоплазија на `рбетната артерија. Кај 4,78% од испитаниците хипопластична била десната `рбетна артерија. Кај 2,17% од испитаниците хипопластична била левата `рбетна артерија. Во ова истражување не била откриена аплазија на `рбетната артерија [8].

Во студијата реализирана од Jeng и соработниците, хипоплазија на `рбетната артерија била утврдена кај 11,6% од испитаниците. Десната `рбетна артерија била хипопластична кај 7,8% од испитаниците, додека левата `рбетна артерија била хипопластична кај 3,8% од испитаниците [109].

Ловренчич-Хузијан открила 14 испитаници со хипоплазија на `рбетната артерија, односно фреквенцијата на хипоплазија изнесувала 2,34%. Кај 8 испитаници хипопластична била десната `рбетната артерија, кај 6 испитаници била застапена хипоплазија на левата `рбетна артерија [107].

Според Karayenbuehel и Yasargil, кај 6.2% од испитаниците хипопластична била десната `рбетна артерија, кај 4,5% од испитаниците хипопластична била левата `рбетна артерија. Билатерална хипоплазија на `рбетната артерија била утврдена кај 0,75% од испитаниците [3].

6. 2. 1. Клиничко значење на хипоплазијата на `рбетната артерија

Клиничкото значење и хемодинамското влијание на хипоплазијата на `рбетната артерија е предмет на дебата. Традиционално, најголем дел од лекарите гледаат на асиметријата на `рбетната артерија како на конгенитална анатомска варијација која нема клиничко значење [62]. Во прилог на оваа хипотеза оди и фактот што пациентите со хипоплазија на `рбетната артерија

немаат знаци за вертебробазиларна инсуфициенција [114]. Доколку се земе предвид овој факт, јасен е заклучокот дека значителна асиметрија на `рбетната артерија е нормална анатомска варијација. Сето ова доведе до потценување на инциденцата и клиничкото значење на хипоплазијата на `рбетната артерија [114]. Меѓутоа, новите клинички истражувања сметаат дека хипоплазијата на `рбетната артерија е поврзана со различни клинички состојби, како: мозочен удар на задната мозочна циркулација, мигрена со аура, вестибуларно предизвикани миогени потенцијали и др.

Мозочниот удар е водечка причина за смрт и инвалидитет во современиот свет, особено во индустријализираните земји. Околу една третина од акутните случаи имаат фатален исход [115]. Имајќи го предвид ова, истражувањето на хипоплазијата на `рбетната артерија е значајно бидејќи 15% од сите мозочни удари се случуваат во васкуларното подрачје на `рбетната артерија [32]. Сепак, на хипоплазијата на `рбетната артерија, како ризик фактор во патологијата на мозочните удари на вертебробазиларниот систем, и се посветува многу мало внимание.

Perren анализираше испитаници што првпат доживеале мозочен удар. Кај 34% од испитаниците мозочниот удар бил на територијата на задната мозочна циркулација, додека кај 66% од испитаниците била зафатена предната мозочна циркулација. Резултатите од оваа студија покажаа дека кај 70% хипоплазијата се јавува кај десната `рбетна артерија и била дијагностицирана кај 13% од испитаниците со мозочен удар во пределот на задната мозочна циркулација, наспроти 4,6% од испитаниците со мозочен удар во други територии (13% наспроти 4,6%). Другите ризик фактори за појава на мозочен удар, како: хипертензија, хиперлипидемија, дијабетес и историја на пушење цигари биле застапени подеднакво кај двете испитувани групи. Според Perren, хипоплазијата на `рбетната артерија може да дејствува како предиспонирачки фактор за појава на мозочен удар на територијата на задната мозочна циркулација [115].

Park утврдил дека `рбетната артерија била хипопластична кај 35,2% од испитаниците. Кај 19,3% хипопластична била десната `рбетна артерија, кај 12,5% левата `рбетна артерија и 3,4% од испитаниците имале билатерална хипоплазија. Кај испитаниците со мозочен удар на територијата на задната мозочна циркулација фреквенцијата на хипоплазија на `рбетната артерија изнесувала 45,6%. Фреквенцијата на хипоплазија кај пациентите со мозочен удар на територијата на предната мозочна циркулација изнесувала 27,1%, додека кај здрава популација изнесувала 26,5%. Фреквенцијата на хипоплазија на `рбетната артерија била слична кај здравата популација и пациентите со мозочен удар на

територијата на предната мозочна циркулација. Пациентите со мозочен удар на територијата на задната мозочна циркулација покажале статистички сигнификантно повисока фреквенција на хипоплазија на `рбетната артерија отколку здравата популација и пациентите со мозочен удар на територијата на предната мозочна циркулација. Во однос на демографските карактеристики, ризик факторите и лабораториските наоди, немало значителни разлики меѓу испитуваните групи [110].

Chuang и соработниците анализирале испитаници со мозочен удар. Инциденцата на хипоплазија на `рбетната артерија кај пациентите со исхемичен удар на мозочното стебло или малиот мозок изнесувала 72,72% што било сигнификантно повисока вредност споредбено со 2,53% кај пациентите со исхемичен удар на хемисферите, односно 2,09% кај контролната група на здрава популација [116].

Според Szarova, постои тенденција за коинциденција на мозочниот удар на територијата на задната мозочна циркулација и присуство на хипоплазија на `рбетната артерија [33].

Според Giannopoulos, доколку постои само хипоплазија на `рбетната артерија, таа не е ризик фактор за појава на мозочен удар. Доколку постои хипоплазија на `рбетната артерија во коегзистенција со други два ризик фактора, како хипертензија и хиперлипидемија, тогаш хипоплазијата на `рбетната артерија претставува ризик фактор за појава на мозочен удар [117].

Се наметнува прашањето за тоа каква улога има дијаметарот на крвните садови и зошто крвните садови со помал дијаметар се повеќе подложни на оклузија. Доколку се гледа изолирано само дијаметарот на крвниот сад, се смета дека тој нема влијание, бидејќи многу мозочни крвни садови се со помал дијаметар и не се предиспонирани за оклузија. Се смета дека интеракцијата помеѓу крвниот притисок, составот на крвта и реологијата и физиката на крвната циркулација низ различни артериски садови, придонесуваат за оклузија на крвните садови. Кај хипопластичната `рбетна артерија се среќава помал среден волумен на проток на крвта и намалени проточни брзини. Затоа се смета дека повеќе се подложни на протромботични и атеросклеротични процеси отколку нормалната или доминантната `рбетна артерија. Поради тоа, се претпоставува дека хипоплазијата на `рбетната артерија може да доведе до ипсилатерална оклузија на крвниот сад, како резултат на директно намалување на крвниот проток и лесен колапс на крвниот сад, како резултат на помалиот дијаметар. Хипоплазијата на `рбетната артерија може дополнително да придонесе за

мозочен удар на подрачјето на задната мозочна циркулација доколку постојат ризик фактори како што се хипертензија и дијабетес [115].

Постојат многу теории што ја објаснуваат патогенезата на мигрената. Промените во опсегот и насоката на церебралниот крвен проток, доколку постојат кај пациентите со мигренозен напад без аура, се сеуште се предмет на дебата.

Ловренчич и соработниците ја испитувале хипоплазијата на `рбетната артерија кај пациенти со мигрена со аура и без аура. Кај пациентите што имале мигрена со аура кај 29% барем едната `рбетна артерија е хипопластична, кај 23% хипопластична е десната `рбетна артерија, додека кај 6% хипопластична е левата `рбетна артерија. Кај пациентите што имале мигрена без аура хипоплазија на `рбетната артерија била утврдена кај 7%, додека кај контролната група, хипоплазија била утврдена кај 8%. Опсегот на застапеност на хипоплазија на `рбетната артерија кај пациентите со мигрена без аура и контролната група е во рамките со оној што е присутен кај здравата популација [111].

Chuang и соработниците направиле ретроспективна анализа на пациенти со мигрена и утврдиле инциденца на хипоплазија на `рбетната артерија од 28,26%. Инциденцата на хипоплазија на `рбетаната артерија кај пациенти што имаат мигрена со аура била 14 пати повисока во споредба со контролната група од здрави испитаници каде што изнесувала 2,09%. Не постои сигнификантна редукција на крвниот проток низ `рбетната артерија за време на мигренските атаки споредбено со слободните периоди без мигренска главоболка [34].

Истражувањето спроведено од Ловренчич и соработниците покажало дека хипоплазијата на `рбетната артерија е четири пати почеста кај пациентите со мигрена со аура во споредба со пациентите со мигрена без аура и контролната група од здрави испитаници. Повисоката стапка на хипоплазија на `рбетната артерија кај пациенти со мигрена со аура може да биде дополнителен фактор кој придонесува за хипоперфузија во задната мозочна циркулација, кој го активира и одржува кортикалното ширење на депресијата, со што се објаснуваат невролошките симптоми за време на фазата со аура. Студијата спроведена од Chuang и соработниците ги потврдува наодите на Ловренчич и соработниците. Меѓутоа, тие не се согласуваат со тезата дека хипопластичната `рбетна артерија доведува до хипоперфузија за време на фазата со аура. Според Chuang, протокот на крв за време на мигренскиот напад е задоволителен.

Zwetsloot и соработниците не утврдиле разлика во проточните брзини на вертебробазиларниот систем за време на мигренските атаки без аура и слободните периоди без напад [118].

6. 3. НИВО НА ВЛЕЗ НА `РБЕТНАТА АРТЕРИЈА ВО НАПРЕЧНИОТ ОТВОР НА ПРЕШЛЕНОТ

Вообичаено, `рбетната артерија влегува во напречниот отвор на ниво на шестиот вратен прешлен. Кај одреден дел од популацијата може да се појави варијабилно ниво на влез кога `рбетната артерија влегува во напречниот отвор на ниво на седмиот, петтиот, четвртиот, третиот или вториот вратен прешлен [119].

Во голем број на студии се потврдува ставот дека најчесто `рбетната артерија навлегува во напречниот отвор на ниво на шестиот вратен прешлен. Студиите на Додевски, Heary, Toulbol, Guvencer било утврдено дека кај сите испитаници `рбетната артерија навлегува во напречниот отвор на ниво на шестиот вратен прешлен [9, 56, 57, 120].

Кај 94,9% од испитаниците, Hong регистрирал влез на ниво на шестиот вратен прешлен, потоа со 3,3% следува влез на ниво на петтиот вратен прешлен, со 1,6% влез на ниво на четвртиот вратен прешлен и кај 0,3% од испитаниците е забележан влез на ниво на седмиот вратен прешлен [25].

Kajimoto утврдил дека кај 92,5% од испитаниците `рбетната артерија навлегува во напречниот отвор на ниво на шестиот вратен прешлен, додека кај 7,5% од испитаниците навлегува во напречниот отвор на ниво на седмиот вратен прешлен [121].

Според Bruneau, `рбетната артерија влегува во напречниот отвор на ниво на шестиот вратен прешлен кај 93% од испитаниците. Кај 5% од испитаниците влегува на ниво на петтиот вратен прешлен. Кај 1% од испитаниците `рбетната артерија влегува на ниво на четвртиот вратен прешлен. Кај 0,8% од испитаниците влезот е на ниво на седмиот вратен прешлен. Само кај 0,2 % од испитаниците се среќава влез на ниво на третиот вратен прешлен [24].

Според Eskander, `рбетната артерија влегува во напречниот отвор на ниво на шестиот вратен прешлен кај 92% од испитаниците. Кај 8% од испитаниците бил присутен варијабилан влез на ниво на четвртиот, петтиот или седмиот вратен прешлен соодветно застапен со 1,8%, 5,6% и 0,6% од испитаниците [122].

Во студијата спроведена од Uchino и соработниците, кај 93% од испитаниците левата `рбетна артерија влегувала во напречниот отвор на ниво на шестиот вратен прешлен. Кај 4,9% од испитаниците бил забележан влез на ниво на петтиот вратен прешлен. Кај 1,2% влезот бил на ниво на седмиот вратен

прешлен. Кај 0,7% бил забележан влез на ниво на четвртиот вратен прешлен. Кај десната `рбетна артерија најчесто ниво на влез со 93,8% било на ниво на шестиот вратен прешлен. Влез на ниво на петтиот вратен прешлен бил забележан кај 4,4% од испитаниците. Кај 1,1% од испитаниците десната `рбетна артерија влегувала на ниво на четвртиот вратен прешлен. Кај 0,6% бил утврден влез на ниво на седмиот вратен прешлен. Само кај еден испитаник (0,04%) бил утврден влез на ниво на третиот вратен прешлен на десната `рбетна артерија [73].

Во студијата спроведена од Yamaki и соработниците е утврдено дека десната `рбетна артерија, која излегува од потклучната артерија, кај 83,1% од испитаниците влегува во напречниот отвор на ниво на шестиот вратен прешлен. Кај 8,8% од испитаниците на ниво на петтиот прешлен, потоа со 7,2% следува влез на ниво на седмиот вратен прешлен. Влез на ниво на четвртиот вратен прешлен во оваа студија е пронајден кај 0,6% од испитаниците, додека влез на ниво на третиот вратен прешлен е забележан кај 0,4% од испитаниците. Десната `рбетна артерија, која потекнува од брахиоцефаличното стебло, кај еден испитаник влегува на ниво на третиот вратен прешлен. Левата `рбетна артерија со потекло од потклучната артерија, кај 85,1% од испитаниците влегува на ниво на шестиот вратен прешлен, кај 8,3% артеријата влегува во напречниот отвор на ниво на седмиот вратен прешлен, потоа со 6,6% е застапено ниво на влез на петтиот вратен прешлен. На левата страна не бил утврден влез на `рбетната артерија на ниво на третиот и четвртиот вратен прешлен. Кај 30 испитаници кај кои левата `рбетна артерија потекнувала од лакот на аортата, само кај 10 (33,3%) е забележан влез на ниво на шестиот вратен прешлен. Најчесто ниво на влез со 43,3% е влез на ниво на петтиот вратен прешлен. Кај 16,7% се забележува влез на ниво на четвртиот вратен прешлен, и кај 6,7% од испитаниците се забележува влез на ниво на третиот вратен прешлен [22].

Истражувањата спроведени во неколку студии покажуваат дека варијабилното потекло на `рбетната артерија е цврсто поврзано со варијабилното ниво на влез на `рбетната артерија во напречниот отвор на прешленот.

Истражувањето спроведено од Yamaki и соработниците укажува дека левата и десната `рбетна артерија, кои потекнуваат од потклучната артерија, најчесто влегуваат во напречниот отвор на ниво на шестиот вратен прешлен. Левата и десната `рбетна артерија, кои имаат варијабилно потекло, почесто влегуваат на ниво на третиот, четвртиот или петтиот прешлен, отколку на ниво на шестиот вратен прешлен [22]. Истражувањето на Yamaki е во согласност со истражувањето на Uchino и соработниците. Според Uchino, кај 86,3% од испитаниците, кај кои левата `рбетна артерија потекнува од лакот на аортата, влегува на ниво на

петтиот или четвртиот вратен прешлен. На десната страна кај сите испитаници `рбетната артерија со варијабилно потекло покажала варијабилно ниво на влез во третиот, четвртиот или петтиот вратен прешлен [73]. Согледувањата на Yamaki и Uchino целосно се во согласност со резултатите во нашата студија, каде што левата `рбетна артерија, со варијабилно потекло од лакот на аортата, многу почесто покажува варијабилно ниво на влез во напречниот отвор на прешленот.

Варијабилно ниво на влез на `рбетната артерија почесто се забележува кај левата `рбетна артерија [119]. Во студијата спроведена од Bruneau, кај 51,4% од испитаниците варијабилно ниво на влез се забележува на левата страна, додека кај 48,6% варијабилно ниво на влез се забележува на десната страна [25]. Во студијата спроведена од Hong и соработниците, не е утврдена латерализација на варијабилното ниво на влез. Во оваа студија варијабилно ниво се забележува кај 16 испитаници на левата и десната страна [24].

Според Bruneau, варијабилно ниво на влез на `рбетната артерија се јавува унилатерално кај 12,4% од испитаниците и билатерално кај 0,8% од испитаниците [25]. Според Hong, варијабилно ниво на влез се јавува унилатерално кај 4,57% и билатерално кај 0,6% од испитаниците [24]. Според Kajimoto, варијабилното ниво на влез се јавува унилатерално кај 5% од испитаниците, додека билатерално кај 5% од испитаниците [121].

Според Uchino, симетрично ниво на влез кај левата и десната `рбетна артерија се забележува кај 88,9% од испитаниците. Асиметрично ниво на влез на левата и десната `рбетна артерија било забележано кај 11,1% од испитаниците [76].

6. 3. 1. Клиничко значење на варијабилното ниво на влез на `рбетната артерија во напречниот отвор на прешленот

Во случаите кога `рбетната артерија не влегува на вообичаеното ниво на шестиот вратен прешлен туку повисоко, на ниво на петтиот, четвртиот или третиот вратен прешлен, артеријата не е заштитена [21]. Тогаш артеријата поминува пред напречниот израсток на шестиот вратен прешлен и не е заштитена од коскените структури, притоа е изложена на ризик од повреда кога се прави засек преку долгиот мускул на вратот [23]. Затоа, препознавањето на оваа анатомска варијација при предоперативните истражувања е битно за да се избегне несакана повреда на `рбетната артерија. Оваа варијација лесно може да биде откриена со помош на КТ скен каде што се забележува празен напречен отвор, или напречен отвор со помали димензии. Диференцијацијата помеѓу

различно ниво на влез и хипоплазијата на `рбетната артерија се прави со употреба на контрастна серија [24].

Вистинската инциденца за повреди на `рбетната артерија при предната цервикална хирургија останува непозната поради фактот што најголем број од случаите остануваат недијагностицирани или не се пријавени [123]. Доколку се земе предвид бројот на непрепознаените и непријавените случаи, вистинската инциденца и понатаму ќе остане непозната и потценета, и ќе се зголеми поради зголемување на бројот на хируршки интервенции во подрачјето на `рбетната артерија [124].

Повреда на `рбетната артерија настанува при процесот на експозиција, декомпресија или манипулација со инструментите [124, 125]. Варијациите на `рбетната артерија ја зголемуваат веројатноста за повреда на `рбетната артерија, посебно ако тие не се откриени предоперативно [124].

Инциденцата на повреди на `рбетната артерија при предна цервикална хирургија се движи од 0,22 до 0,5%, додека при задна цервикална хирургија се движи до 8,2%. Кај 0,5% од испитаниците што имале предна цервикална хирургија на `рбетниот столб, Smith утврдил повреда на `рбетната артерија [126]. Golfinos и Burke кај 0,3% од испитаниците со хируршка интервенција на цервикалниот дел од `рбетниот столб утврдиле јатрогена повреда на `рбетната артерија [127, 128].

При повреда на `рбетната артерија не постои согласност во однос на оптималниот начин на третман на оваа потенцијално катастрофална компликација [9]. Несомнено е дека најдобриот третман е превенцијата на повредите на `рбетната артерија. Внимателното предоперативно планирање е од суштинско значење во случаите со варијабилен тек на `рбетната артерија и помага при избегнување на потенцијални компликации опасни по живот на пациентот [9, 23, 25, 26, 126, 128].

6. 4. ИЗВРТЕНОСТ НА `РБЕТНАТА АРТЕРИЈА

`Рбетната артерија, од својот излез до влезот во напречниот отвор на прешленот, може да покаже различен степен на извртеност [8]. Извртеноста на `рбетната артерија за прв пат е опишана од Hadler во 1958 година [129]. Постојат повеќе теории што го објаснуваат настанувањето на извртеноста на `рбетната артерија. Според Hadler, извртеноста на `рбетната артерија настанува како резултат на хемодинамски стрес, односно хипертензија и атероматозни промени на артериското стебло [130]. Според Oga, Harzer и соработниците, причина за

појава на извртеност на `рбетната артерија е цервикалната остеофитоза [130]. Babin и Haller сметаат дека извртеноста на `рбетната артерија е вродена состојба [129]. Одредени автори, како Matula и Trattinig и соработниците, сметаат дека извртеноста на `рбетната артерија настанува како резултат на староста [8, 62].

Извртеноста многу почесто се јавува кај левата `рбетна артерија отколку кај десната, што може да се објасни со фактот дека кај поголем број поединци левата `рбетна артерија е со поголема должина од десната [8, 62]. Извртеноста може да зафати еден сегмент или повеќе сегменти на `рбетната артерија [8, 62].

Според Matula, кај 61% од испитаниците `рбетната артерија покажува прав тек. Извртеност на `рбетната артерија се забележува кај 39% од испитаниците. Кај 44,9% од испитаниците извртеноста е во хоризонталната рамнина, во сагиталната рамнина е кај 33,7% од испитаниците и во фронталната рамнина кај 21,4% од испитаниците. Кај 68% од испитаниците извртеност се јавува кај левата `рбетна артерија, додека кај 32% од испитаниците извртеност се јавува кај десната артерија [8].

Според Trattinig, кај 52,8% од испитаниците `рбетната артерија има прав тек, додека кај 47,2% од испитаниците `рбетната артерија покажува различен степен на извртеност. Според рамнината во која се јавува извртеноста на артериското стебло, најчесто застапена е извртеноста во хоризонталната рамнина кај 42,5% од испитаниците, кај 30% од испитаниците е во сагиталната рамнина, додека извртеност во фронталната рамнина била присутна само кај 27,5% [62].

Според студијата на Sastry, `рбетната артерија е извртена кај 23,7% од испитаниците. Кај сите испитаници извртеноста на `рбетната артерија е во хоризонталната рамнина [18].

Roopam регистрирал извртеност на `рбетната артерија кај 22,1% од испитаниците. Унилатералната извртеност на `рбетната артерија е почеста отколку билатералната. Кај 18,6% од испитаниците се јавува само еден вртеж, додека кај 3,5% од испитаниците се среќаваат по два вртежа [131].

6. 4. 1. Клиничко значење на извртеноста на `рбетната артерија

Кога постои извртеност на `рбетната артерија, неопходна е клиничка корелација помеѓу симптомите на пациентот и извртеноста, односно треба да се утврди дали извртеноста на артеријата е причина за знаците и симптомите кај пациентот [132].

Извртеноста на `рбетната артерија не предизвикува значајни промени во хемодинамиката на артеријата бидејќи не е поврзана со сигнификантна стеноза [8, 62]. Сепак извртеноста на `рбетната артерија може да даде клинички симптоми. Извртеноста на `рбетната артерија може да доведе до цервикална радикулопатија поради притисок врз корените на спиналните нерви [130, 131, 132, 133, 134, 135]. Симптомите на пациентот ќе зависат од нивото на кое се јавува извртеноста на артеријата, односно радикулопатијата. Доколку промените ги зафатат повисоките делови од `рбетната артерија, ќе се манифестираат со дисфагија, глософарингеална невралгија, Хорнеров синдром, неврогена хипертензија, окципитална невралгија, чувство за фарингеална маса и спазмотичен тортиколис [136]. Доколку промените се јават на почетните делови од `рбетната артерија, ќе доведат до симптоми на цервикобрахијална невралгија [133, 134, 135, 136, 137, 138]. Цервикобрахијалната невралгија предизвикана од васкуларно потекло, ќе се манифестира со парестезии и дисестезија без тригер фактор, недостиг на ноќни симптоми и ретки невролошки дефекти [136].

Во литературата се соопштени случаи со фрактура на цервикалните прешлени како секундарна последица поради ерозија на прешлените, предизвикана од извртеност на `рбетната артерија [138, 139].

Туморски лезии во скаленовертебралниот триаголник можат да доведат до изместување на петелките од `рбетната артерија и појава на симптоми на вертебробазиларна инсуфициенција [129, 132, 140]. Според Hongtao, постои силна поврзаност помеѓу извртеноста на `рбетната артерија и инфарктот на малиот мозок и мозочното стебло [129].

Од хируршка гледна точка, од големо значење е да се знае дали `рбетната артерија покажува прав или извртен правец, посебно во состојба кога се планира оперативна транспозиција на `рбетната артерија за каротидната артерија поради високиот степен на стеноза на излезот од артериското стебло [62].

Извртеноста на `рбетната артерија може да доведе до проширување на меѓупрешленскиот отвор на цервикалниот дел од `рбетниот столб. Проширување на меѓупрешленскиот отвор најчесто се јавува помеѓу нивото C4-C5 и C3-C4. Проширен меѓупрешленски отвор се открива како случаен наод при траума во пределот на вратот, затоа ортопедите мора да бидат запознаени со оваа промена и да ја разликуваат диференцијално дијагностички од неврофибром или конгенитално отсуство на прешленскиот лак [138, 139].

Третманот на извртеност на `рбетната артерија треба да биде индивидуално приспособен и зависи од симптомите на пациентот, локализација на промената, бројот на промените и страната на којашто се локализирали

промените [130]. Во услови кога извртеноста на `рбетната артерија се манифестира клинички, симптомите може да бидат отстранети со помош на бајпас процедура [8, 62]. Доколку конзервативниот третман не доведе до подобрување, се препорачува хируршка декомпресија [133]. Третманот на извртена `рбетна артерија што има клиничка манифестација, е микроваскуларна декомпресија преку предниот цервикален пристап [136]. Dahdaleh предлага декомпресија преку задниот цервикален пристап [140].

6. 5. БАЗИЛАРНА АРТЕРИЈА

Во изминатите 50 години имаше голем напредок во хирургијата, во дијагностичката и во интервентната радиологија. Реваскуларизациони процедури, како транслуминална ангиопластика, васкуларни шантови и бајпас операции се користат во секојдневната практика при третманот на различни болести на базиларната артерија [141]. За безбедно изведување на овие процедури неопходно е познавање на анатомските карактеристики и варијациите на базиларната артерија, како што се должината, дијаметарот и излезот на најголемите бочни гранки.

Дијаметарот и должината на базиларната артерија се прикажани во табела 54.

Табела 54. Дијаметар и должина на базиларна артерија

Студија	Дијаметар на базиларна артерија		Должина на базиларна артерија	
	опсег (mm)	просечно (mm)	опсег (mm)	просечно (mm)
<i>Pai</i>	3-7	4,3	24-35	24,9
<i>Idowu</i>	2,5-5,5	3,82	20-40	31,42
<i>Iqbal</i>	2,8-5,1	3,9	18-37	30
<i>Habibi</i>	2,10-5,00	3,90	22,2-46	29,6
<i>Додевски</i>	2,22-4,87	3,27	21,4-44	31,6

Варијациите во должината на базиларната артерија може да се припишат на хемодинамските фактори и стареењето. Варијациите во излезот на бочните

гранки на базиларната артерија имаат конгенитално потекло со соодветно ембриолошко објаснување [142].

Базиларната артерија настанува со соединување на левата и десната `рбетна артерија на ниво на понтомедуларниот спој. Во студијата реализирана од Padmavathi, аголот при формирање на базиларната артерија се движел од 50 до 90° [141]. Тој смета дека идеалниот агол на формирање изнесува од 60 до 75°. Студијата реализирана од Mamatha и соработниците покажала дека аголот на формирање на базиларната артерија се движи од 45 до 70°, или просечно 60° ± 8,7° [142]. Според Songur и соработниците, аголот при формирање на базиларната артерија изнесува 52,2° ± 18,2° [38].

За разлика од другите артериски садови каде што доаѓа до разгранување на артериите, базиларната артерија е еден од ретките артериски крвни садови каде што настанува соединување на два артериски крвотока [143]. Бидејќи двете `рбетни артерии најчесто се асиметрични, се претпоставува дека нееднаквите механички сили што се предизвикани од асиметричниот крвен проток може да влијаат на формата на базиларната артерија. Со студијата реализирана од Hong и соработниците е утврдено дека кај 69,2% од испитаниците левата `рбетна артерија била доминантна, додека кривината на базиларната артерија главно била насочена кон десно [143]. Во ова истражување било утврдено дека постои директна врска помеѓу доминантната `рбетна артерија и контралатерална насоченост на кривината на базиларната артерија кај 83,5% од испитаниците [143]. Ова води до заклучокот дека нееднаквиот крвен проток низ `рбетните артерии има значаен хемодинамски придонес во формирањето на кривината на базиларната артерија.

Schulte-Altdorneburg ја анализираше формата на базиларната артерија и забележал дека артеријата кај 80% од испитаниците има права форма, што претставува најчеста конфигурација. Кај 11% од испитаниците базиларната артерија покажувала лесна девијација од средишната линија, додека кај 7% од испитаниците голема девијација од средишната линија. Кај 2% од испитаниците, базиларната артерија имала форма на буквата S [144].

Според Pai, кај 74% од испитаниците базиларната артерија се протегала во средишната линија и покажувала права форма, додека кај 26% покажувала девијација од средишната линија [40].

Според Habibi, базиларната артерија имала права форма кај 45% од испитаниците [145]. Во студијата реализирана од Yasargil и соработниците, базиларната артерија имала права форма кај 25% од испитаниците. Во

преостанатите случаи покажувала девијација кон десно, лево или имала форма на буквата S [3].

Според истражувањето спроведено од Nishijima, базиларната артерија има права форма кај 9,6% од испитаниците, форма на лак со конвекситет во десно или лево кај 55,8% од испитаниците, додека форма налик на буквата S има кај 34,6% од испитаниците [146].

Мехинович ја анализираше формата на базиларната артерија со помош на КТ или МР ангиографија и кај 30% од испитаниците базиларната артерија имала права форма, кај 46,6% од испитаниците базиларната артерија покажува форма на лак со конвекситет кон десно, односно лево, кај 23,3% од испитаниците базиларната артерија имала форма на буква S [147].

Добиените резултати од нашата студија се во согласност со истражувањето спроведено од Schulte-Altdorneburg, Pai и Habibi. Во овие студии најретко застапена форма на базиларната артерија била формата налик на буквата S, додека најчесто се среќавал прав тек на базиларната артерија. Резултатите на овие истражувања отстапуваат од истражувањето спроведено од Nishijima и Мехинович. Според Nishijima, најчесто застапена форма на базиларната артерија е лак со конвекситет во десно или лево, додека најретко застапена форма е правиот тек на базиларната артерија. Според Мехинович, најчесто се среќава базиларна артерија како лак со конвекситет во десно или лево, додека најретко формата налик на буквата S.

Причините поради кои настанува хипоплазија на базиларната артерија не се познати [148]. Според одредени истражувања хипоплазија на базиларната артерија настанува како последица на перзистентната, примитивна тригеминална артерија. Кај пациентите со хипоплазија на базиларната артерија, се забележува добро развиена задна комуникантна артерија, што укажува на циркулација од каротидниот кон вертебробазиларниот систем. Хипоплазијата на базиларната артерија се дефинира како дијаметар помал од 2 mm [149]. Фреквенцијата на хипоплазијата на базиларната артерија изнесува 4%, односно 5,2% во студиите спроведени од Iqbal и Olindo. Хипоплазија на базиларната артерија се јавува кај 7,7% од пациентите со мозочен удар на територијата на задната мозочна циркулација, споредбено со 4,5% со мозочен удар на територијата на предната мозочна циркулација. Врз основа на овие истражувања, Olindo и соработниците доаѓаат до заклучок дека хипоплазијата на базиларната артерија е асоцирана со инфаркт на територијата на задната мозочна циркулација.

Познавањето на морфолошките карактеристики на крвните садови, како што е базиларната артерија, е од витално значење бидејќи се претпоставува дека хемодинамскиот стрес на местата на артериска бифуркација игра клучна улога во формирањето на артериските аневризми. Местото на формирање и завршување на базиларната артерија имаат импликации во патогенезата на оклузивните нарушувања, местото на почеток на формирање на аневризмата и нејзината прогресија во гигантска фузиформна аневризма. Местото на завршување на базиларната артерија го одредува хируршкиот пристап при третман на аневризми на врвот на базиларната артерија и аневризмите на PCA, бидејќи треба да се направат напори да се сочуваат соседните структури, како мамиларните тела и оптичката хијазма.

Васкуларната компресија е еден од главните предизвикувачи на тригеминална невралгија. Васкуларната компресија најчесто е предизвикана од малите крвни садови како AICA, SCA или мали венски садови. Yoshida и соработниците даваат приказ на тригеминалната невралгија предизвикана од ектатична базиларна артерија [150]. Тригеминална невралгија предизвикана од базиларната артерија опишуваат и Hutchins, Lye и Takamiya [150]. Третманот на невралгијата се состои од микроваскуларна декомпресија [139].

Деталното познавање на текот на базиларната артерија ќе им помогне на неврохирурзите за безбедна дијагноза, план и изведување на бајпас процедурите и шант процедурите при третман на стеноза, аневризми и артериовенски малформации во пределот на задната черепна јама [141].

6. 6. ЗАДНА ДОЛНА ЦЕРЕБЕЛАРНА АРТЕРИЈА-PCA

PCA е најкомплексна, варијабилна, извртена церебеларна артерија која го снабдува со крв малиот мозок и мозочното стебло [151].

Кога PCA е присутна, тогаш таа претставува најдобро развиена гранка на `рбетната артерија. Во литературата се опишани случаи на унилатерално или билатерално отсуство на PCA. Salamon и Huang утврдиле дека кај 26% од испитаниците, PCA недостасува унилатерално, додека кај 2% од испитаниците, PCA недостасува билатерално [36]. Cullen соопштува дека кај 26% од испитаниците недостасува PCA [37]. Akgun и соработниците забележале дека PCA недостасува кај 24,4% од испитаниците на десната страна и 19,3% од испитаниците на левата страна [4]. Кауаси, во студија работена на кадавери, утврдил дека кај 9,6% од испитаниците недостасува PCA [151]. Резултатите од

нашето истражување покажаа дека PICA недостасува кај 8,73% од испитаниците. Резултатите од нашата студија се во согласност со истражувањето на Kayaci и соработниците.

Според Lister, Macchi, Kayaci, PICA се дефинира како церебеларна артерија која најчесто потекнува од `рбетната артерија [35, 151]. Според Lang, кај 70 до 90% од испитаниците PICA потекнува од `рбетната артерија. Според Lister и Fine, кај 80 до 95% од испитаниците PICA излегува од `рбетната артерија [35, 152]. Во нашата студија, PICA потекнуваше од левата `рбетната артерија кај 91,2% од испитаниците. Десната PICA потекнуваше од `рбетната артерија кај 88,3% од испитаниците.

Akgun, Kayaci, Burns, Yasargil, Ucerler и соработниците опишуваат потекло на PICA од базиларната артерија [3, 4, 151, 153]. Според Lang, PICA потекнува од базиларната артерија кај 7 до 10% од испитаниците. Според Милисављевиќ, PICA потекнува од базиларната артерија кај 9% од испитаниците [1]. Во нашата студија базиларно потекло на PICA се среќава кај 3,88% од испитаниците на левата страна, односно 7,76% од испитаниците на десната страна.

Ahuja, Nakanishi, Hui и соработниците даваат приказ на случај на потекло на PICA од интракранијалниот сегмент на внатрешната каротидна артерија [154, 155, 156]. Ogawa и соработниците даваат приказ на случај каде што PICA потекнува од задната менингеална артерија [157]. Mercier и соработниците опишуваат случаи кога PICA и AICA излегуваат со заедничко стебло од `рбетната или базиларната артерија [158].

Неколку анатомски студии соопштуваат фреквенција на двојно потекло на PICA кај 2,5 до 6% од испитаниците [3]. Lesley, Pasco и Kwon опишуваат двојно потекло на PICA од `рбетната артерија. Lesley направил ретроспективна анализа кај 207 пациенти со ангиографија и утврдил дека кај 1,45% од испитаниците се среќава двојно потекло на PICA. Kwon и соработниците анализирале 131 испитаник и кај 8 испитаници утврдиле двојно потекло на PICA [159, 160, 161].

Познавањето на конфигурацијата на екстрадуралното потекло на PICA е значајно поради тоа што артеријата може да биде изложена на повреди при хируршки интервенции на цервикалниот дел од `рбетот и мозочното стебло, и дисекциите што се почесто се јавуваат [162]. Според Fine, екстрадуралното потекло на PICA е честа појава и се среќава кај 20% од испитаниците [152]. Според Kayaci и соработниците, екстрадуралното потекло на PICA е ретка појава и се среќава кај 4,25% од испитаниците [151]. Nassr и соработниците даваат приказ на случај на повреда на PICA со екстрадурално потекло при поставување на

штраф во бочната маса на првиот вратен прешлен [163]. Оваа анатомска варијација со новите техники за визуелизација на крвните садови како КТА и МРА може да биде откриена пред хируршката интервенција, и на тој начин да се редуцира ризикот од повреда на PICA [152, 162, 163].

Lister, Kayaci и соработниците, даваат приказ на дупликација на PICA, односно двојно стебло на артеријата [35, 151].

PICA со бихемисферична дистрибуција се среќава кај помалку од 0,1% од испитаниците [164].

PICA може да се издвојува од кој било дел на интрадуралниот сегмент на `рбетната артерија. Во литературата се опишани случаи на излез на PICA од терминалниот екстрадурален сегмент. Според Lister и соработниците, кај 35 испитаници PICA излегувала над нивото на големиот отвор од тилната коска. Кај 7 испитаници PICA излегувала под нивото на големиот отвор на тилната коска. Според Newton и соработниците, кај 18% од испитаниците PICA излегувала од `рбетната артерија под нивото на големиот отвор на тилната коска. Кај 4 од испитаниците, PICA излегувала на ниво на големиот отвор. Кај 57% од испитаниците, PICA излегувала над нивото на големиот отвор на тилната коска [35, 165]. Дијаметарот на PICA е претставен во табела 55.

Табела 55. Дијаметар на PICA

Студија	Десна PICA	Лева PICA
<i>Shrontz</i>	1,7 ± 0,1 mm	1,8 ± 0,1 mm
<i>Akgun</i>	1,67 ± 0,45 mm	1,64 ± 0,37 mm
<i>Kayaci</i>	1,50 ± 0,42 mm	1,63 ± 0,34 mm
<i>Grasso</i>	1,42 ± 0,3 mm	1,15 ± 0,1 mm
<i>Pai</i>	1,23 mm	1,2 mm
<i>Додевски</i>	1,18 ± 0,40 mm	1,24 ± 0,42 mm

6. 7. ПРЕДНА ДОЛНА ЦЕРЕБЕЛАРНА АРТЕРИЈА-AICA

Дијаметарот на AICA е претставен во табела 56.

Табела 56. Дијаметар на AICA

Студија	Десна AICA	Лева AICA
<i>Akgun</i>	1,24 ± 0,38 mm	1,28 ± 0,42 mm
<i>Habibi</i>	1,39 ± 0,46 mm	1,34 ± 0,78 mm
<i>Grasso</i>	0,9 ± 0,7 mm	1 ± 0,1 mm
<i>Pai</i>	0,9 mm	1,11 mm
<i>Shrontz</i>	1,0 ± 0,1 mm	1,0 ± 0,1 mm
<i>Додевски</i>	0,88 ± 0,26 mm	0,89 ± 0,30 mm

Според Akgun и соработниците, кај 17,8% од испитаниците недостасува десната AICA, додека кај 18,5% од испитаниците недостасува левата AICA [4]. Во студијата спроведена од Ameranco и соработниците, AICA недостасува кај 4% од испитаниците [165]. Во нашата студија, AICA недостасува кај 16,50% од испитаниците. Резултатите од нашите истражувања се во согласност со истражувањето на Akgun и соработниците.

Според Esmer и соработниците, AICA излегува како единечно стебло кај 75% од испитаниците. Дупликација на артеријата се среќава кај 22,7% од испитаниците. Трипликација е присутна кај 2,3% од испитаниците [166].

Според Martin и соработниците, AICA потекнува како единечно стебло кај 72% од испитаниците. Дупликација на артеријата се среќава кај 26% од испитаниците, додека трипликација се јавува кај 2% од испитаниците [167].

Yasargil утврдил дека кај 58% од испитаниците AICA се јавува како единечно стебло. Дупликација на AICA се јавува кај 20% од испитаниците. Кај 20% од испитаниците се забележува трипликација на AICA [3].

Според Маринкович, AICA излегува како единечно стебло кај 64,28% од испитаниците. Дупликација на AICA се среќава кај 35,71% од испитаниците. Трипликација на AICA во оваа студија не била утврдена [1].

Во студијата спроведена од Pai и соработниците, AICA излегува како единечно стебло кај 78% од испитаниците. Дупликација на AICA се јавува кај 22% од испитаниците. Трипликација на AICA не била регистрирана [40].

Во студијата спроведена од Esmer, кај сите испитаници AICA потекнувала од проксималната третина на базиларната артерија [166]. Во студијата спроведена од Yasargil, кај 84% AICA излегувала од проксималната третина на базиларната артерија, додека кај 16% од испитаниците, излегувала од средната третина на базиларната артерија [3]. Според Ameranco, кај 75% од испитаниците AICA излегува од проксималната третина на базиларната артерија, кај преостанатите случаи, AICA излегува од средната или од дисталната третина на базиларната артерија или недостасува [165]. Резултатите од овие истражувања се во спротивност со наодите на Pai и соработниците [40]. Тие утврдиле дека AICA излегува од проксималната третина на базиларната артерија кај 7,14% од испитаниците, од средната третина кај 60,7% од испитаниците и од дисталната третина кај 32,14% од испитаниците.

Во студиите спроведени од Haughton и Ito се дава приказ на случај каде што AICA потекнува од кавернозниот дел на внатрешната каротидна артерија [168, 169]. Примитивната тригеминална артерија и парните лонгитудинални, неврални артерии, нормално, не се присутни кај возрасни лица. Доколку примитивната тригеминална артерија е присутна и притоа не настанала комплетна фузија на лонгитудиналните артерии, тоа може да доведе до каротидно потекло на горната или долните церебеларни артерии [168]. AICA може да се одвојува од PICA или директно од грбетната артерија [1].

AICA стапува во близок сооднос со VI кранијален нерв. Според Esmer и соработниците, кај 72,7% од испитаниците AICA го вкрстува VI кранијален нерв од дорзалната страна. Кај 27,3% од испитаниците AICA го вкрстува VI кранијален нерв од вентралната страна [166]. Според Yasargil, AICA ретко може да поминува директно низ VI кранијален нерв [3]. Маринкович и соработниците сметаат дека пенетрација на AICA низ VI кранијален нерв е честа појава и се јавува кај 25% од испитаниците [1]. Според Esmer и соработниците пенетрирањето на AICA низ VI кранијален нерв не е така ретка појава како што ја опишуваат Yasargil и соработниците, ниту толку честа појава како што соопштува Маринкович. Во студијата на Esmer AICA поминува директно низ VI кранијален нерв кај 11,4% од

испитаниците [166]. Блискиот контакт помеѓу AICA и VI кранијален нерв може да биде причина за парализа на VI кранијален нерв од васкуларна природа која се третира со микроваскуларна декомпресија [166].

Иако беа предложени неколку етиолошки фактори што може да доведат до хемифацијален спазам, денес е општо прифатено дека хемифацијалниот спазам примарно е предизвикан поради компресија на седмиот кранијален нерв при неговиот излез од мозочниот мост од соседните крвни садови. Кај 22,9 до 59% компресијата на седмиот кранијален нерв е предизвикана од PICA, кај 17 до 39% од AICA, додека кај 3,6 до 18% од испитаниците `рбетната артерија се среќава како етиолошки фактор кој доведува до хемифацијален спазам [29].

6. 8. ГОРНА ЦЕРЕБЕЛАРНА АРТЕРИЈА-SCA

Горната церебеларна артерија е најпостојана од инфратенторијалните церебеларни крвни садови според своето потекло и полето на васкуларизација. Сепак, и покрај нејзината константност, опишани се варијации на SCA како дупликација, трипликација и варијабилно потекло на SCA од PCA. Овие варијации најчесто се застапени унилатерално, додека билатералното присуство на варијациите е многу ретка појава [1].

Во студијата спроведена од Avci и соработниците, кај 67% SCA потекнуваше како единечно стебло од базиларната артерија. Кога SCA излегува како единечно стебло од дисталниот дел на базиларната артерија се дели на роstralна и каудална гранка. Кај дупликацијата се среќаваат две стебла што излегуваат од базиларната артерија, притоа горното стебло ги носи роstralните гранки, а долното стебло каудалните гранки. Во оваа студија дупликација е откриена кај 26% од испитаниците. Трипликација на горната церебеларна артерија е откриена кај 7% од испитаниците [170].

Студијата реализирана од Padmavathi, покажа дека кај 74,6% од испитаниците SCA излегува како единечно стебло од базиларната артерија. Во оваа студија дупликација на SCA била утврдена кај 23,3% од испитаниците. Трипликација на SCA била регистрирана кај 2% од испитаниците [171].

Според Habibi и соработниците, кај 85,45% од испитаниците SCA излегува како единечно стебло од дисталниот дел на базиларната артерија. Кај 12,9% од испитаниците била откриена дупликација на SCA, додека трипликација на SCA била регистрирана кај 1,61% од испитаниците [145].

Студијата реализирана од Pai и соработниците, покажа дека кај 84% од испитаниците, SCA излегува како единечно стебло од базиларната артерија. Кај 16% од испитаниците била утврдена дупликација на SCA. Трипликација на артеријата во оваа студија не е регистрирана [40].

Според Hardy и соработниците, кај 86% од испитаниците SCA излегува како единечно стебло, додека кај 14% се забележува дупликација на SCA. Трипликација во потеклото на SCA во оваа студија не е пронајдена [39].

Според Esmer, SCA излегува како единечно стебло кај 82,8% од испитаниците, додека кај 17,2% се забележува дупликација на артериското стебло. Во оваа студија трипликација на артеријата не е пронајдена [172].

Во студијата спроведена од Akgun и соработниците, кај 100% од испитаниците SCA излегуваше како единечно стебло од базиларната артерија. Во оваа студија дупликација и трипликација на SCA не биле откриени [4].

Во литературата се опишани повеќе прикази на случаи каде што SCA излегува од PCA. Во студијата реализирана од Uchino, кај 2,6% од испитаниците, односно 4 % од испитаниците во студијата спроведена од Hardy, SCA излегува од PCA [39, 173]. Според Dagcinar, кај 7,1% од испитаниците SCA излегува од PCA [174]. Во студијата спроведена од Padmavathi се среќава отстапување од овие резултати, бидејќи тој прикажал дека кај 25,3% од испитаниците SCA потекнува од PCA, кај 17% од испитаниците, SCA излегува со заедничко стебло од базиларната артерија [171].

Во состојба кога има дупликација или трипликација на горната церебеларна артерија, дијаметарот на првата SCA се движеше од 0,95 до 2,25 mm (просечно 1,56 mm), дијаметарот на втората SCA беше од 0,35 до 1,58 mm (просечно 0,89 mm), додека дијаметарот на третата SCA беше во границите од 0,42 до 0,71 mm (просечно 0,55 mm) [171].

Голем број студии од областа на анатомијата се фокусираа на дијаметарот и растојанието помеѓу SCA и PCA. Резултатите од овие истражувања се прикажани во табелите 57 и 58.

Табела 58. Дијаметар на десната и левата SCA

Студија	Десна SCA	Лева SCA
<i>Pai et al; 2007</i>	1,4 mm	1,6 mm
<i>Songur et al; 2008</i>	1,28 mm \pm 0,46 mm	1,27 mm \pm 0,38 mm
<i>Habibi et al; 2011</i>	1,63 mm \pm 0,50 mm	1,66 mm \pm 0,41 mm
<i>Akgun et al; 2013</i>	1,59 mm \pm 0,39 mm	1,52 mm \pm 0,31 mm
<i>Padmavathi; 2014</i>	2,0 mm \pm 0,4 mm	1,9 mm \pm 0,3 mm
<i>Додевски; 2014</i>	1,32 mm \pm 0,44 mm	1,36 mm \pm 0,47 mm

Табела 58. Растојанието помеѓу SCA и PCA

Студија	Растојание помеѓу SCA и PCA
<i>Avcı et al; 2001</i>	0,49-2,17 mm (просечно 1,15 mm)
<i>Pai et al; 2007</i>	1,45 mm десно; 1,33 mm лево
<i>Gonzales et al; 2010</i>	0-3,4 mm (просечно 1,19 mm)
<i>Padmavathi; 2014</i>	0,7-4,5 mm
<i>Додевски; 2014</i>	1,61 mm десно; 1,59 mm лево

6. 8. 1. Клиничко значење на анатомските карактеристики на SCA

SCA го привлекува вниманието на анатомите, радиолозите и неврохирурзите поради варијациите во потекло [171].

Во текот на изминатите неколку децении, имаше брз и континуиран напредок во областа на дијагностичката и интервентната ангиографија, КТ и МР ангиографија, и овие методи се почесто се користат при испитување на патологијата на мозочните крвни садови. Затоа, морфолошките карактеристики на SCA мора добро да се познаваат со цел точно толкување на радиолошките наоди, планирање и изведување на ендоваскуларните процедури [170].

SCA игра значајна улога кај хеморагичните и исхемичните цереброваскуларни заболувања на задната черепна јама. Просторот на васкуларизација на SCA се смета дека е најранлив при намален крвен проток во задната черепна јама бидејќи претставува дистална гранична линија на вертебралните и на базиларната артерија [39].

Кај вертебробазиларна инсуфициенција, проксималниот сегмент на SCA се користи за изведување на бајпас процедури за реконструкција и ревакуларизација [171]. Ростралната и каудалната гранка на SCA може да се користат кај процедурите за ревакуларизација. До овие гранки лесно се пристапува со употреба на комбиниран петрозен, латерален супрацеребеларен-инфратенторијален или субтемпорален пристап. Ростралната гранка на SCA содржи многу перфораторни гранки и доаѓа во близок контакт со IV кранијален нерв. Доколку ростралната гранка се користи за ревакуларизација, треба да се размисли за потенцијалниот ризик од повреда на IV кранијален нерв и инфаркт од перфораторните гранки [170].

Бајпас процедурите може да го намалат морбидитетот и морталитетот, затоа познавањето на анатомските карактеристики, како потеклото, дијаметарот и курсот на крвните садови игра важна улога во предоперативното планирање за избор на соодветната гранка и локацијата на анастомозата [4]. Артериска бајпас процедура може да се користи во третман на вертебробазиларна исхемија, стеноза на базиларната артерија, тумори на черепната база и артерио-венски малформации на задната мозочна циркулација. Кај бајпас процедурите PICA, AICA, SCA и PCA се користат за анастомозирање со контралатералната артерија или екстракранијалните артерии како површинската слепоочна артерија или тилната артерија со цел да се воспостави ревакуларизација на мозочниот паренхим. Големите аневризми на апексот на базиларната артерија се третираат со анастомоза на SCA за површинската темпорална артерија [171].

Проксималниот сегмент на SCA поминува непосредно или е во близок контакт со III, IV и V кранијален нерв [39]. SCA доаѓа во близока контакт со III, IV

и V кранијален нерв кај 64%, 92% и 52% од испитаниците според Hardy, односно кај 70%, 95% и 45% според Avci и соработниците [39, 170].

Фактот дека SCA е во близок контакт со III, IV и V кранијален нерв треба да се има предвид при изведување на хируршките интервенции кај кои SCA е директно експонирана, како при отстранување на тумори и други хируршки интервенции.

Извртена и елонгирана SCA може да врши компресија на тригеминалниот нерв што доведува до тригеминална невралгија. Според најновите сознанија за третман на тригеминалната невралгија се препорачува микроваскуларна декомпресија со употреба на техниката на врапинг [141].

Блискиот сооднос на SCA со кранијалните нерви може да биде причина за различни невролошки нарушувања. Компресијата на III кранијален нерв со SCA доведува до нарушување на движењата на очното јаболко и промени во големината на папилата [8, 15]. Компресијата на IV кранијален нерв со стеблото или некоја од гранките на SCA доведува до појава на трохлеарна невралгија која се манифестира со супериорна дијагонална миокимија [39]. Вообичаена причина за појава на тригеминална невралгија е компресија на V кранијален нерв со SCA [39]. Тригеминалната невралгија предизвикана поради компресија на V кранијален нерв со SCA за прв пат е опишана од страна на Dandy и соработниците [28]. Блискиот контакт на SCA со IV кранијален нерв игра значајна улога кај латералниот и комбинираните петрозен пристап до пределот на тенторијалната инцизура [170]. За третман на невралгијата се користи васкуларна декомпресија [28].

6. 9. ЗАДНА МОЗОЧНА АРТЕРИЈА - PCA

Постојат повеќе класификации на PCA. Според Zeel и Rhoton, на PCA се разликуваат 4 сегменти [42]. Во 1972 година, Krayenbuhl и Yasargil ја поделиле PCA на два ангиографски сегменти: базиларен и кортикален сегмент [3]. Базиларниот сегмент одговара на сегментите P1 и P2, додека кортикалниот сегмент одговара на сегментите P3 и P4. Сепак денес, најчесто прифатена и употребувана класификација е онаа предложена од Zeel и Rhoton според која на PCA се опишуваат 4 сегменти. Анатомските поделби и класификации на PCA треба да се базираат на добро дефинирани просторни и анатомски структури и треба да бидат поврзани со соодветни клинички и хируршки процедури. Со напредокот во микроневрохирургијата и воведувањето на новите техники за визуализација на

мозочните структури, се наметнува потребата од соодветен хируршки пристап со цел да се сочуваат мозочните структури [42].

Во зависност од развиеноста на сегментот P1, се разликуваат три различни начини на настанување на дисталниот сегмент на PCA. Доколку сегментот P1 е нормално развиен, а задната комуникантна артерија е со вообичаен мал пречник тогаш постои базиларно потекло на PCA. Кај овој тип PCA доминантно се исполнува со крв преку базиларната артерија. Податоците за фреквенцијата за базиларно потекло на PCA се различни и се движат од 58% во студијата на Zeal и Rhoton, 65,7% во студијата на Милисављевич и соработниците, 67,5% според Yasargil и соработниците, 70% во студијата на Saeki и Rhoton. Според De Silva и соработниците, базиларниот тип на PCA се среќава кај 92% од испитаниците [1, 3, 41, 42].

Доколку сегментот P1 е со мал пречник, односно е слабо развиен, хипопластичен, а задната комуникантна артерија е добро развиена, тогаш постои каротидно или фетално потекло на PCA [1, 3, 41, 42]. Кај феталниот тип на PCA, артеријата доминантно се исполнува со крв преку внатрешната каротидна артерија. Терминот фетален потекнува од фактот што кај ембрионот и фетусот PCA потекнува од внатрешната каротидна артерија [1]. Според одредени автори, терминот фетален тип на PCA треба да се употребува кога постои комуникација со базиларната артерија преку хипопластичен, слабо развиен P1 сегмент. Според други мислења, терминот фетален тип на PCA треба да се употребува само кога сегментот P1 не може да се визуализира, односно PCA не се исполнува со крв преку базиларната артерија по давање на контраст во `рбетната артерија. Затоа Van Ramt предлага да се воведат термините парцијален и тотален тип PCA [175]. Кај парцијалниот тип на фетална PCA, сегментот P1 може да се визуализира со КТ, МР или ангиографски. Кај тотален тип на PCA, сегментот P1 не може да се визуализира со КТ, МР или ангиографија и PCA не се исполнува со крв преку `рбетната артерија. Фетален тип на PCA се среќава кај 4,4% од испитаниците во студијата на De Silva, во 9% од испитаниците според студијата на van Overbeek, кај 14,3% од испитаниците според Милисављевич, 24,5% од испитаниците според Yasargil, 30 % според Seeki и Rhoton, се до 40% според студијата на Zeal и Rhoton [1, 3, 41, 42, 176].

Како што можеме да забележиме, фреквенцијата на фетален тип на PCA се движи во границите од 4,4 до 40%. Како можна причина за вака широкиот опсег на фетален тип на PCA во литературата е диверзитетот во номенклатурата и грубите проценки на дијаметарот на крвните садови.

Феталниот тип на PCA може да се јави унилатерално или билатерално. Фетален тип на PCA многу почесто се јавува на десната страна. Унилатералниот фетален тип се среќава многу почесто со застапеност од 11 до 29%, за разлика од билатералниот фетален тип [177]. Билатералниот фетален тип е поретка појава со фреквенција од 1,8 до 8%. Милисављевич и соработниците утврдиле дека унилатерален фетален тип се среќава кај 14,3% од испитаниците, додека билатерален фетален тип на PCA се среќава кај 5,7% од испитаниците [1].

Во студијата на Yasargil и соработниците, билатерален фетален тип се среќава кај 4,5% од испитаниците, додека кај 13,3% се јавува унилатерален фетален тип на десната PCA, а кај 7,3% од испитаниците се среќава унилатерален фетален тип на левата PCA [3].

Според студијата на Padmavathi и соработниците, феталниот тип на PCA се среќава кај 13% од испитаниците, и тоа кај 5,6% на десната страна и кај 7,4% на левата страна. Во оваа студија билатерално фетално потекло на PCA не е утврдено [139].

Според Shaban и соработниците, парцијалниот, фетален тип на PCA се среќава кај 15,1% од испитаниците и е многу почест од комплетниот фетален тип што се среќава кај 9,5% од испитаниците. Парцијалниот фетален тип почесто се јавува на десната страна кај 43,9% од испитаниците, за разлика од левата страна каде што се среќава кај 23,3% од испитаниците. Билатерален парцијален фетален тип се среќава кај 32,9% од испитаниците. Комплетниот фетален тип на PCA исто така почесто се јавува на десната страна со застапеност од околу 45,1% од испитаниците. Комплетен фетален тип на PCA поретко се јавува на левата страна и е застапен кај 35,3% од испитаниците, додека билатералниот комплетен фетален тип на PCA се среќава кај 19,6% од испитаниците [177].

Кога сегментот P1 и задната комуникантна артерија се добро развиени, односно кога разликата во дијаметарот на овие два крвни сада не е поголема од 30%, тогаш дисталниот дел на PCA настанува со спојување на овие два крвни сада. Во оваа ситуација зборуваме за транзиторен, интермедијарен мешовит тип на PCA. Кај транзиторниот тип дисталниот сегмент на PCA се исполнува со крв преку вертебробазиларниот и каротидниот систем. Транзиторната конфигурација се среќава кај 2,2% од испитаниците според De Silva и соработниците, кај 8% од испитаниците според Yasargil и соработниците. Милисављевич и соработниците имаат добиено нешто поголем процент од 11,4% [1, 3, 41].

Дијаметарот на сегментот P1 на PCA е прикажан во табела 59.

Табела 59. Дијаметар на PCA

Студија	Десна PCA	Лева PCA
<i>Pai</i>	2,76 mm	2,5 mm
<i>Akgun</i>	2,56 ± 0,43 mm	2,43 ± 0,34
<i>Kamath</i>	2,1 ± 0,7 mm	2,2 ± 0,6 mm
<i>Roopashree</i>	2,04 ± 0,52 mm	2,25 ± 1,05 mm
<i>Songur</i>	1,83±0,50 mm	1,88±0,53 mm
<i>Додевски</i>	1,83 ± 0,60 mm	1,94 ± 0,60 mm

6. 9. 1. Клиничка значење на анатомските карактеристики на PCA

Интересот во колкав степен PCA се исполнува од вертебробазиларниот или од каротидниот нема само анатомско значење, туку и практично, клиничко значење. Хируршкиот пристап до PCA е голем предизвик за неврохирурзите поради анатомската комплексност на пределот кој ги содржи перфорантните гранки, длабоки венски структури, кранијалните нерви и соседни мозочни делови во близина на тенторијалниот раб. Кога ќе се земе предвид анатомската комплексност на PCA, клучно е неврохирургот да има детално познавање на нејзината дистрибуција [178].

Причините поради кои доаѓа до појава на интракранијални аневризми се мултифакторски и не се целосно разјаснети. Според одредени истражувања, постои врска помеѓу аномалиите во развојот на Вилисовиот круг и развојот на аневризмите преку хемодинамските промени во циркулацијата на крвта и предизвикување притисок на слабите точки на местата каде што имаме бифуркација на артериите [179]. Кога PCA доминантно се исполнува со крв преку внатрешната каротидна артерија, постои зголемен проток на крв низ внатрешната каротидна артерија проксимално од задната комуникантна артерија и низ самата задна комуникантна артерија. Тоа доведува до зголемен стрес на сидот на крвните садови што има тенденција да промовира формирање на аневризми на овие места. Турбулентниот тек ќе се појави и во каротидниот систем, кој исто така

може да биде инволвиран во формирањето на аневризми, дури и на артериските сидови кои не се поврзани со бифуркацијата [180, 181].

Испитувањето на перфузијата добива се поголемо значење при тријажа и третман на акутен мозочен удар. Унилатералниот фетален тип на PCA предизвикува значителна лево-десна асиметрија на сликите. Познавањето на оваа варијација е од критично значење за радиологот при интерпретација на наодот, бидејќи ваквата асиметрија може да имитира, односно да даде лажна слика за цереброваскуларната патологија [182].

Присуството на варијабилното потекло на PCA е од големо значење кога се планира лигатура на внатрешната или на заедничката каротидна артерија или во ситуација кога имаме опструкција на овие артерии со емболус. Кога имаме фетален тип на PCA, тромбоза или емболија која го зафаќа каротидниот систем, може да доведе до инфаркт на окципиталниот лобус и обратно феталниот тип на PCA ќе превенира да дојде до појава на инфаркт на окципиталниот лобус кај тромбоза на базиларната артерија [43].

Феталниот тип на PCA може да биде причина за зголемен ризик од мозочен удар кај пациенти со опструктивна артериска болест. Лептоменингеалните колатерални крвни садови се развиваат помеѓу предната, средната и задната мозочна артерија. Лептоменингеалните крвни садови се анастомози со дијаметар до 1 mm кај кои правецот на циркулирање на крвта зависи од хемодинамските и метаболичките услови на двете поврзани васкуларни територии. Тие се значајна комуникација помеѓу внатрешната каротидна артерија и вертебробазиларниот систем. Лептоменингеалните колатералии може да се развијат кај повеќето од различните конфигурации на Вилисовиот круг. Сепак кај лицата со фетален тип на PCA, не може да се развијат лептоменингеалните колатерални крвни садови помеѓу внатрешната каротидна артерија и вертебробазиларниот систем, бидејќи средната и задната мозочна артерија се поврзани со каротидниот систем, а не со вертебробазиларниот систем [175, 183]. Покрај тоа, средната мозочна артерија и феталниот тип на PCA се наоѓаат над тенториумот, додека вертебробазиларниот систем е под тенториумот [175]. Неколку студии покажаа дека бројот на колатералните крвни садови е поврзан со намален ризик од транзиторни исхемични атаки и мозочен удар [185, 186].

Во изминатите години се посветува големо внимание на врската помеѓу феталниот тип на PCA и инфаркт на окципиталниот лобус. Иако феталниот тип на PCA е честа варијација, многу малку се знае за врската и релевантноста на феталниот тип на PCA кај пациентите со мозочен удар. За да се испита оваа врска,

реализирани се повеќе клинички и кадаверични студии, меѓутоа добиените резултати не се хомогени. Така според одредени студии постои врската помеѓу феталниот тип на PCA и инфарктот на окципиталниот лобус, додека други студии потполно ја отфрлаат оваа хипотеза. Притоа резултатите покажале дека кај пациентите со инфаркт на окципиталниот лобус многу почесто се среќава фетален тип на PCA [186, 187, 188]. Од друга страна, постојат студии што не ја потврдуваат оваа теорија. Според студијата на Shaban и соработниците, меѓу пациентите со акутен мозочен удар фреквенцијата на парцијален фетален тип на PCA изнесува 15%, додека комплетен фетален тип на PCA се среќава кај 10% [177]. Според овие резултати, фреквенцијата на фетален тип на PCA не е повисока од онаа што се соопштува при истражувања на општата популација. Исто така, тој забележал дека присуството на фетален тип на PCA не е поврзано со страната на којашто настанува инфарктот. Резултатите од студијата на Shaban се во согласност со резултатите од студијата спроведена од de Monye и соработниците во која се укажува дека нема доволно аргументи што би ја потврдиле теоријата за зголемен ризик од мозочен удар кај пациенти со фетален тип на PCA [189]. Овој став тој го поткрепува со резултатите од неговата студија која е спроведена на 171 испитаник кои имале транзиторни исхемични атаки или мозочен удар. Фетално потекло на PCA било утврдено кај 17% од пациентите на симптоматската страна и кај 22 % од пациентите на асимптоматската страна. Билатерално фетално потекло е утврдено кај 5% од испитаниците. Според нашето мислење, неопходни се дополнителни истражувања со кои би се потврдила или отфрлила врската помеѓу феталниот тип на PCA и мозочниот инфаркт.

Бидејќи внатрешната каротидна артерија придонесува во циркулацијата на PCA, стенозата на каротидната артерија треба да се земе предвид како можна причина за инфаркт на окципиталниот лобус. Ова тврдење го потврдуваат резултатите од студиите спроведени од Cohen и Pessin кои укажуваат на фактот дека болест на каротидните артерии може да биде причина за инфаркт на територијата на PCA [186, 187]. Овие пациенти се потенцијални кандидати за каротидна ендартеректомија бидејќи веќе е докажан позитивниот ефект на оваа процедура во превенцијата на рекурентните мозочни атаки [190].

Анатомските варијации на Вилисовиот круг влијаат на протокот на крв низ Вилисовиот круг кај нормалната популација. Во студијата спроведена од Hendrikse и соработниците е испитуван протокот на крв низ внатрешната каротидна артерија и базиларната артерија. Кај испитаниците со унилатерален или билатерален фетален тип на PCA, се открива зголемен проток на крв низ внатрешната каротидна артерија на страната со фетален тип на PCA.

Истовремено, кај овие испитаници е намален протокот на крв низ базиларната артерија, споредбено со вредностите каде васкуларизацијата на PCA доаѓа од базиларната артерија. Асиметријата во циркулирачкиот волумен помеѓу левата и десната внатрешна каротидна артерија и намалениот волумен низ базиларната артерија укажуваат на фактот дека е предизвикана од анатомските варијации во Вилисовиот круг [191].

6. 10. ФЕНЕСТРАЦИИ НА ВЕРТЕБРОБАЗИЛАРНИОТ СИСТЕМ

Фенестрациите се ретки конгенитални аномалии поврзани со абнормален развој на примитивните ембрионални крвни садови. Фенестрациите на предната и на задната мозочна циркулација имаат различна ембриолошка основа [193].

Ембрионалниот развој на `рбетната артерија се одвива од 32 до 40 ден од ембрионалниот развој, односно кога големината на ембрионот изнесува од 7 до 18 mm [8, 44, 45]. `Рбетната артерија не се развива како артерија што поседува сопствена територија, туку настанува како резултат на анастомози на цервикалните интерсегментални артерии [44, 45]. Првата цервикална интерсегментална артерија анастомозира привремено со базиларната артерија и се формираат примитивни базило-вертебрални анастомози [44, 45]. Фенестрациите на `рбетната артерија настануваат како резултат на остатоци на овие анастомотични канали [194].

Базиларната артерија настанува со фузија на двете примитивни лонгитудинални неврални артерии од втората до четвртата фаза на ембрионалниот развој [1]. Фузијата настанува во петтата недела од феталниот развој, кога двете примитивни неурални артерии се долги околу 5 до 6 mm. Во раната фаза на фузијата, двете лонгитудинални артерии се поврзани со неколку привремени артериски мостови, кои со понатамошна фузија регресираат и се формира базиларната артерија. Доколку не настане комплетна фузија, може да дојде до појава на фенестрација на кој било дел од базиларната артерија [1, 45, 195].

Терминот фенестрација треба да се разликува од терминот дупликација. Кај дупликацијата крвниот сад излегува со две стебла што се соединуваат и даваат еден крвен сад. Гледано од анатомски аспект, фенестрацијата се дефинира како варијација каде што крвниот сад проксимално има заедничко потекло, кој потоа се дели и формира два канала низ кои циркулира крвта. Овие два канала дистално од фенестрацијата се соединуваат и повторно продолжуваат како еден крвен сад. Двата луминални канала што ја сочинуваат фенестрацијата може, меѓутоа не мора, да имаат заедничка адвентицијална обвивка [195, 196, 197].

Според Uchino и Kim, инциденцата на фенестрации на `рбетната артерија во ангиографските серии се движи од 0,2% до 2,2% [196, 197].

Вистинската фреквенција на фенестрациите на базиларната артерија е тешко да се одреди, и податоците главно зависат и се разликуваат од типот на испитувањето. Инциденцата на фенестрациите на базиларната артерија во ангиографски серии се движи од 0,2% до 0,6%. При испитување со МРА, фреквенцијата изнесува до 2%, додека кај студиите изведени на кадавери, фреквенцијата на фенестрациите се движи од 1,3 до 6% [193, 195, 196, 197]. Инциденцата на интракранијалните фенестрации при КТА серии се движи до 12,9% [193, 201]. Ваквата разлика во инциденцата на фенестрациите на базиларната артерија при ангиографски и кадаверични студии може да се објасни со фактот што во одредени случаи фенестрациите се толку мали, што практично ги прави невидливи при ангиографско испитување. Покрај тоа интракранијалните аневризми може да ја покријат фенестрацијата и да ја спречат нејзината ангиографска визуализација. Разликата во инциденцата помеѓу КТ и МР ангиографските серии може да се објасни со фактот што малите фенестрации може да бидат пропуштени поради малата резолуција на три димензионалната техника time-of-flight што се користи при МРА.

Според локализацијата, фенестрациите на `рбетната артерија може да бидат: екстракранијални, кои најчесто настануваат на атлантооксијалното ниво, и интракранијални на терминалниот дел од `рбетната артерија. Екстракранијалните фенестрации настануваат како резултат на остатоци од цервикални интерсегментални артерии. Интракранијалните фенестрации на `рбетната артерија настануваат како резултат на перзистентни базивертебрални анастомози. Според нашите сознанија, досега во литературата се уште нема опишано случај на фенестрација на првиот и вториот топографски дел на `рбетната артерија [194].

Фенестрациите може да се јават по целата должина на базиларната артерија. Фенестрациите најчесто се лоцирани во проксималниот дел на базиларната артерија, близу вертебробазиларниот спој [193, 195, 196, 197, 200, 201]. Иако поретко, фенестрациите може да се јават и во средниот и во дисталниот дел од базиларната артерија [202, 203]. Sogawa и соработниците, откриле 215 фенестрации на базиларната артерија, од кои 209 биле лоцирани на проксималниот дел од базиларната артерија [204]. Campos и соработниците ја анализирале локализацијата на фенестрациите на базиларната артерија кај 21 пациент, и кај 20 испитаници фенестрацијата била лоцирана во проксималниот дел од базиларната артерија, додека само една фенестрација била лоцирана во средната третина од базиларната артерија [205]. Islak открил 10 фенестрации, од

кои 8 биле лоцирани во проксималниот дел, преостанатите 2 биле лоцирани во дисталниот дел од базиларната артерија [203]. Tasker открил 9 фенестрации на базиларната артерија, од кои 5 биле лоцирани во проксималниот дел во близина на вертебробазиларниот спој, останатите 4 фенестрации биле лоцирани во средниот или среднодисталниот дел на базиларната артерија [206]. Додевски и соработниците откриле две фенестрации кои биле лоцирани на проксималниот дел на базиларната артерија [200]. Според Sanders, фенестрациите почесто се локализираани во средниот и во дисталниот дел на базиларната артерија. Од 16 откриени фенестрации, 5 биле лоцирани во проксималниот дел, 7 во средниот дел и 4 во дисталниот дел на базиларната артерија [207].

Според должината фенестрациите на базиларната артерија се поделени во три групи: мали до 3 mm, средни од 3,1 до 5 mm и големи со должина поголема од 5 mm [203]. Истражувањето на Campos покажа дека кај 6 пациенти должината на фенестрираниот сегмент била помала од 5 mm, кај 14 пациенти должината на фенестрираниот сегмент изнесувала од 6 до 10 mm, и кај еден пациент била поголема од 15 mm [205]. Должината на фенестрираниот сегмент во студијата на Sogawa и соработниците, изнесувала од 1,6 mm до 15,6 mm, додека просечната должина на фенестрираниот сегмент изнесувала 4,6 mm [204]. Во студијата спроведена од Tanaka и соработниците просечниот дијаметар на фенестрираниот сегмент изнесувал 2,4 x 1,3 mm [202]. Во студијата спроведена од Додевски и соработниците, била пронајдена една мала и една средна фенестрација [200].

Sanders и соработниците при анализа на церебрални ангиографии утврдиле дека инциденцата на фенестрациите на базиларната артерија е 0.3% [207].

Islak и соработниците во ангиографска серија кај 1,3% односно кај 26 испитаници утврдиле фенестрација на интракранијалните крвни садови. Од 26 фенестрации, 20 (77%) фенестрации се наоѓале на базиларната артерија, 3 (12%) фенестрации биле забележани на вертебралната артерија и 3 (12%) фенестрации на средната мозочна артерија [203].

Tanaka и соработниците, кај 1% од испитаниците пронашле фенестрација на базиларната артерија при испитување со МРА [202].

Според Васович и соработниците, фреквенцијата на фенестрациите на базиларната артерија изнесува 3,87% во студија спроведена на кадавери [195].

Повисока инциденца на интракранијални фенестрации се соопштува при испитување со КТ ангиографија. Кај КТА сериите фреквенцијата на фенестрациите

изнесува 10,5% односно 12,9% според Bharatha и Bayrak и соработниците [193, 201].

При ретроспективна анализа на КТА, Bharatha и соработниците откриле 53 фенестрации, односно вкупна инциденца од 10,5%. Во оваа студија 6,9% од фенестрациите биле локализирани на предната мозочна и комуникантна артерија. На базиларната артерија биле локализирани 2,4%, додека на `рбетната артерија имало 0,4% од утврдените фенестрации [201].

Според Bayrak фреквенцијата на интракранијалните фенестрации при КТА изнесувала 12,9%. Во оваа студија кај 5,32% од испитаниците фенестрација била лоцирана на предната мозочна и комуникантна артерија. На базиларната артерија биле локализирани 4,56% од фенестрациите и 1,01% од фенестрациите биле лоцирани на `рбетната артерија [193].

6. 10. 1. Клиничко значење на фенестрациите на `рбетната и базиларната артерија

Фенестрациите на вертебробазиларниот систем се случаен наод при ангиографски испитувања или дисекција. Клиничкото значење на фенестрациите е контроверзно. Во минатото, фенестрациите исклучиво беа гледани како анатомски варијации, што не предизвикуваат клинички симптоми [208]. Денес, фенестрациите добиваат клиничко значење поради можната поврзаност со интракранијални аневризми, артериовенските малформации, исхемија или инфаркт на мозочното стебло [195].

Тврдењата за поврзаност на фенестрациите на вертебробазиларниот систем со исхемија на мозочното стебло или инфаркти, во голема мера се контроверзни. Промените во хемодинамиката и турбулентниот крвоток предиспонираат појава на тромби во фенестрираните артерии. Woo и Hong даваат приказ на случај каде што како причина за инфаркт се наведува тромбоза на едниот или двата крака на фенестрација [209, 210].

Коуанагу и соработниците даваат приказ на случај на тригеминална невралгија предизвикана од интракранијална фенестрација на `рбетната артерија. Фенестрацијата вршела компресија на коренот на V кранијален нерв. Симптомите се повлекле по васкуларна декомпресија [211].

Поврзаноста помеѓу фенестрациите на `рбетната артерија и артериовенските малформации опширно е опишана од Uchino. Оваа врска била утврдена кај 7% од испитаниците [212].

Знакот за двоен лумен се смета дека е патогномостичен за артериската дисекција [98]. Фенестрацијата на `рбетната артерија или базиларната артерија може погрешно да биде интерпретирана како артериска дисекција или тромбоза, особено кај пациенти со мозочен удар, а со тоа да доведе до погрешна одлука кога се во прашање идните дијагностички и тераписки модалитети кај овие пациенти [199, 209].

Најголемо внимание привлекува поврзаноста помеѓу фенестрациите и аневризмите, која настанува поради дефектот во сидот на крвниот сад проксимално или дистално од местото на фенестрација. Латералните сидови на фенестрираниот крвниот сад имаат нормална градба. Медијалните сидови на фенестрираниот крвен сад имаат септални дефекти, кај нив недостасува средниот слој и имаат недостаток на еластин, покрај тоа истенчен е и субендотелниот слој. Структурните промени што се среќаваат во сидот на фенестрираните крвни садови се слични со местата на артериска бифуркација. Промените што настануваат во субендотелниот слој на фенестрираните крвни садови се идентични како промените предизвикани од хемодинамски стрес. Анатомските, структурните и хемодинамските промени што настануваат кај фенестрираните крвни садови се во согласност со теоријата што го објаснува настанувањето на интракранијалните аневризми. Во една студија забележано е дека аневризмите почесто се јавуваат на контралатералната страна од доминантната `рбетна артерија, што оди во прилог на теоријата за настанување на аневризмите поради промени во хемодинамиката и турбулентен тек, кои го стимулираат настанувањето и растот на аневризмите.

Во литературата постојат бројни прикази на случај каде фенестрацијата на `рбетната артерија е поврзана со интракранијални аневризми. Според Miyazaki и соработниците, кај 20% од испитаниците фенестрациите на `рбетната артерија се поврзани со аневризми на различни локации. Меѓутоа, треба да се напомене дека ниту една од овие аневризми не излегува од самата фенестрација [213].

Според нашето мислење, само врз основа на овие прикази на случај не може да се донесе заклучок за поврзаноста на фенестрациите на `рбетната артерија и интракранијалните аневризми. Неопходни се понатамошни истражувања со поголеми серии на испитаници со цел да се потврдат или да се отфрлат овие ставови.

Sanders, Bayrak, Bharatha и соработниците, во неколку студии, утврдиле дека непостои статистички сигнификантна асоцираност помеѓу фенестрациите на базиларната артерија и аневризмите [193, 201, 207].

Сепак, импресивни се податоците за асоцираноста на аневризмите и фенестрациите на базиларната артерија кои ги соопштува Campos со соработниците. Тој открил дека кај 35,5% од испитаниците постои поврзаност помеѓу аневризмите и фенестрацијата [205]. Студијата реализирана од Tasker ги потврдува резултатите на Campos. Тој утврдил дека кај 75% од испитаниците фенестрациите на базиларната артерија биле асоцирани со аневризма [206].

Во истражувањето спроведено од Campos и Tasker кај пациенти со дијагностицирана аневризма се барани фенестрации. Додека во истражувањето на Sanders, Bayrak и Bharatha кај пациенти со веќе дијагностицирана фенестрација се утврдувало дали имаат аневризма.

Препознавањето на фенестрациите е критично кога се планира третман на аневризмите. Пред хируршкиот или ендоваскуларниот третман на аневризмите треба точно да се одредат анатомските карактеристики на крвните садови со цел да се избегнат изненадувања во текот на интервенцијата и несакан исход за пациентот [193]. Спроведените истражувања покажуваат дека од луминалните канали на фенестрацијата може да излегуваат бочни гранки, како PICA и AICA [195, 205]. Затоа луминалниот канал на фенестрацијата треба да биде сочуван секогаш кога од него излегуваат ангиографски видливи гранки. Поради тоа, неопходно е ваквите податоци да се откријат пред хируршките интервенции на аневризмите за да се превенира ненамерно клипсирање на луменот на фенестрацијата, а со тоа и на овие значајни гранки [203, 205]. Доколку имаме ангиографски доказ дека од фенестрацијата не излегува крвен сад, тоа ќе овозможи комплетна оклузија на аневризмата, доколку се зачува само еден канал на фенестрацијата [214].

7. ЗАКЛУЧОЦИ

Вертебробазиларниот систем ја претставува задната мозочна циркулација. Анализата на морфолошките белези на вертебробазиларниот систем со методот на КТА ги даде следниве вредности:

`Рбетната артерија најчесто потекнува од потклучната артерија. Левата `рбетна артерија кај 94,17% од испитаниците потекнува од левата потклучна артерија. Кај 5,82% од испитаниците се регистрира варијабилно потекло на левата `рбетна артерија и таа се одвојува од лакот на аортата. Десната `рбетна артерија кај 99,02% од испитаниците се издвојува од десната потклучна артерија. Кај 0,97% од испитаниците се регистрира варијабилно потекло на десната `рбетна артерија од десната заедничка каротидна артерија.

Дијаметарот на левата `рбетна артерија изнесува 3,33 mm, додека дијаметарот на десната `рбетна артерија изнесува 3,20 mm. Анализата на податоците укажува дека дијаметарот на левата `рбетна артерија е поголем од дијаметарот на десната `рбетна артерија. Не постои значителна статистичка разлика во дијаметарот помеѓу левата и десната `рбетна артерија.

Хипоплазијата, како морфолошка варијација, почесто се јавува кај десната `рбетна артерија во споредба со левата `рбетна артерија. Анализата на податоците покажа дека не постои статистички значителна разлика во однос на застапеноста на хипоплазијата помеѓу левата и десната `рбетна артерија.

`Рбетната артерија најчесто влегува во напречниот отвор на шестиот вратен прешлен. Левата `рбетна артерија кај 92,23% влегува во напречниот отвор на ниво на шестиот вратен прешлен. Варијабилно ниво на влез се регистрира кај 7,76% од испитаниците на ниво на петтиот и четвртиот вратен прешлен. Кај 94,17% од испитаниците, десната `рбетна артерија влегува во напречниот отвор на ниво на шестиот вратен прешлен. Варијабилно ниво на влез на десната `рбетна артерија се забележува кај 5,83% од испитаниците на ниво на седмиот, петтиот и четвртиот вратен прешлен. Анализата на податоците покажува дека постои поврзаност помеѓу варијабилното потекло и варијабилното ниво на влез во напречниот отвор на прешленот кај левата `рбетна артерија.

Стеблото на `рбетната артерија покажува различен степен на извртеност. Извртеноста почесто е застапена кај левата `рбетна артерија во споредба со десната. Билатералната извртеност на артериското стебло е почесто застапена во

споредба со унилатералната извртеност. Анализата на податоците покажува дека не постои значителна статистичка разлика во однос на дистрибуцијата на извртеноста кај левата и десната `рбетна артерија. Во поглед на поврзаноста на извртеноста на `рбетната артерија и возраста на испитаниците, анализата на податоците покажа дека постои статистички значителна поврзаност помеѓу возраста на испитаниците и појавата на извртеност на `рбетната артерија.

Најголема бочна гранка на `рбетната артерија е PICA која најчесто потекнува од интракранијалниот дел на `рбетната артерија. Дијаметарот на левата PICA изнесува 1,24 mm, додека дијаметарот на десната PICA изнесува 1,18 mm. Не постои значителна статистичка разлика во поглед на дијаметарот на левата и десната PICA.

Средната вредност на дијаметарот на базиларната артерија изнесува 3,27 mm, додека средната вредност на должината на базиларната артерија изнесува 3,16 cm. Базиларната артерија најчесто има права форма, потоа форма на лак со конвекситет во десно односно лево. Најретко застапена е формата налик на буквата S. Анализата на податоците покажа дека не постои поврзаност помеѓу формата на базиларната артерија и дијаметарот на `рбетната артерија.

Најголема бочна гранка на базиларната артерија е PCA. Дијаметарот на левата PCA изнесува 1,94 mm, додека дијаметарот на десната PCA изнесува 1,83 mm. Кај левата и кај десната PCA најчесто е застапен базиларниот тип, каде PCA доминантно се исполнувала со крв преку базиларната артерија, односно има базиларно потекло. Кај левата и десната PCA најретко се среќава транзитниот тип PCA кога артеријата се исполнува со крв преку базиларната и внатрешната каротидна артерија. Најчесто регистрирана конфигурација кај PCA е билатералната адултна конфигурација, додека најретко регистрирана конфигурација е билатералната транзитна конфигурација на PCA.

Според дијаметарот, најмала бочна гранка на базиларната артерија е AICA. Дијаметарот на левата AICA изнесува 0,89 mm, додека дијаметарот на десната AICA изнесува 0,88 mm. Анализата на податоците покажува дека не постои статистички значителна разлика во дијаметарот на десната и левата AICA.

Кај левата SCA бил регистриран поголем дијаметар во однос на десната SCA, но не постои значителна статистичка разлика во поглед на дијаметарот на левата и десната SCA. SCA најчесто излегува од дисталната третина од стеблото на базиларната артерија. Регистрирани се морфолошки варијации во потеклото на SCA во смисла на унилатерална и билатерална дупликација на стеблото на SCA и варијабилно потекло на SCA од PCA.

Фенестрациите на вертебробазиларниот систем како морфолошка варијација се застапени кај 0,97% од испитаниците на `рбетната артерија и 2,91% од испитаниците на базиларната артерија.

Анализата на морфолошките карактеристики на вертебробазиларниот систем со методот на ДСА ги даде следните карактеристики:

Кај сите испитаници со методот на ДСА беше визуализиран излезот на `рбетната артерија. Кај 96,36% од испитаниците `рбетната артерија излегува од соодветната потклучна артерија. Кај 3,63% од испитаниците регистрирано е варијабилно потекло на левата `рбетна артерија од лакот на аортата.

ДСА и КТА се имиџинг методи со кои може да се утврди потеклото на крвните садови. Сепак конвенционалната ДСА, иако е инвазивен метод се покажа како поефикасна за визуализирање на потеклото на PICA и AICA споредбено со КТА. Со ДСА кај сите испитаници беше визуализиран излезот на PICA и AICA. Со методот КТА потеклото на PICA не беше визуализирано кај 8,73% од испитаниците. Излезот на AICA не беше возможно да се визуализира кај 16,50% од испитаниците.

Со методот на ДСА беше утврдено дека левата и десната PCA најчесто се исполнуваат со крв преку базиларната артерија, додека најретко се исполнуваат со крв комбинирано преку базиларната и внатрешната каротидна артерија. Билатералната адултна конфигурација на PCA била најчесто застапена, додека билатералната транзитна конфигурација на PCA се среќава најретко. Во поглед на одредување на морфолошките карактеристики на PCA, ДСА и КТА како методи се компатибилни.

Добиените податоци за морфолошките карактеристики и варијациите на вертебробазиларниот систем претставуваат основа за планирање и спроведување на дијагностичките и интервентните процедури во радиологијата и неврохирургијата. Варијациите на вертебробазиларниот систем треба да бидат откриени пред дијагностичките и интервентните процедури за да се спречи настанување на компликации при спроведувањето на овие процедури. Познавањето на анатомијата и варијациите на вертебробазиларниот систем наоѓа практична примена во процесот на едукација на идните лекари-специјалисти.

8. ЛИСТА НА КРАТЕНКИ

КТА-Компјутеризирана томографска ангиографија

ДСА-Дијагностичка субтракциона ангиографија

РІСА- Задна долна церебеларна артерија

АІСА- Предна долна церебеларна артерија

SCA- Горната церебеларна артерија

РСА- Задната мозочна артерија

9. ЛИТЕРАТУРА

1. Marinkovic S, Milisavljevic M, Antunovic V, editors. Arterije mozga i kicmene mozgine: Anatomske i klinicke karakteristike. 1ed. Beograd: Bit inzenjering; 2001.
2. Papazova M, Lazarova D, Zhivadinovik J. Vaskularizacija na mozokot. Skopje, UKIM, 2010.
3. Yasargil MG. Intracranial arteries. In: Yasargim MG. Microneurosurgery Vol I. Thieme Medical Publishers Inc: New York; 1987. p. 54-164.
4. Akgun V, Battal B, Bozkurt Y, et all. Normal anatomical features and variations of the vertebrobasilar circulation and its branches: an analysis with 64-detector row CT and 3T MR angiographies. Scientific World Journal 2013, doi:10.1155/2013/620162.
5. Alawad AHM, Hussein MA, Hassan MA. Morphology and normal variations of the cerebral arterial circle of Willis in Khartoum Diagnostic Centre. Khartoum Medical Journal. 2009; 2(2):215-219.
6. Vasovic Lj, Jovanovic I, Ugrenovic S, Vlajkovic S, Jovanovic P, Dzordzevic G. Extracranial segments of the vertebral artery: Insight in the developmental changes up to the 21st year of life. Pediatric Craniovertebral Junction Diseases. Adv Tech Stand Neurosurg 2014; 40:111-139.
7. Carney A. Vertebral artery surgery: historical development, basic concepts of brain hemodynamics and clinical experience of 102 cases. Adv Neurol. 1981; 30:249-282.
8. Matula C, Tratting S, Tschabitscher M, Day JD, Koos WT. The course of the prevertebral segment of the vertebral artery: Anatomy and clinical significance. Surg Neurol. 1997; 48:125-131.
9. Heary RF, Albert TJ, Ludwig SC, Vaccaro AR, Wolansky LJ, Leddy TP, et al. Surgical anatomy of the vertebral arteries. Spine. 1996; 21:2074-2080.
10. George B, Cornelius J. Vertebral artery: surgical anatomy. Oper Tech Neurosurg. 2001; 4:168–181.
11. Sanelli PC, Mifsud MJ, Zelenko N, Heier LA. CT angiography in the evaluation of cerebrovascular diseases. AJR Am J Roentgenol 2005; 184:305-312.
12. Husband J, Dombrowe G. X-ray computed tomography-a truly remarkable medical development. Br J Radiol. 2005; 78(926):97-98.
13. Barlinn K, Alexandrov AV. Vascular imaging in stroke: comparative analysis. Neurotherapeutics. 2011; 8(3):340-348.

14. Vieco PT. CT angiography of the intracranial circulation. *Neuroimaging Clin N Am*. 1998; 8:577-592.
15. Bernardi L, Dettori P. Angiographic study of a rare anomalous origin of the vertebral artery. *Neuroradiology* 1975; 9:43-47.
16. Lu J, Ebraheim NA. The vertebral artery: surgical anatomy. *Orthopedics* 1999; 22(11):1081-1085.
17. Poonam SRK, Sharma T. Incidence of anomalous origins of vertebral artery- Anatomical study and clinical significance. *J Clin Diag Res* 2010; 4:2626-2631.
18. Ranganatha Sastry V, Manjunath KY. The course of the V1 segment of the vertebral artery. *Ann Indian Acad Neurol*. 2006; 9:223-226.
19. Panicker HK, Tarnekar A, Dhawane V, Ghosh SK. Anomalous origin of left vertebral artery - embryological basis and applied aspects - a case report. *J Anat Soc India*. 2002; 51(2):234-235.
20. Satti SR, Cerniglia A, Koenigsberg RA. Cervical vertebral artery variations: an anatomic study. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2007; 28:976-980.
21. Bruneau M, Cornelius JF, George B: Anterolateral approach to the V1 segment of the vertebral artery. *Neurosurgery* 2006; 58:215-219.
22. Yamaki K, Saga T, Hirata T, Sakaino M, Nohno M, Kobayashi S, et al. Anatomical study of the vertebral artery in Japanese adults. *Anat Sci Int*. 2006; 81(2):100-106.
23. Bruneau M, Cornelius JF, George B. Anterolateral approach to the V2 segment of the vertebral artery. *Neurosurgery* 2005; 57:262–267.
24. Bruneau M, Cornelius JF, Marneffe V, Triffaux M, George B. Anatomical variations of the V2 segment of the vertebral artery. *Neurosurgery*. 2006; 59(1):20-24.
25. Hong JT, Park DK, Lee MJ, Kim SW, An HS. Anatomical variations of the vertebral artery segment in the lower cervical spine. *Spine*. 2008; 33(22):2422-2426.
26. Bruneau M, Cornelius JF, George B. Antero-lateral approach to the V3 segment of the vertebral artery. *Neurosurgery*. 2006; 58:29-35.
27. Hamidi C, Bukte Y, Hattapoglu S, Ekici F, Tekba G, Onder H, et al. Display with 64 detector MDCT angiography of cerebral vascular variations. *Surg Radiol Anat* 2013; 35:729-736.

28. Grasso G, Alafaci C, Passalacqua M, Tschbitscher M, Salpietro FM, Tomasello F. Landmarks for vertebral artery repositioning in bulbar compression syndrome: anatomic and microsurgical nuances. *Neurosurgery*. 2005; 56(1):160-164.
29. Akar ZC, Dujovny M, Slavin KV, Gomez-Tortosa E, Ausman J. Microsurgical anatomy of the intracranial part of the vertebral artery. *Neurol Res*. 1994; 16(3):171-180.
30. Komiyama M, Nakajima H, Yamanaka K, Iwai Y. Dual origin of the vertebral artery. *Neurol Med Chir*. 1999; 39:932-937.
31. Albayram S, Gailloud P, Wasserman BA. Bilateral arch origin of the vertebral arteries. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2002; 23:455-458.
32. Morovic S, Juric-Skaric T, Demarin V. Vertebral artery hypoplasia: characteristics in a Croatian population sample. *Acta Clin Croat*. 2006; 45:325-329.
33. Szarazova AS, Bartels E, Turcani P. Vertebral artery hypoplasia and the posterior circulation stroke. *Perspect Med* 2012; 1:198-202.
34. Chuang YM, Hwang YC, Lin CP, Liu CY. Toward a further elucidation: role of vertebral artery hypoplasia in migraine with aura. *Eur Neurol*. 2008; 59(3-4):148-151.
35. Lister JR, Rhoton AJr, Matsushima T, Peace DA. Microsurgical anatomy of the posterior inferior cerebellar artery. *Neurosurgery*. 1982; 10(2):170-99.
36. Salamon G, Huang YP. Radiologic anatomy of the brain. Berlin, Springer-Verlag, 1976. pp.305-306.
37. Cullen SP, Ozanne A, Alvarez H, Lasjaunias P. The bihemispheric posterior inferior cerebellar artery. *Neuroradiology* 2005; 47(11):809-812.
38. Songur A, Gonul Y, Ozen OA, Kucuker H, Uzun I, Bas O, et al. Variations in the intracranial vertebrobasilar system. *Surg Radiol Anat*. 2008; 30:257-264.
39. Hardy DG, Peace DA, Rhoton AL Jr. Microsurgical anatomy of the superior cerebellar artery. *Neurosurgery* 1980;6(1):10-28.
40. Pai BS, Varmar RG, Kulkarni RN, Nirmala S, Manjunath LC, Rakshith S. Microsurgical anatomy of the posterior circulation. *Neurol India*. 2007; 55(1):31-41.
41. De Silva KRD, Silva TRN, Gunasekera WSL, Jayasekera RW. Variation in the origin of the posterior cerebral artery in adult Sri Lankans. *Neurol India*. 2009; 57(1):46-49.

42. Zeal AA, Rhoton A. Microsurgical anatomy of the posterior cerebral artery. *J Neurosurg.* 1978; 48:534-559.
43. Krishnamurthy A, Nayak SR, Ganesh Kumar C, Jetty R, Prabhu LV, Ranade AV, et al. Morphometry of posterior cerebral artery: embryological and clinical significance. *Rom J Morphol Embriol.* 2008; 49(1):43-45.
44. George B, Bruneau M. Embryology of the vertebral artery. In: *Pathology and surgery around the vertebral artery.* George B, Bruneau M, Spetzler RF. Springer Science & Business Media, 2013.
45. Raybaud C. Normal and abnormal embryology and development of the intracranial vascular system. *Neurosurg Clin N Am* 2010; 21:399–426.
46. Lemke AJ, Benndorf G, Liebig T, Roland F. Anomalous origin of the right vertebral artery: review of the literature and case report of the right vertebral artery origin distal to the left subclavian artery. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1999; 20: 1318-21.
47. Imre N, Yalcin B, Ozan H. Unusual origin of the left vertebral artery. *Int J Anat Var* 2010; 3: 80-2.
48. Shankar VV, Radhika PM, Sheshgiri C. Anomalous origin of left vertebral artery. *Int J Health Allied Sci* 2013;2:216-8.
49. Anitha V. Abnormal origin of vertebral artery. *Int J Anat Sci* 2012, 3(1):1-3.
50. Kanasker N, Vatsalaswamy P, Sonje P. Variation in the origin of left vertebral artery: A case report. *Med J DY Patil Univ* 2014; 7:240-242.
51. Karande NA, Ambiyev MV, Khambatta S. Anatomical variation of the origin of the left vertebral artery from the arch of aorta – a case report. *Int J Anat Var* 2014; 7:96-99.
52. van der Merwe B, Ackermann C, Scheepers S, Moosa S. Is anomalous origin of the left vertebral artery indeed a rare finding? *S Afr J Rad* 2012;16(4):144-146.
53. Umamaheswararao S, Chitti K, Sushma K, Shahajeer B. A rare anomaly of vertebral artery – a case report. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS)* 2014; 13(4): 55-56.
54. Chohan MS, Qurrait-ul-ain. Anatomical variation of the origin of the left vertebral artery-A case report. *Glo. Adv. Res. J. Med. Med. Sci.* 2013; 2(8):190-192.

55. Shetty RK, Shivarama CH, Dinesh SM, Avadhani R. Abnormal origin of the left vertebral artery: a case study. *Int J Biomed Res* 2013; 4(5):227-229.
56. Dodevski A, Lazareska M, Tosovska-Lazarova D, Zhivadinovik J, Aliji V. Morphological characteristics of the first part of the vertebral artery. *Prilozi* 2011; XXXII (1): 173-188.
57. Touboul PJ, Bousser MG, Plane DL, Castaigne P. Duplex scanning of normal vertebral arteries. *Stroke* 1986; 17: 921-3.
58. Komiyama M, Morikawa T, Nakajima H, Nishikawa M, Yasui T. High incidence of arterial dissection associated with left vertebral artery of aortic origin. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2001; 41(1): 8-12.
59. Oza SG, Gujar SM, Modasiya UP, Prajapati SB, Shekhawat JP, Panda PP, et al. A study on the variant origins of vertebral artery. *Int J Med Sci Public Health* 2014;3:349-351.
60. Dodevski A, Lazareska M, Aliji V, Zafirova B, Trpkovska B. Anomalous origin of the vertebral artery. *Acta morphol.* 2010; 7(2):23-26.
61. Zhivadinovik J, Papazova M, Matveeva N, Dodevski A, Zafirova B. Anatomy and variations in the origin of the vertebral artery. *Acta morphol.* 2011; 8(1):9-13.
62. Tratting S, Matula C, Karnel F, Daha K, Tschabitscher M, Schwaighofer B. Difficulties in examination of the origin of the vertebral artery by duplex and colour-coded Doppler sonography: anatomical considerations. *Neuroradiology* 1993; 35:296-299.
63. Bhatia K, Ghabriel MN, Henneberg M. Anatomical variations in the branches of the human aortic arch: a recent study of a South Australian population. *Folia Morphol.* 2005; 64(3):217-224.
64. Cavdar S, Arisan E. Variations in the extracranial origin of the human vertebral artery. *Acta Anat (Basel)*. 1989;135(3):236-238.
65. Strub WM, Leach JL, Tomsick TA. Left vertebral artery origin from the thyrocervical trunk: A unique vascular variant. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2006; 27:1155-1156.
66. Chen CJ, Wang LJ, Wong YC. Abnormal origin of the vertebral artery from the common carotid artery. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1998; 19:1414-1416.
67. Troutman DA, Bicking GK, Madden NJ, Domer GS. Aberrant origin of left vertebral artery. *J Vasc Surg.* 2013; 58(6):1670.

68. Ligege P, Scholtz L. Rare variation in the origin of the right vertebral artery. *SA Journal of radiology* 2004; 8(1):34-35.
69. Wasserman BA, Mikulis DJ, Manzione JV. Origin of the right vertebral artery from the left side of the aortic arch proximal to the origin of the left subclavian artery. *AJNR Am J Neuroradiol* 1992; 13:355-358.
70. Loukas M, Louis Jr. RG, Gaspard J, Fudalej M, Tubbs RS, Merbs W. A retrotracheal right subclavian artery in association with a vertebral artery and thyroidea ima. *Folia Morphol* 2006; 65(3):236-241.
71. Mazioti A, Economopoulos N, Papakonstantinou O, Kontopoulou C, Filippiadis D, Maratsos A, et al. High resolution MR angiography of the posterior cerebral circulation: variants, incidence and clinical impact. *OJ Rad* 2013; 3:209-214.
72. Palmer FJ. Origin of the right vertebral artery from the right common carotid artery: angiographic demonstration of three cases. *Br J Radiol* 1977; 50:185-187.
73. Uchino A, Saito N, Takahashi M, Okada Y, Kozawa E, Nishi N, et al. Variations in the origin of the vertebral artery and its level of entry into the transverse foramen diagnosed by CT angiography. *Neuroradiology* 2013; 55:585-594.
74. Jamkar AA, Sabnis AS. An unusual variation of vertebral artery. *Int J Anat Var* 2014; 7:32-34.
75. Yanik B, Conkbayir I, Keyik B, Hekimoglu B. A rare anomalous origin of right vertebral artery: findings on Doppler sonography. *J Clin Ultrasound* 2004; 32(4):211-214.
76. Park JK, Kim SH, Kim BS, Choi G. Two cases of aberrant right subclavian artery and right vertebral artery that originated from the right common carotid artery. *Korean J Radiol* 2008; 9:S39-42.
77. Ishihara H, Ruiz DSM, Abdo G, Asakura F, Yilmaz H, Lovblad KO, et al. Combination of rare right arterial variation with anomalous origins of the vertebral artery, aberrant subclavian artery and persistent trigeminal artery. *Interv Neuroradiol* 2011; 17:339-342.
78. Cheng M, Xiaodong X, Wang C, You C, Mao B, He M, et al. Two anatomic variations of the vertebral artery in four patients. *Ann Vasc Surg* 2009; 23(5):689.e1-5.
79. Nasir S, Hussain M, Khan SA, Mansoor MA, Sharif S. Anomalous origin of right vertebral artery from right external carotid artery. *J Coll Physicians Surg Pak* 2010; 20(3):208-210.
80. Veeramani R, Shankar N. An unusual origin of the right vertebral artery from the thyrocervical trunk. *IJBMS* 2011. <http://www.ijbms.com> [online].

81. Schwarzacher SW, Krammer EB. Complex anomalies of the human aortic arch system: unique case with both vertebral arteries as additional branches of the aortic arch. *Anat Rec* 1989; 225(3):246-250.
82. Al-Okaili R, Schwartz ED. Bilateral aortic origins of the vertebral arteries with right vertebral artery arising distal to left subclavian artery: case report. *Surgical Neurology* 2007; 67:174–176.
83. Goray VB, Joshi AR, Garg A, Merchant S, Yadav B, Maheshwari P. Aortic arch variation: a unique case with anomalous origin of both vertebral arteries as additional branches of the aortic arch distal to left subclavian artery. *Am J Neuroradiol* 2005; 26(1):93-95.
84. Welch CS, Stark P. The five-vessel arch: independent origin of both vertebral arteries from the aortic arch. *J Comput Assist Tomogr* 2012; 36(2):275-276.
85. Brouwer PA, Souza MPS, Agid R, ter Brugge KG. A five vessel aortic arch with an anomalous origin of both vertebral arteries and an aberrant right subclavian artery. *Interv Neuroradiol* 2004; 10:309-314.
86. Tuncel SA, Cagli B, Sengul E, Unlu E. Anomalous origin of both vertebral arteries combined with aberrant right subclavian artery and truncus bicaroticus. *Nobel Medicus* 2011; 24:124-126.
87. Liu Y, Hua Y, Liu B, Jia L, Jiao L. Anomalous origin of bilateral vertebral arteries from the ICA: Review of the literature and a case report. *Ann Vasc Surg* 2014; 28: 1319.e13–1319.e16
88. Rameshbabu CS, Gupta OP, Gupta KK, Qasim M. Bilateral asymmetrical duplicated origin of vertebral arteries: Multidetector row CT angiographic study. *Indian J Radiol Imaging* 2014; 24:61-65.
89. Oguz B, Yigit AE, Oguz KK, Haliloglu M. MDCT angiography of right-sided aortic arch with aberrant left subclavian artery and duplicated left vertebral artery. *IJAV*. 2010; 3:15-18.
90. Bergman RA, Thompson SA, Afifi AK, Saadeh FA. *Compendium of human anatomic variation: Text, atlas and world literature*. Baltimore: Urban and Schwarzenberg; 1988.
91. Polgaj M, Jędrzejewski K, Topol M, Wieczorek-Pastusiak J, Majos A. Duplication of the left vertebral artery in a patient with dissection of the right internal carotid artery and Ehlers–Danlos syndrome: case report and review of the literature. *Anat Sci Int*. 2013; 88(2):109-114.

92. Shin SW, Park DW, Park CK, Lee YJ, Lee SR. Duplication of the left vertebral artery origin: a case report. *J Korean Soc Radiol* 2013;68(1):1-4.
93. Shhadeh A, Sair HI, Kanamalla US. Bifid direct aortic arch origin of left vertebral artery: a unique vascular variant. *J Vasc Interv Radiol*. 2007;18(8):1051-1053.
94. Ionete C, Omojola MF. MR angiographic demonstration of bilateral duplication of the extracranial vertebral artery: Unusual course and review of the literature. *AJNR Am J Neuroradiol* 2006;27:1304-1306.
95. Gupta OMP, Gupta KK, Qasim M, Rameshbabu CS. Bilateral asymmetrical duplicated origin of vertebral arteries: Multidetector row CT angiographic study. *Indian J Radiol Imaging* 2014; 24(1):61-65.
96. Mordasisni P, Schmidt F, Schroth G, Remonda L. Asymmetrical bilateral duplication of the extracranial vertebral arteries: report of a unique case. *Eur J Radiol Extra* 2008; 67:e91-4.
97. Nogueira TE, Chambers AA, Brueggemeyer MT, Miller TJ. Dual origin of the vertebral artery mimicking dissection. *Am J Neuroradiol* 1997;18:382–4.
98. Drapkin AJ. The double lumen: a pathognomonic angiographic sign of arterial dissection? *Neuroradiology* 2000; 42(3):203–205.
99. Arnold M, Boussier MG, Fahrni G, et al. Vertebral artery dissection: presenting findings and predictors of outcome. *Stroke*. 2006;37:2499-2503.
100. Mokri B, Houser OW, Sandok BA, Piepgras DG. Spontaneous dissections of the vertebral arteries. *Neurology* 1988; 38:880-885.
101. Provenzale JM, Morgenlander JC, Gress D. Spontaneous vertebral dissection: clinical, conventional angiographic, CT, and MR findings. *J Comput Assist Tomogr*. 1996;20:185–193.
102. Pelkonen O, Tikkakoski T, Leinonen S, Pyhtinen J, Lepojarvi M, Sotaniemi K. Extracranial internal carotid and vertebral artery dissections: angiographic spectrum, course and prognosis. *Neuroradiology*. 2003;45:71–7.
103. Shin JH, Suh DC, Choi CG, Lee HK. Vertebral artery dissection: spectrum of imaging findings with emphasis on angiography and correlation with clinical presentation. *Radio Graphics*. 2000;20:1687-1696.

104. Yamaura A, Yoshimoto T, Hashimoto N, Ono J. Nationwide study of nontraumatic intracranial arterial dissection: clinical features and outcome. *Surg Cereb Stroke* 1998; 26(2):79-86.
105. Dodevski A, Tosovska-Lazarova D, Mitreska N, Zhivadinovik J, Chadikovska E. Clinical significance of the vertebral artery hypoplasia. *Acta morphol.* 2013; 10(2):7-10.
106. Bartels E, Fuchs HH, Flugel KA. Duplex Ultrasonography of vertebral arteries: examination, technique, normal values, and clinical applications. *Angiology* 1992; 43(3): 169-180.
107. Lovrencic-Huzijan A, Demarin V, Bosnar M, Vukovic V, Podobnik-Sarkanji S. Color Doppler flow imaging of the vertebral arteries. The normal appearance, normal values and the proposal for the standards. *Coll Antropol.* 1999; 23(1):175-81.
108. Chen YY, Chao AC, Hsu HY, Chung CP, Hu HH. Vertebral artery hypoplasia is associated with a decrease in net vertebral flow volume. *Ultrasound Med Biol.* 2010; 36 (1):38-43.
109. Jeng JS, Yip PK. Evaluation of vertebral artery hypoplasia and asymmetry by color-coded duplex ultrasonography. *Ultrasound in Med Biol.* 2004; 30:605-609.
110. Park JH, Kim JM, Roh JK. Hypoplastic vertebral artery: frequency and associations with ischaemic stroke territory. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2007; 78:954-958.
111. Lovrencic-Huzijan A, Demarin V, Rundek T, Vukovic V. Role of vertebral artery hypoplasia in migraine. *Cephalalgia* 1998; 18:684-686.
112. Peterson C, Phillips L, Linden A, Hsu W. Vertebral artery hypoplasia: prevalence and reliability of identifying and grading its severity on magnetic resonance imaging scans. *J Manipulative Physiol Ther* 2010; 33(3):207-211.
113. Min JH, Lee YS. Transcranial Doppler ultrasonographic evaluation of vertebral artery hypoplasia and aplasia. *J. Neurol. Sci.* 2007; 260:183-187.
114. Chuang YM, Chan L, Wu HM, Lee SP, Chu YT. The clinical relevance of vertebral artery hypoplasia. *Acta Neurol Taiwan.* 2012; 21:1-7.
115. Perren F, Poggia D, Landis T, Sztajzel R. Vertebral artery hypoplasia: a predisposing factor for posterior circulation stroke. *Neurology.* 2007; 68(1):65-67.
116. Chuang YM, Huang YC, Hu HH, Yang CY. Toward a further elucidation: role of vertebral artery hypoplasia in acute ischemic stroke. *Eur Neurol.* 2006; 55:193-197.

117. Giannopoulos S, Markoula S, Kosmidou M, Pelidou SH, Kyritsis AP. Lateral medullary ischaemic events in young adults with hypoplastic vertebral artery. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2007 Sep;78(9):987-989.
118. Zwetsloot CP, JFV Caekebeke, Jansen JC, Odink J, Ferrari MD. Blood flow velocities in the vertebrobasilar system during migraine attacks-a transcranial Doppler study. *Cephalalgia* 1992; 12:29-32.
119. Dodevski A, Lazareska M, Chadikovska E, Aliji V, Janevski P. Variation in level of entry of the vertebral artery into the transverse foramen. *Acta morphol*. 2011; 8(1): 14-17.
120. Guvencer M, Men S, Naderi S, Kiray A, Tetik S. The V2 segment of the vertebral artery in anterior and anterolateral cervical spinal surgery: a cadaver angiographic study. *Clin Neurol Neurosurg*. 2006; 108(5):440-445.
121. Kajimoto BHJ, Addeo RLD, Campos DC, Narazaki DK, Correia LDS, Araujo MPD, et al. Anatomical study of the vertebral artery path in human lower cervical spine. *Acta Ortop Bras*. 2007; 15 (2):84-86.
122. Eskander MS, Drew JM, Aubin ME, Marvin J, Franklin PD, Eck JC, et al. Vertebral artery anatomy: a review of two hundred fifty magnetic resonance imaging scans. *Spine* 2010; 35(23):2035-2040.
123. Pait TG, Killefer JA, Arnautovic KI. Surgical anatomy of the anterior cervical spine: the disc space, vertebral artery and associated bony structures. *Neurosurgery*. 1996;39 (4):769-776.
124. Nam KH, Sung JK, Park J, Cho DC. End-to end anastomosis of an unanticipated vertebral artery injury during C2 pedicle screwing. *J Korean Neurosurg Soc*. 2010;48:363-366.
125. Lunardini DJ, Eskander MS, Even JL, Dunlap JT, Chen AF, Lee JY, et al. Vertebral artery injuries in cervical spine surgery. *Spine J*. 2014; 14(8):1520-1525.
126. Smith MD, Emery SE, Dudley A, Murray KJ, Leventhal M. Vertebral artery injury during anterior decompression of the cervical spine. *J Bone Joint Surg* 1992; 75-B: 410-415.
127. Burke JP, Gerszten PC, Welch WC. Iatrogenic vertebral artery injury during anterior cervical spine surgery. *Spine* 2005; 508-514.

128. Golfinos JG, Dickman CA, Zabramski JM, Sonntag VK, Spetzler RF. Repair of vertebral artery injury during anterior cervical decompression. *Spine* 1994; 19: 2552-2556.
129. Waldron T, Antoine D. Tortuosity or aneurysm? The palaeopathology of some abnormalities of the vertebral artery. *Int. J. Osteoarchaeol.* 2002; 12:79-88.
130. Hongtao Z, Shuling Z, Daopei Z. Two case reports of bilateral vertebral artery tortuosity and spiral twisting in vascular vertigo. *BMC Neurol.* 2014;14:14. doi: 10.1186/1471-2377-14-14.
131. Poonam RKS, Rathore NJ. Tortuous vertebral arteries-incidence and clinical implications. *J Clin Diagnostic Res.* 2011; 5 (4): 780-782.
132. Kricun R, Lawrence PL, Winn RH. Tortuous vertebral artery shown by MR and CT. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1992; 159:613-615.
133. Korinth MC, Mull M. Vertebral artery loop causing cervical radiculopathy. *Surg Neurol.* 2007; 67(2):172-173.
134. Ganiyusufoglu K, Kantarci M, Sirvanci M, Sildiroglu O, Alparslan L. Cervical radiculopathy caused by vertebral artery loop formation: multislice computed tomography angiography findings. *J Comput Assist Tomogr.* 2005; 29(1):133-135.
135. Fink JR, Leung JY, Creutzfeldt CJ. Vertebral artery loop formation causing severe cervical nerve root compression. *Neurology* 2010;75;192.
136. Tandon A, Chandela S, Langer D, Sen C. A novel sling technique for microvascular decompression of a rare anomalous vertebral artery causing cervical radiculopathy. *Neurosurg Focus.* 2013;35(3):E2.
137. Chibbaro S, Mirone G, Yasuda M, Marsella M, Di Emidio P, George B. Vertebral artery loop-a cause of cervical radiculopathy. *World Neurosurg.* 2012; 78(3-4):375.e11-3.
137. Hoon SK, June HL, Gene C, Lee SH. Cervical radiculopathy caused by vertebral artery loop formation: a case report and review of the literature. *J Korean Neurosurg.* 2010;48:465-8.
138. Zimmerman HB, Farrelly WJ. Cervical vertebral erosion caused by vertebral artery tortuosity. *Am J Roentgenol.* 1970;108(4):767-770.
139. Lindsey RW, Piepmeier J, Burkus JK. Tortuosity of the vertebral artery: an adventitious finding after cervical trauma. A case report. *J Bone Joint Surg Am.* 1985;67:806-808.
140. Dahdaleh NS, Albert GW, Hasan DM. Multiple symptomatic vertebral artery loops treated with posterior cervical fusion. *J Clin Neurosci.* 2010 Jun;17(6):788-790.

141. Padmavathi G, Rajeshwari T, Niranjana Murthy KV. Study of the variations in the origin and termination of basilar artery. *Anatomica Karnataka*. 2011; 5(2): 54-59.
142. Mamatha H, D'Souza AS, Pallavi, Suhani S. Human cadaveric study of the morphology of the basilar artery. *Singapore Med J*. 2012; 53(11):760-763.
143. Hong JM, Chung CS, Bang OY, Yong SW, Joo IS, Huh K. Vertebral artery dominance contributes to basilar artery curvature and peri-vertebrobasilar junction infarcts. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2009; 80:1087-1092.
144. Schulte-Altedorneburg G, Droste DW, Popa V, Wohlgemuth WA, Kellermann M, Nabavi DG, et al. Visualization of the basilar artery by transcranial color-coded duplex sonography: comparison with postmortem results. *Stroke*. 2000;31:1123-1127.
145. Habibi Z, Meybodi AT, Maleki F, Tabatabai SAF. Superior and anterior inferior cerebellar arteries and their relationship with cerebello-pontine angle cranial nerves revisited in the light of cranial cephalometric indexes: a cadaveric study. *Turk Neurosurg* 2011;21:504-515.
146. Nishijima Y. Anatomical analysis of the basilar artery and its branches with special reference to the arterial anastomosis, and its course and distribution on the pontine ventral surface. *Nippon Ika Daigaku Zasshi*. 1994; 61(6): 529-547.
147. Mehinovic A, Isakovic E, Delic J. Variations in the position and shape of the basilar artery. *Maced J Med Sci*. 2014; 7(3):421-423.
148. Iqbal S. Vertebrobasilar variants and their basic clinical implications. *Int J Med Res Health SCI*. 2013; 2(4):799-808.
149. Olindo S, Khaddam S, Bocquet J, Chausson N, Aveillan M, Cabre P, Smadja D. Association between basilar artery hypoplasia and undetermined or lacunar posterior circulation ischemic stroke. *Stroke*. 2010;41:2371-2374.
150. Yoshida M, Asano M. Direct compression by megadolichobasilar anomaly as a cause of trigeminal neuralgia; a case diagnosed by MRI. *Tohoku J. Exp. Med*. 1994; 172:327-332.
151. Kayaci S, Caglar YS, Bas O, Ozveren MF. Importance of the perforating arteries in the proximal part of the PICA for surgical approaches to the brain stem and fourth ventricle--an anatomical study. *Clin Neurol Neurosurg*. 2013; 115(10):2153-2158.

152. Fine AD, Cardoso A, Rhoton AJr. Microsurgical anatomy of the extracranial-extradural origin of the posterior inferior cerebellar artery. *J Neurosurg.* 1999; 91(4):645-652.
153. Ucerler H, Saylam C, Cagli S, Orhan M, Zileli M. The posterior inferior cerebellar artery and its branches in relation to the cerebellomedullary fissure. *Clin Anat.* 2008; 21(2):119-126.
154. Ahuja A, Graves VB, Crosby DL, Strother CM. Anomalous origin of the posterior inferior cerebellar artery from the internal carotid artery. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1992; 13(6):1625-1626.
155. Nakanishi N, Sugino T, Morikawa K, Ohkawa N, Fukusumi A. The posterior inferior cerebellar artery arising from the internal carotid artery directly: a variant of the persistent primitive hypoglossal artery. *No To Shinkei.* 2004; 56(3):253-257.
156. Hui MS, Choi WM, Liu HM, Huang KM, Perng HL, Chen LK. Anomalous origin of the posterior inferior cerebellar artery from the pre-cavernous portion of the internal carotid artery--a primitive trigeminal artery variant. *Eur J Radiol.* 1994; 19(1):10-13.
157. Ogawa T, Fujita H, Inugami A, Shishido F, Higano S, Uemura K. Anomalous origin of the posterior inferior cerebellar artery from the posterior meningeal artery. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1991; 12(1):186.
158. Mercier PH, Brassier G, Fournier HD, Picquet J, Papon X, Lasjaunias P. Vascular microanatomy of the pontomedullary junction, posterior inferior cerebellar arteries, the lateral spinal arteries. *Interv Neuroradiol.* 2008; 14(1):49-58.
159. Lesley WS, Dalsania HJ. Double origin of the posterior inferior cerebellar artery. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2004; 25(3):425-427.
160. Pasco A, Thouveny F, Papon X, Tanguy JY, Mercier P, Caron-Poitreau C, et al. Ruptured aneurysm on a double origin of the posterior inferior cerebellar artery: a pathological entity in an anatomical variation. Report of two cases and review of the literature. *J Neurosurg.* 2002; 96(1):127-131.
161. Kwon BJ, Jung C, Im SH, Lee DH, Han MH. Double origin of the posteroinferior cerebellar artery: angiographic anatomy and endovascular treatment of concurrent vertebrobasilar dissection. *Neurosurgery.* 2007; 61(5 Suppl 2):242-247.
162. Salas E, Ziyal IM, Bank WO, Santi MR, Sekhar LN. Extradural origin of the posteroinferior cerebellar artery: an anatomic study with histological and radiographic correlation. *Neurosurgery.* 1998; 42(6):1326-1331.
163. Nassr AN, Swann PP, Huston J 3rd, Abdelfatah MM, Rose PS, Currier BL. Aberrant posterior inferior cerebellar artery injury with C1 lateral mass screw placement a case report and review of the literature. *Spine J.* 2014; 14(9):e7-14.

164. Rusu MC, Hostiuc S, E Pop, Valcu M. Forensic consequences of anatomical variants in cerebral vascularization - the case of bihemispheric posterior inferior cerebellar artery. *Rom J Leg Med* 2013; (21):51-54.
165. Macchi V, Porzionato A, Guidolin D, Parenti A, de Caro R. Morphogenesis of the posterior inferior cerebellar artery with three-dimensional reconstruction of the late embryonic vertebrobasilar system. *Surgical and Radiologic Anatomy* 2005; 27(1):56–60.
166. Esmer AF, Sen T, Bilecenoglu B, Tuccar E, Uz A, Karahan ST. Neurovascular relationship between abducens nerve and anterior inferior cerebellar artery. *Folia Morphol.* 2010; 69(4):201–203.
167. Martin RG, Grant JL, Peace DA, Theiss C, Rhoton AL Jr. Microsurgical relationships of the anterior inferior cerebellar artery and the facial-vestibulocochlear nerve complex. *Neurosurgery* 1980; 6:483–507.
168. Haughton VM, Rosenbaum AE, Pearce J. Internal carotid artery origins of the inferior cerebellar arteries. *AJR Am J Roentgenol.* 1978; 130(6):1191-1192.
169. Ito J, Takeda N, Suzuki Y, Takeuchi S, Osugi S, Yoshida Y. Anomalous origin of the anterior inferior cerebellar arteries from the internal carotid artery. *Neuroradiology* 1980; 19(2):105-109.
170. Avci E, Fossett D, Aslan M, Attar A, Egemen N. Surgical anatomy of the superior cerebellar artery. *Turk Neurosurg* 2001;11:95-100.
171. Padmavathi G. Study of the variations of superior cerebellar artery in human cadavers. *Int J Res Med Sci.* 2014; 2(2):699-703.
172. Esmer AF, Sen T, Tuccar E, Karahan T. The relationships between the superior cerebellar artery and trochlear nerve. *Journal of Ankara University Faculty of Medicine* 2009; 62(3):159-161.
173. Uchino A, Sawada A, Takase Y, Kudo S. Variations of the superior cerebellar artery: MR angiographic demonstration. *Radiat Med* 2003; 21:235-238.
174. Dagcinar A, Kaya AH, Aydin ME, Kopuz C, Senel A, Demir MT, et all. The superior cerebellar artery: Anatomic study with review. *Neurosurgery Q* 2007; 17(3):235-240.
175. Raamt AFV, Mali WPTM, Laar PJV, Graaf YVD. The fetal variant of the circle of Willis and its influence on the cerebral collateral circulation. *Cerebrovasc Dis* 2006; 22:217-224.

176. Overbeeke JJV, Hillen B, Tulleken CAF. A comparative study of the circle of Willis in fetal and adult life. The configuration of the posterior bifurcation of the posterior communicating artery. *J Anat.* 1991; 176: 45-54.
177. Shaban A, Albright KC, Boehme AK, Martin-Schild S. Circle of Willis Variants: Fetal PCA. *Stroke Res Treat.* 2013; 2013:105937.
178. Parraga RG, Ribas GC, Andrade SE, de Oliveira E. Microsurgical anatomy of the posterior cerebral artery in three-dimensional images. *World Neurosurg.* 2011; 75(2):233-257.
179. Kayembe KN, Sasahara M, Hazama F. Cerebral aneurysms and variations in the circle of Willis. *Stroke* 1984; 15 (5):846-850.
180. Yoshimoto Y, Ochiai C, Nagai M. Cerebral aneurysms unrelated to arterial bifurcations. *Acta Neurochir* 1996; 138:958–964.
181. Kim C, Cervos-Navarro J, Patzold C, et al. In vivo study of flow pattern at human carotid bifurcation with regard to aneurysm development. *Acta Neurochirur* 1992; 115:112–117.
182. Wentland AL, Rowley HA, Vigen KK, Field AS. Fetal origin of the posterior cerebral artery produces left-right asymmetry on perfusion imaging. *AJNR* 2010; 31(3):448–453.
183. Brozici M, Van der Zwan A, Hillen B. Anatomy and functionality of leptomeningeal anastomoses: a review. *Stroke* 2003; 34:2750-2762.
184. Henderson RD, Eliasziw M, Fox AJ, Rothwell PM, Barnett HJ. Angiographically defined collateral circulation and risk of stroke in patients with severe carotid artery stenosis. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET) Group. *Stroke* 2000; 31(1):128-132.
185. Vernieri F, Pasqualetti P, Matteis M, Passarelli F, Troisi E, Rossini PM, et al. Effect of collateral blood flow and cerebral vasomotor reactivity on the outcome of carotid artery occlusion. *Stroke* 2001; 32(7):1552-1558.
186. Cohen SN. Occipital infarction with hemianopsia from carotid occlusive disease. *Stroke* 1989; 20:1433–1434.
187. Pessin MS, Kwan ES, Scott RM, Hedges TR. Occipital infarction with hemianopsia from carotid occlusive disease. *Stroke* 1989; 20:409–411.

188. Kuker W, Mull M, Block F, Thron A. Carotid artery dissections presenting as isolated posterior cerebral artery infarctions. *J Neurol* 1997; 244:324–327.
189. de Monye C, Dippel DW, Siepmann TAM, Dijkshoorn ML, Tanghe HLJ, van der Lugt A. Is a fetal origin of the posterior cerebral artery a risk factor for TIA or ischemic stroke? A study with 16-multidetector-row CT angiography. *J Neurol* 2008; 255:239-245.
191. Jongen JCF, Franke CL, Soeterboek AJG, Versteeg CWM, Ramos LMP, Gijn JV. Blood supply of the posterior cerebral artery by the carotid system on angiograms. *J Neurol* 2002; 249: 455-460.
191. Hendrikse J, van Raamt AF, van der Graaf Y, Mali W, van der Grond J. Distribution of cerebral blood flow in circle of Willis. *Radiology* 2005; 235:184-189.
193. Bayrak AH, Senturk S, Akay O, Ozmen CA, Bukte Y, Nazarogly H. The frequency of intracranial arterial fenestrations: a study with 64-detector CT-angiography. *Eur J Radiol* 2011; 77:392-396.
194. Gard AP, Meysam AK, Thorel WE. Review of vertebral artery fenestration and novel extracranial fenestration. *Clin Neurol Neurosurg* 2013; 115:1107-1109.
195. Vasovic L, Trandafilovic M, Jovanovic I, Ugrenovic S, Antovic A, Karadzic R, et al. Human basilar artery abnormalities in the prenatal and postnatal period. *World Neurosurg.* 2013; 79(3/4):593E15-593E23.
196. Cooke DL, Stout CE, Kim WT, Kansagra AP, Yu JP, Gu A, et al. Cerebral arterial fenestrations. *Interv Neuroradiol* 2014; 20:261-274.
197. Patel MA, Caplan JM, Yang W, Colby GP, Coon AL, Tamargo RJ, et al. Arterial fenestrations and their association with cerebral aneurysms. *J Clin Neurosci.* 2014; 21(12):2184-2188.
198. Uchino A, Saito N, Okada Y, Kozawa E, Nishi N, Mizukoshi W, et al. Fenestrations of the intracranial vertebrobasilar system diagnosed by MR angiography. *Neuroradiology.* 2012; 54(5):445-450.
199. Kim DW. Concomitant dual origin and fenestration of the left vertebral artery resembling dissection. *J Korean Neurosurg Soc* 2009; 46:498-500.
200. Dodevski A, Lazareska M, Tosovska-Lazarova D, Zhivadinovik J, Stojkoski A. Basilar artery fenestration. *Folia Morphol.* 2011; 70(2):80-83.

201. Bharatha A, Aviv RI, White J, Fox AJ, Symons SP. Intracranial arterial fenestrations: frequency on CT angiography and association with other vascular lesions. *Surg Radiol Anat.* 2008; 30(5):397-401.
202. Tanaka M, Kikuchi Y, Ouchi T. Neuroradiological analysis of 23 cases of basilar artery fenestration based on 2280 cases of MR Angiographies. *Intervent Neuroradiol* 2006; 12(suppl1):39-44.
203. Islak C, Kocer N, Kantarci F, Saatci I, Uzma O, Canbaz B. Endovascular management of basilar artery aneurysms associated with fenestrations. *AJNR Am J Neuroradiol* 2002; 23:958-964.
204. Sogawa K, Kikuchi Y, Uchi TO, Tanaka M, Inoue T. Fenestrations of the basilar artery demonstrated on magnetic resonance angiograms: an analysis of 212 cases. *Intervent Neuroradiol* 2013; 19:461-465.
205. Campos J, Fox AJ, Vinuela F, Lylyk P, Ferguson GG, Drake CG, Peerless SJ. Saccular aneurysms in basilar artery fenestration. *AJNR Am J Neuroradiol* 1987; 8:233-236.
206. Tasker AD, Byrne JV. Basilar artery fenestration in association with aneurysms of the posterior cerebral circulation. *Neuroradiology* 1997; 39:185-189.
207. Sanders WP, Sorek PA, Mehta BA. Fenestration of intracranial arteries with attention to associated aneurysms and other anomalies. *AJNR Am J Neuroradiol* 1993; 14:675-680.
208. Sun Z, Li M, Li M, Li Y, Sun W, Zhu Y. Fenestrations accompanied by intracranial aneurysms assessed with magnetic resonance angiography. *Neurol India* 2012; 60:45-49.
209. Woo SR, Seo MW, Kim YH, Kwak HS, Han YM, Chung GH, et al. Extreme duplication type, nonseparated fenestration of the basilar artery in a patient with pontine infarction: confirmation with virtual arterial endoscopy. *J Clin Neurol* 2006; 2(1):74-77.
210. Hong DY, Kim MC, Pyung SL, Choi GH, Yeo HT. Fenestrate anomaly of a vertebral artery with repeated attacks of ischemic stroke-a case report. *Anat Cell Biol* 2002; 31(1):71-73.
211. Koyanagi S, Shiraishi T, Ueta K, Tabuchi K. Bilateral fenestrations of the vertebrobasilar artery with trigeminal neuralgia. Case report. *Neurol Med Chir* 1991; 31(13):995-998.

212. Uchino A, Kato A, Abe M, Kudo S. Association of cerebral arteriovenous malformation with cerebral arterial fenestration. *Eur Radiol.* 2001;11(3):493-6.
213. Miyazaki S, Kamata K, Yamaura A. Multiple aneurysms of the vertebrobasilar system associated with fenestration of the vertebral artery. *Surg Neurol.* 1981; 15(3):192-5.
214. Ezaki Y, Kazekawa K, Tsutsumi K, Yagi N, Mori K, Kawakubo J, Shibayama A, Miyazaki H. A vertebrobasilar junction aneurysm associated with fenestration treated by intra-aneurysmal embolization. *Acta Neurochir* 2003; 145: 807-809.