

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (ПГУ)

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕДИЦИНСКОЙ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ (АПМНО-2022)

СБОРНИК СТАТЕЙ
по материалам VIII Международной научной конференции

г. Пенза, 22–23 сентября 2022 г.

П о д р е д а к ц и е й
А. Н. Митрошина, С. М. Геращенко

Пенза
Издательство ПГУ
2022

А43 Актуальные проблемы медицинской науки и образования (АПМНО-2022) : сб. ст. по материалам VIII Междунар. науч. конф. (г. Пенза, 22–23 сентября 2022 г.) / под ред. А. Н. Митрошина, С. М. Геращенко. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2022. – 294 с.

ISBN 978-5-907600-90-4

Освещен широкий круг вопросов по основным направлениям работы в сфере фундаментальных и прикладных аспектов теоретической, экспериментальной и практической медицины, актуальных проблем фармакологии, клинической фармакологии и фармакотерапии, вопросы разработки биотехнических и медицинских систем и комплексов, современных образовательных технологий в области медицины.

Издание предназначено для специалистов лечебно-профилактических учреждений, научных работников, преподавателей, аспирантов, а также обучающихся и ординаторов медицинских вузов.

УДК 61(06)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Митрошин А. Н. – профессор, директор Медицинского института ПГУ
(*главный редактор*);

Геращенко С. М. – заместитель директора Медицинского института ПГУ
(*зам. главного редактора*);

Моисеева И. Я. – декан лечебного факультета Медицинского института ПГУ;

Зюлькина Л. А. – декан факультета стоматологии Медицинского института ПГУ;

Лузин В. И. – профессор Луганского государственного медицинского университета имени Святого Луки;

Катеренюк И. М. – профессор Государственного университета медицины и фармакологии имени Николая Тестемицану;

Усович А. К. – профессор Витебского государственного ордена Дружбы народов медицинского университета;

Игнатенко Г. А. – ректор Донецкого национального медицинского университета имени М. Горького;

Ожигенов К. А. – заведующий кафедрой «Робототехника и технические средства автоматизации» Института промышленной инженерии Казахского национального исследовательского технического университета имени К. И. Сатпаева;

Зенин О. К. – профессор кафедры «Анатомия человека» ПГУ;

Калмин О. В. – заведующий кафедрой «Анатомия человека» ПГУ;

Коновалова Е. В. – ассистент кафедры «Стоматология» ПГУ;

Кривоногов Л. Ю. – профессор кафедры «Медицинская кибернетика и информатика» ПГУ;

Курдюков Е. Е. – доцент кафедры «Общая и клиническая фармакология» ПГУ;

Микуляк Н. И. – заведующий кафедрой «Физиология человека» ПГУ;

Олейников В. Э. – заведующий кафедрой «Терапия» ПГУ;

Саямова Л. И. – доцент кафедры «Терапия» ПГУ;

Ивачёв А. С. – профессор кафедры «Хирургия» ПГУ;

Петрова Е. В. – заведующий кафедрой «Неврология, нейрохирургия и психотерапия» ПГУ;

Штах А. Ф. – заведующий кафедрой «Акушерство и гинекология» ПГУ

ОРГАНИЗАТОРЫ:

Министерство здравоохранения Пензенской области;
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»

Приказ

о проведении VIII Международной научной конференции
«Актуальные проблемы медицинской науки и образования»
№ 773/о от 15.09.2022

ISBN 978-5-907600-90-4

© Пензенский государственный
университет, 2022

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ ВАРИАНТОВ ДИХОТОМИЙ ВНУТРИОРГАННОГО АРТЕРИАЛЬНОГО РУСЛА СЕРДЦА ЧЕЛОВЕКА

*А. В. Дмитриев¹, О. К. Зенин²,
В. А. Мишин³, И. С. Милтых⁴*

¹ *Институт неотложной и восстановительной хирургии
имени В. К. Гусака Министерства здравоохранения ДНР
Донецк, Донецкая Народная Республика, Россия*

^{2,3,4} *ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»
Пенза, Россия*

Аннотация. *Актуальность и цели.* Цель исследования – определить существующие закономерности и связи между значением внутреннего диаметра артериальных сегментов, образующих дихотомию, на фактическом морфологическом материале. *Материалы и методы.* Исследованы рентгенограммы венечных артерий лиц обоего пола (мужчин – 42, женщин – 41) в возрасте 38–72 лет (2 возрастные группы: 2-й период зрелого возраста – 55 лиц и пожилые – 28 лиц). С помощью лицензионной программы Quantcor на оборудовании Angiostar (производство фирмы Siemens) в соответствии с прилагаемыми к аппарату инструкциями были определены диаметры сегментов артерий. Артериальное русло рассматривали как совокупность взаимосвязанных и определенным образом расположенных дихотомий. *Результаты.* Установлено наличие трех структурно-различных типов артериальных дихотомий. Опираясь на полученные данные, выдвинута гипотеза о том, что отличия в структуре дихотомий артерий обуславливают различия выполняемых ими функциональных задач. Поэтому принцип оптимальности организации артериальной сети должен формулироваться с учетом различий выполняемых артериальными дихотомиями функций, следовательно, для различных типов дихотомий артерий параметры и критерии оптимальности должны быть индивидуальными. *Выводы.* Полученные данные свидетельствуют о необходимости формулировки нового принципа оптимальности строения артериального русла, который будет учитывать функциональные особенности, характерные отдельным его участкам. Обнаруженные морфометрические закономерности внутриорганный артериальной сети сердца можно использовать и необходимо брать во внимание при построении математических моделей и решении вопроса о «норме» строения.

Ключевые слова: морфометрия, дихотомии, артерии сердца

Введение. Начиная с середины прошлого столетия, среди ученых-медиков широко распространена проблема принципов оптимальности строения артериального русла, в том числе и венечной сети сердца человека [6, 7, 15]. В настоящий момент в медицине отмечается значительный рост интереса к данному вопросу [1, 3]. Это можно объяснить с двух позиций: во-первых, активно внедряются и совершенствуются прижизненные методики визуализации, позволяющие детально и точно диагностировать патологические изменения; во-вторых, количественные и структурные критерии нормы для этих методик в настоящее время отсутствуют. Последний факт не дает возможности установить патологию артерий, когда речь идет о не явно выраженных изменениях, увеличивает роль субъективного, человеческого фактора, в определенной степени затрудняет математическое моделирование структуры русла и внутриартериальной гемодинамики, и как следствие, затрудняет разработку методики прогнозирования успешности реконструктивных операций на сосудах [3, 8, 9, 10, 12, 13, 16]. В настоящее время теоретические представления и гипотезы значительно опережают процесс накопления и апробации практического материала.

Все вышесказанное определило **цель настоящей работы** – определить существующие закономерности и связи между значением внутреннего диаметра артериальных сегментов, образующих дихотомию, на фактическом морфологическом материале.

Материалы и методы. Для достижения цели и задач работы была проведена морфометрия венечных артерий на коронарограммах лиц обоего пола (мужчин – 42, женщин – 41), в возрасте 38–72 года (2 возрастные группы: 2-й период зрелого возраста – 55 лиц и пожилые – 28 лиц) [19], у которых отсутствовали клинические проявления ишемической болезни сердца. С помощью лицензионной программы Quantcor на оборудовании Angiostar (производство фирмы Siemens), в соответствии с прилагаемыми к аппарату инструкциями, были определены диаметры сегментов артерий. Использовали стандартные проекции: для левой коронарной артерии – RAO 30, LAO 55-60; для правой коронарной артерии – RAO 30, LAO 55-60 (рис. 1). Артериальное русло рассматривали как совокупность взаимосвязанных и определенным образом расположенных разветвлений. Морфофункциональной единицей такой конструкции является артериальная

дихотомия, которую образуют три сегмента (элементы артериальной сети, расположенные между двумя ближайшими ответвлениями): ствол, или материнский сегмент, и две ветви, которые являются дочерними сегментами, а также точки, в которых эти сегменты соединяются [2] (рис. 1).

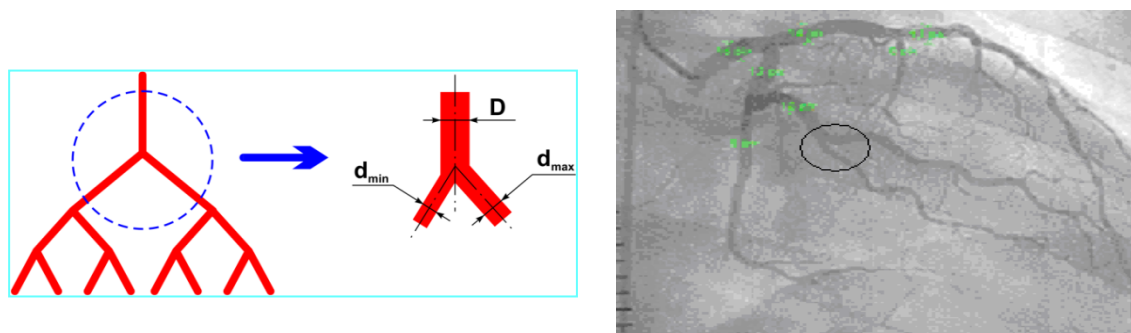


Рис. 1. Коронарограмма и схема представления артериальной сети венечных артерий:
D – диаметр материнского сегмента (ствола); d_{min} – диаметр меньшего дочернего сегмента;
d_{max} – диаметр большего дочернего сегмента артериальной дихотомии

Для исследования необходимо было измерить: D – материнского сегмента, d_{max} – диаметр большего дочернего ответвления, d_{min} – диаметр меньшего дочернего ответвления. Измерялись 515 дихотомий при точности измерения – 0,05 мм. Выявляли:

1. η (arearatio) – коэффициент ветвления, из уравнения [16]:

$$\eta = \frac{r_{max}^2 + r_{min}^2}{R^2}. \quad (1)$$

2. γ (asymmetryratio) – коэффициент асимметрии дочерних ветвей, из уравнения [16]:

$$\gamma = \left(\frac{r_{max}}{r_{min}} \right)^2, \quad (2)$$

где R, r_{max}, r_{min} – радиусы материнского сегмента, большего и меньшего дочерних ответвлений, образующих дихотомию;

3 и 4. D/d_{max}, D/d_{min} – коэффициенты деления материнского сегмента [3], равные отношению диаметра материнского сегмента к диаметру максимальной и минимальной дочерних ветвей, соответственно.

Статистическая обработка полученных данных проводилась при помощи лицензионных программ – STATISTICA 5.11 и Microsoft EXCEL 6.0, в соответствии с рекомендациями [4, 5].

Результаты и обсуждение. Известны следующие теоретически возможные структурные варианты соотношений диаметров элементов артериального русла, образующих дихотомию:

- 1) полная асимметрия: $D_i \neq d_{max} \neq d_{min}$ или $D_i/d_{max} \neq 1$, $D_i/d_{min} \neq 1$, $d_{min}/d_{max} \neq 1$;
- 2) боковая асимметрия: $D_i = d_{max}$, $D_i \neq d_{min}$, $d_{max} \neq d_{min}$ или $D_i/d_{max} = 1$, $D_i/d_{min} \neq 1$, $d_{min}/d_{max} \neq 1$;
- 3) полная симметрия: $D_i = d_{max} = d_{min}$ или $D_i/d_{max} = 1$, $D_i/d_{min} = 1$, $d_{min}/d_{max} = 1$.
- 4) односторонняя симметрия: $D_i \neq d_{max}$, $D_i \neq d_{min}$, $d_{min} = d_{max}$ или $D_i/d_{max} \neq 1$, $D_i/d_{min} \neq 1$, $d_{min}/d_{max} = 1$;

Дихотомия, у которой $D_i \neq d_{max}$, $D_i = d_{min}$, $d_{max} \neq d_{min}$ или $D_i/d_{max} \neq 1$, $D_i/d_{min} = 1$, $d_{min}/d_{max} \neq 1$, невозможна.

Результатом проведенного исследования явилось выявление наличия трех различных по своей структуре видов артериальных дихотомий (табл. 1 и 2).

По результатам статистического анализа (критерий Крускала-Уоллиса), значения D_i достоверно не отличались друг от друга. Достоверность отличий остальных показателей более чем убедительна.

Для 1-го типа значения d_{max}, d_{min}, γ , η , D_i/d_{max} и D_i/d_{min} являются средними в ряду величин соответствующих показателей дихотомий структурно-различных видов. Дихотомии такого типа составили 91 % от общего количества, при этом, в зависимости от пола, возрастной группы и вида венечной артерии их относительное количество остается примерно на одном уровне – 88–93 %. Важно также отметить, что с увеличением возраста их относительное количество уменьшается с 93 % до 88 %.

Для дихотомий 1-го типа в результате непараметрического корреляционного анализа было обнаружено отсутствие достоверных связей между показателями: D-D/d_{max} ($p = 0,77$, p – уровень значимости, здесь и далее по тексту), D- η ($p = 0,53$), D- γ ($p = 0,68$), d_{max}-D/d_{min} ($p = 0,35$), d_{min}-D/d_{max} ($p = 0,80$), D/d_{max}-D/d_{min} ($p = 0,26$).

Таблица 1

Средние значения морфометрических параметров внутриорганного артериального русла сердца, количественно характеризующих структурно-различные виды дихотомий

	Дихотомия тип 1 (M ± σ, N = 91 %)	Дихотомия тип 2 (M ± σ, N = 5 %)	Дихотомия тип 3 (M ± σ, N = 4 %)	p-level
D _i (мм)	3,63±0,84	3,32±0,60	3,62±1,09	0,29
dmax (мм)	3,05±0,76	3,33±0,60	2,74±0,89	0,02
dmin (мм)	2,07±0,77	1,74±0,81	2,75±0,89	0,001
η (отн. ед.)	1,06±0,24	0,32±0,24	1,13±0,26	0,0000
γ (отн. ед.)	0,52±0,25	1,34±0,24	1	0,0000
D/dmax (отн. ед.)	1,22±0,16	1	1,34±0,15	0,0000
D/dmin (отн. ед.)	1,91±0,73	2,52±1,80	1,36±0,15	0,0000

Примечание. D_i – внутренний диаметр материнского артериального сегмента (мм); dmax – внутренний диаметр наибольшего дочернего ответвления (мм); dmin – внутренний диаметр наименьшего дочернего ответвления (мм); η (arearatio) – коэффициент ветвления (отн. ед.); γ (asymmetryratio) – коэффициент асимметрии (отн. ед.); D/dmax, D/dmin – коэффициенты деления материнской артерии (отн. ед.); p – уровень значимости отличий.

Слабые корреляционные отрицательные достоверные ($p < 0,05$) связи установлены между: dmax-γ ($r = -0,15$, r – коэффициент корреляции Спирмена, здесь и далее по тексту). Умеренные по силе положительные связи установлены для: D-dmin ($r = 0,61$), dmax-dmin ($r = 0,55$), dmin-η ($r = 0,53$), dmin-γ ($r = 0,68$), D/dmax-γ ($r = 0,38$), η-γ ($r = 0,33$), и отрицательные – для: dmax-D/dmax ($r = -0,43$), D/dmax-η ($r = -0,70$). Для них уровень значимости составлял $p < 0,001$. Сильные достоверные ($p < 0,0001$) положительные корреляционные связи обнаружены для: D-dmax ($r = 0,88$), и отрицательные – для: dmin-D/dmin ($r = -0,75$), D/dmin-η ($r = -0,72$), D/dmin-γ ($r = -0,88$).

Таблица 2

Удельное количество различных типов артериальных дихотомий в зависимости от пола, возрастной группы и коронарной артерии (в %)

	Пол		Возрастная группа		Вид коронара	
	м	ж	2-й зрелый	пожилой	левый	правый
Всего (N = 515) 100 %	(N = 273) 53 %	(N = 242) 47 %	(N = 345) 67 %	(N = 170) 33 %	(N = 337) 65 %	(N = 178) 35 %
Дихотомия тип 1 (N = 471) 91 %	(N = 249) 91 %	(N = 222) 92 %	(N = 321) 93 %	(N = 150) 88 %	(N = 309) 92 %	(N = 162) 91 %
Дихотомия тип 2 (N = 25) 5 %	(N = 17) 6 %	(N = 8) 3 %	(N = 14) 4 %	(N = 11) 6 %	(N = 15) 4 %	(N = 10) 5 %
Дихотомия тип 3 (N = 19) 4 %	(N = 7) 3 %	(N = 12) 5 %	(N = 10) 3 %	(N = 9) 6 %	(N = 13) 4 %	(N = 6) 4 %

Примечание. N – абсолютное количество дихотомий, % – относительное количество дихотомий.

В результате регрессионного анализа для зависимости D_i-dmax установлено следующее уравнение:

$$dmax = 0,8058D_i + 0,1045 (R^2 = 0,774), \quad (3)$$

где R^2 – величина достоверности аппроксимации (здесь и далее по тексту).

Наибольшие значения параметров dmax, γ и D_i/dmin и наименьшие значения dmin, η и D_i/dmax в ряду величин соответствующих показателей дихотомий структурно-различных типов присущи дихотомиям 2-го типа. Они составляют 5 % от общего количества. При этом у мужчин их относительное количество в 2 раза больше – 6 и 3 %, соответственно. Их относительное количество в зависимости от возраста остается примерно на одном уровне – 5–6 %. Важно также отметить, что с увеличением возраста их относительное количество увеличивается с 4 до 6 %.

В ходе проведения непараметрического корреляционного анализа у дихотомий 2-го типа было выявлено отсутствие достоверных связей между параметрами: D-dmin ($p = 0,22$), D-D/dmin ($p = 0,70$), D-η ($p = 0,70$), D-γ ($p = 0,70$), dmax-dmin ($p = 0,22$), dmax-D/dmin ($p = 0,70$), dmax-η ($p = 0,70$), dmax-γ ($p = 0,70$).

Сильные достоверные ($p < 0,0001$) положительные корреляционные связи выявлены для: dmin-η ($r = 0,92$), dmin-γ ($r = 0,92$), и отрицательные – для: dmin-D/dmin ($r = -0,92$).

В связи с особенностями присущими данному типу дихотомий некоторые корреляционные зависимости не учитывались.

Для дихотомий 3-го типа значения показателей $d_{\min}$, η и $D_i/d_{\max}$ являются наибольшими, а $d_{\max}$ и $D_i/d_{\min}$ наименьшими, значение параметра γ является средним в ряду значений соответствующих показателей дихотомий структурно-различных типов. Они составили 4 % от общего количества. При этом в зависимости от пола и вида венечной артерии их относительное количество остается примерно на одном уровне – 3–5 %. Важно также отметить, что с увеличением возраста их относительное количество увеличивается с 3 до 6 %.

В результате проведения непараметрического корреляционного анализа для дихотомий 3-го типа обнаружено отсутствие достоверных связей между показателями: $D-D/d_{\max}$ ($p = 0,68$), $D-D/d_{\min}$ ($p = 0,68$), $D-\eta$ ($p = 0,68$), $d_{\max}-D/d_{\max}$ ($p = 0,08$), $d_{\max}-D/d_{\min}$ ($p = 0,08$), $d_{\max}-D/d_{\min}$ ($p = 0,08$), $d_{\max}-\eta$ ($p = 0,08$), $d_{\min}-D/d_{\max}$ ($p = 0,08$), $d_{\min}-D/d_{\min}$ ($p = 0,08$), $d_{\min}-\eta$ ($p = 0,08$).

Сильные достоверные ($p < 0,0001$) положительные корреляционные связи обнаружены для: $D-d_{\max}$ ($r = 0,93$), $D-d_{\min}$ ($r = 0,93$).

В результате регрессионного анализа для зависимостей $D_i-d_{\max}$ и $D_i-d_{\min}$ установлены следующие уравнения:

$$d_{\max} = 0,7156D_i^{1,0349} (R^2 = 0,888) \quad (4)$$

$$d_{\min} = 0,1756D_i^{1,0349} (R^2 = 0,888) \quad (5)$$

В связи с особенностями присущими данному типу дихотомий некоторые корреляционные зависимости не учитывались.

В основе теоретического моделирования идеальной сети артерий лежит принцип наименьших затрат биоматериала и энергии при осуществлении кровотока в дихотомии сосуда. Предполагалось, что функциональное значение разветвления сосудистого русла заключается в кровотоке с минимальными затратами энергии. Многие авторы [6, 16] считают, что на практике реализация такого принципа в условиях артериальной сети, осуществляется благодаря согласованию диаметров артерий, которые являются образующими элементами дихотомий.

Ранее проводились исследования, целью которых было – определить величину показателя оптимального согласования, путем теоретических расчетов [15, 17, 18] и практически проверить полученные цифры [1, 6]. Исследования проводились как для макроскопической части сосудистого русла (внутренний диаметр артерий более 2–3 мм) [15], так и для микроскопической (внутренний диаметр артерий менее 100 мкм) [1]. В дальнейшем была предпринята попытка математического моделирования части артериального русла на основании теоретически разработанных показателей и практически установленных цифровых значений этих показателей [16].

В силу ряда причин упомянутые выше авторы обошли своим вниманием большой участок артериального русла, где внутренний диаметр артерий, составляющих дихотомию находился в пределах от 2–3 мм до 0,1 мм и входил в состав сети. Особенности строения данного участка и посвящена настоящая работа.

По нашему мнению, при математическом моделировании пространственной организации интраорганный артериальной сети сердца обязательно необходимо обращать внимание на процентное соотношение присутствия дихотомий разного типа. Логично предположить, что каждый из вышеперечисленных типов имеет свою особенность и функцию.

Но, опираясь только на данные о внутренних диаметрах артерий, которые образуют дихотомию, при отсутствии знания длин сегментов артерий, трудно с точностью рассуждать о гидродинамических процессах, происходящих внутри нее, а следовательно, и функциональной нагрузке. Например, на данный момент остается неизвестным, как функционируют дихотомии 2-го типа, у которых $D_i = d_{\max}$, $D_i \neq d_{\min}$, $d_{\max} \neq d_{\min}$ или $D_i/d_{\max} = 1$, $D_i/d_{\min} \neq 1$, $d_{\min}/d_{\max} \neq 1$.

Выводы. Результатом данной работы является обнаружение трёх структурно-различных типов артериальных дихотомий. Опираясь на полученные данные, мы выдвинули гипотезу о том, что отличия в структуре дихотомий артерий, обуславливают различия выполняемых ими функциональных задач. Поэтому принцип оптимальности организации артериальной сети должен формулироваться с учетом различий выполняемых артериальными дихотомиями функций, следовательно, для различных типов дихотомий артерий параметры и критерии оптимальности должны быть индивидуальными.

В качестве перспектив дальнейших исследований в данном научном направлении следует сказать о необходимости формулировки нового принципа оптимальности строения артериального русла, который будет учитывать функциональные особенности, характерные отдельным его участкам. Обнаруженные морфометрические закономерности интраорганный артериальной сети сердца можно использовать и необходимо брать во внимание при построении математических моделей и решении вопроса о «норме» строения.

Список литературы

1. Глотов В. А. Структурный анализ микрососудистых дихотомий (Микрососудистый узел и гемодинамический фактор). Смоленск : Амипресс, 1995. 251 с.
2. Дмитриев А. В., Зенин О. К., Довгялло Ю. В. Концептуальные модели древовидного артериального русла // Вісник невідкладної і відновної медицини. 2007. Т. 8, № 2. С. 297–302.
3. Зенин О. К., Гусак В. К., Кирьякулов Г. С. [и др.]. Артериальная система человека в цифрах и формулах. Донецк : Донбасс, 2002. 196 с.
4. Лапач С. Н., Чубенко А. В., Бабич П. Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием «Excel». Киев : Морион, 2000. 405 с.
5. Луцки Б. Д., Лаповец Л. С. Статистика для медиків на підставі комп'ютерного пакета STATISTICA // Львів. мед. часоп. 2002. Т. 8, № 2. С. 96–100.
6. Мелькумянц А. М. Оптимальная структура артериальной сети скелетных мышц // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 1978. Т. 86, № 9. С. 259–262.
7. Розен Р. Принцип оптимальности в биологии. М. : Мир, 1969. 231 с.
8. Розенберг В. Д., Непомнящих Л. М. Патоморфология сосудистого русла постинфарктного сердца при разных вариантах ремоделирования // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2003. № 5. С. 590–597.
9. Совместное исследование (Великобритания, Канада, Польша, Финляндия, Швеция, Испания, Бельгия, Германия). Стент или операция. Операция шунтирования в сравнении с чрескожным вмешательством при коронарной болезни с несколькими локализациями поражения: рандомизированное контролируемое исследование // Международный медицинский журнал. 2002. № 6. С. 489–497.
10. Тютин Л. А., Ицкович И. Э., Розенгауз Е. В. Неинвазивная визуализация коронарных артерий с помощью многослойной спиральной компьютерной томографии (МСКТ) // Медицинская визуализация. 2004. № 3. С. 65–74.
11. Физиология человека : в 4 т. / пер. с англ. под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. М. : Мир, 1986. Т. 3. 288 с.
12. Шошенко К. А., Голубь А. С., Брод В. И. [и др.]. Архитектоника кровеносного русла. Новосибирск : Наука, 1982. 182 с.
13. Dokoumetzidis A., Macheras P. A model for transport and dispersion in the circulatory system based on the vascular fractal tree // Ann. Biomed. Eng. 2003. Vol. 31, № 3. P. 284–293.
14. Hudson N., Parageorgion G. I., Jones B. N., Redding V. J. [et al.]. The area ratio of normal arterial junctions and its implications in pulse wave reflections // Cardiovasc. Res. 1990. Vol. 24. P. 478–484.
15. Kamiya A., Togawa T., Yamamoto A. Teoretical relationship between the optimal models of the vascular tree // Bull. Math. Biol. 1974. Vol. 36, № 3. P. 311–323.
16. Olufsen M. S., Peskin C. S., Kim W. Y. [et al.]. Numerical simulation and experimental validation of blood flow in arteries with structured-tree outflow conditions // Ann. Biomed. Eng. 2000. Vol. 28, № 11. P. 1281–1299.
17. Pollanen M. S. Diimensional optimization at different levels at the arterial hierarchy // J. Theor. Biol. 1992. Vol. 159. P. 267–270.
18. Uylings H. B. M. Optimization of diameters and bifurcation angles in lung and vascular tree structures // Bull. Math. Biol. 1977. Vol. 39, № 9. P. 509–52.
19. Williams P. L., Bannister L. H., Berry M. M. [et al.]. Grey's Anatomy // Edinburg: Churehill Livingstone. 2000. 2092 p.

УДК 611.133.3-031-053

ЗАВИСИМОСТЬ ВЕЛИЧИНЫ ФРАКТАЛЬНОГО ИНДЕКСА ПОВЕРХНОСТНОЙ КОНВЕКСИТАЛЬНОЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ СЕТИ ПОЛУШАРИЙ БОЛЬШОГО МОЗГА ОТ ДИАМЕТРА ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ

**Ю. В. Довгялло¹, О. К. Зенин², К. М. Вельма³,
И. С. Милтых⁴, В. А. Мишин⁵**

^{1,3} ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького»
Донецк, Донецкая Народная Республика, Россия

^{2,4,5} ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»
Пенза, Россия

Аннотация. Актуальность и цели. Цель исследования – установить взаимосвязь значения фрактального индекса поверхностной артериальной сети верхнелатеральной поверхности лобной, теменной и височной долей полушарий конечного мозга со значением внешнего диаметра внутренней сонной артерии ипсилатеральной стороны. **Материалы и методы.** Материалом для работы явились поверхностные артериальные русла верхнелатеральной поверхности лобной, височной и теменной долей полушарий конечного мозга 222 человек обоих полов, умерших от не связанных с болезненными процессами сосудов и нервной системы причин.