

DOI: <https://doi.org/10.22263/2312-4156.2024.6.40>

Морфометрический анализ возрастных изменений сосудистой сети простаты

И.А. Петько, А.К. Усович, С.Д. Толстая

Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Вестник ВГМУ. – 2024. – Том 23, №6. – С. 40-46.

Morphometric analysis of age-related changes in the prostate vascular network

I.A. Piatsko, A.K. Usovich, S.D. Tolstaya

Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus

Vestnik VGMU. 2024;23(6):40-46.

Резюме.

Цель – проанализировать возрастные изменения морфометрических параметров сосудистой сети в различных структурных зонах простаты и их взаимосвязь с показателями внеорганных сосудов.

Материал и методы. На аутопсийном материале исследованы кровеносные сосуды 47 простат мужчин трех возрастных групп (22-35 лет, 36-60 лет, 61-75 лет). Изучены структурные и морфометрические изменения внутриорганных (артерий, вен, микрососудов) в различных зонах простаты и околоорганных (артерий, вен) сосудов простаты гистологическими и морфометрическими методами. Результаты обрабатывали при помощи программы STATISTICA 10. Результаты. Установлено, что возрастные изменения внутриорганный сосудистой сети простаты носят зонально-специфический характер. Уменьшение плотности капилляров, утолщение стенок сосудов и увеличение диаметра вен происходят с увеличением возраста. В пожилом возрасте (61-75 лет) выявлены выраженные дегенеративные изменения, включая развитие паравазального фиброза и гипоксии тканей. Для околоорганных артерий, вен простаты установлена умеренная корреляционная связь между возрастом и их внутренним диаметром, а также толщиной их стенок.

Заключение. Возрастные изменения сосудистой сети простаты при сохранении общеизвестных закономерностей и этапов инволюции имеют зонально-специфический характер.

Ключевые слова: простата, сосудистая сеть, возрастные изменения, микроциркуляция, доброкачественная гиперплазия, морфометрия.

Abstract.

Objectives. To analyze the age-related changes of morphometric parameters of the vascular network in various structural zones of the prostate gland and their relationship with indicators of extraorgan vessels.

Material and Methods. Blood vessels were examined on the autopsy material from 47 men distributed into three age groups (22-35 years, 36-60 years, and 61-75 years). Structural and morphometric changes in the prostate intraorgan arteries, veins, capillaries in its different zones and prostate periorgan arteries and veins were studied using histological and morphometric methods. Results were processed using STATISTICA 10 software package.

Results. Age-related changes in the vascular network of the prostate gland were found to be zone-specific. A decrease in capillary density, thickening of vessel walls, and an increase in venous diameter were observed with advancing age. In elderly men (61–75 years), pronounced degenerative changes were noted, including the development of paravasal fibrosis and tissue hypoxia. For prostate periorgan arteries and veins, a moderate correlation has been established between age and their internal diameter, as well as the thickness of their walls.

Conclusions. The age-related changes in the prostate vascular network while maintaining well-known patterns and involution stages are zone-specific.

Keywords: prostate, vascular network, age-related changes, microcirculation, benign prostatic hyperplasia, morphometry.

Введение

Простата играет важную роль в репродуктивной системе мужчины, поддерживая нормальное функционирование через секрецию специфических веществ, обеспечивающих жизнеспособность сперматозоидов. Однако её сосудистая сеть часто остается вне поля зрения, несмотря на ключевую роль в обеспечении гомеостаза органа. Нарушения микроциркуляции могут способствовать развитию патологий, таких как доброкачественная гиперплазия простаты (ДГПЖ), хронический простатит и рак простаты. Патогенез ДГПЖ является сложным и многофакторным процессом, включающим гормональные, воспалительные, возрастные факторы и изменения микроциркуляторного русла простаты [1, 2]. Возрастные изменения микроциркуляции простаты существенно влияют на её функциональное состояние и предрасположенность к различным заболеваниям, включая ДГПЖ и хронический простатит. С возрастом происходят структурные и функциональные изменения в сосудистой сети органа, что приводит к ухудшению кровоснабжения и, как следствие, к нарушению функций. Для возраста 18–35 лет по сравнению с подростковым возрастом характерна стабилизация сосудистой сети. Простата достигает полного функционального созревания, кровотоки остаются стабильными, сосуды сохраняют высокую эластичность. Сосудистая сеть функционирует оптимально, обеспечивая адекватное кровоснабжение. Для возраста 50–65 лет характерно снижение эластичности сосудов, утолщение их стенок и снижение их эластичности, появляется тенденция к гипоксии тканей простаты [3]. В результате хронического воспаления или гипоксии наблюдается отложение коллагена в стенках сосудов и периваскулярных тканях, что приводит к снижению капиллярной плотности [4]. В этом возрасте значительная часть мужчин сталкивается с ДГПЖ. Кроме того, ухудшение кровотока может провоцировать развитие хронического простатита. В пожилом и старческом возрасте происходят тяжелые сосудистые изменения. В этом возрастном периоде сосудистая сеть простаты подвергается значительным дегенеративным изменениям. Происходит кальцификация сосудов, что значительно ухудшает кровоток [5, 6], гипоксия тканей. Хроническая гипоксия стимулирует ангиогенез, однако вновь образованные сосуды часто нефункциональны. На этом этапе возрастные изменения сосудов

становятся важным фактором риска развития злокачественных новообразований [3]. Таким образом, анализ возрастных сосудистых изменений необходим для понимания механизмов, лежащих в основе этих заболеваний, и для разработки новых терапевтических подходов [3, 4, 7, 8]. Простата – орган неоднородный. Он состоит из различных структурных зон, каждая из которых обладает уникальными анатомическими, функциональными и сосудистыми характеристиками. Центральная, периферическая и переходная зоны отличаются не только функциональной нагрузкой, но и структурными особенностями микроциркуляторного русла. Возрастные изменения сосудистой сети простаты существенно влияют на её функцию и предрасположенность к заболеваниям. Неоднократно указывалось на недостаточную изученность различий в изменениях сосудистых сетей структурных зон простаты [9, 10, 11, 12]. Не сравнивались изменения внутриорганных русел органа с таковыми в околоорганных сосудах. Архитектоника и возрастные изменения конструкции кровеносного русла простаты, в том числе и микроциркуляторного, были описаны нами ранее [6]. Детальное сравнение морфометрических изменений сосудов не проводилось.

Цель данной работы – проанализировать возрастные изменения морфометрических параметров сосудистой сети в различных структурных зонах простаты и их взаимосвязь с показателями внеорганных сосудов.

Материал и методы

Объект исследования: Исследование проведено на простатах, выделенных из органо-комплексов таза, включающих мочевого пузыря, простату, семявыносящие протоки, семенные пузырьки и прямую кишку, взятых у 47 трупов мужчин различного возраста: первый и второй периоды зрелого возраста, а также пожилой возраст (табл. 1). Материал получен в соответствии с требованиями Закона Республики Беларусь от 12.11.2001 №55-3 «О погребении и похоронном деле». Критерии включения: 1. Возраст мужчин: от 22 и старше (табл. 1); 2. Причины смерти: не связанные с заболеваниями мочеполового аппарата; 3. Сохраненные анатомически неизмененные препараты простаты: симметричной формы, ровной поверхности, плотной консистенции, без видимых узлов или патологических изменений на разрезах. Критерии исключения: 1. Препара-

Таблица 1 – Распределение материала исследования в соответствии с возрастной группой

Название периода	Первый период зрелого возраста	Второй период зрелого возраста	Пожилой возраст
Возраст в годах	22-35	36-60	61-75
Число наблюдений	15	17	15

ты простаты увеличенных размеров с асимметричной формой или бугристой поверхностью; 2. Препараты с неоднородной плотностью или выраженными патологическими изменениями.

Проводили фиксацию и микропрепарирование простаты. Материал фиксировали в 4% растворе формальдегида. Выделяли внеорганные кровеносные сосуды, фрагменты которых брали на расстоянии 1-1,5 см от капсулы предстательной железы. Для исследования внутриорганных сосудов и желез биопсийный материал брали из всех структурных зон простаты, включая передне-медиальную (ПМ) зону, верхнемедиальную зону (ВМ), нижнезаднюю (НЗ) и нижнебоковую (НЛ) части нижне-задне-латеральной зоны (НЗЛ), нежелезистую передне-срединную зону (ПС) в соответствии с методикой L.E. Tisell и H. Salander [13]. Исследования выполнены на тотальных и субтотальных срезах органа толщиной 5 мкм, полученных на ротационном микротоме (Leica Microsystems, Germany). Использованы общегистологические окраски (гематоксилин-эозином). Коллагеновые, ретикулярные волокна и мышечную ткань окрашивали азокармином по Heidenhain и Mallory. Для изучения гемомикроциркуляторного русла использовали безыглекционный метод В.В. Куприянова (1965) и аденозин-свинцовый метод А.М. Чилингарян (1977) в модификации А.Г. Сапожникова и П.Ф. Степанова [14].

Определение морфометрических параметров основных структурных компонентов и гемомикроциркуляторного русла различных отделов простаты проводилось на препаратах, импрегнированных по В.В.Куприянову, окрашенных аденозин-свинцовым методом, азокармином по Heidenhain. Выделенные зоны заливали в парафин и готовили гистологические препараты. На ротационном микротоме (Leica Microsystems, Germany) готовили срезы толщиной 5 мкм. Визуализация осуществлялась с использованием светового микроскопа Leica DM 2000 (Leica Microsystems, Germany) при увеличениях $\times 100$, $\times 200$, $\times 400$, $\times 630$. Полученные микрофотографии обрабатывались с использованием программы анализа изображений Fiji Image J (RSB, USA) и

морфометрической программы Leica LAS V3.6 (Leica Microsystems, Germany). В каждой структурной зоне проводили измерения следующих характеристик сосудистой сети: удельный объем внутриорганных сосудов (артерий, вен, капилляров) на 1 мм³ ткани; диаметр артерий и вен. В целом в простате измеряли внутренний диаметр внеорганных и внутриорганных артерий и вен, толщину стенки внеорганных и внутриорганных артерий и вен.

Статистическую обработку проводили с использованием программы STATISTICA 10 (StatSoft, США, лицензия учреждения образования «ВГМУ»). Для оценки корреляций использовали коэффициент ранговой корреляции Спирмена (R). Интерпретация значений коэффициента: $R \leq 0,25$ – слабая корреляция; $0,25 \leq R \leq 0,75$ – умеренная корреляция; $R > 0,75$ – сильная корреляция.

Результаты и обсуждение

Уже в первом периоде зрелого возраста начинают выявляться различия в размерах внутриорганных (радиальных) артерий в различных структурных зонах простаты. Установлены статистически достоверные различия диаметра внутриорганных артерий между передне-медиальной зоной и нижне-задне-латеральной зоной ($p = 0,008$), а также между передне-медиальной зоной и нежелезистой передне-срединной зоной простаты ($p = 0,02$) (табл. 2).

Помимо этого, выявлены различия в удельном объеме внутриорганных артерий между нежелезистой передне-срединной зоной, передне-медиальной зоной ($p=0,002$) и нижне-задне-латеральной зоной ($p=0,01$) (табл. 3). Это подтверждает указания об адекватном кровоснабжении структур простаты для ее оптимального функционирования [5, 6].

Во втором периоде зрелого возраста (36–60 лет) структура и морфологические характеристики кровеносного русла у одних мужчин остаются аналогичными показателям 25-30-летнего возраста, а у других проявляются изменения, схожие с таковыми у пожилых мужчин. Установлено, что

Таблица 2 – Динамика изменения диаметра внутриорганных артерий простаты человека, мкм (М [1st Qu; 3rd Qu])

Зона простаты										
Возраст	ВМ	p	ПМ	p	НЗ	p	НЛ	p	ПС	p
Первый период зрелого возраста	13,8 (7,7;24,9)		16,2 (10,4;24,8)		11,2 (6,8;20)		13,2 (7,9;21,4)		12,7 (7,1;22,2)	
Второй период зрелого возраста	14 (7,9;24,2)	0,9	14,6 (7,6;24,2)	0,27	14 (8,6;23,25)	0,07	13,3 (9,6;25)	0,4	11,5 (7,2;17,1)	0,5
Пожилой возраст	13,4 (10,5;20,4)	0,8	18 (11,5;35)	0,01	13 (8,2;22,4)	0,7	21,5 (13,5;31,7)	0,002	14,8 (10,1;23,4)	0,2

Таблица 3 – Динамика изменения удельного объема внутриорганных артерий, вен, капилляров в структурных зонах простаты в 1 мм³ ткани

Возраст	Структурный компонент	Зона простаты							
		ВМ	p	ПМ	p	НЗЛ	p	ПС	p
Первый период зрелого возраста	Артерии	10,2 (8,9;11,5)		11,0 (9,6;13,1)		12,3 (10,1;14,8)		9,8 (7,2;12)	
	Вены	21,4 (19,8;25,5)		16,7 (12,3;18,3)		24,0 (19,2;27,1)		19,7 (17,6;23,8)	
	Капилляры	103,9 (99,2;113,2)		115,1 (101,2;137)		102,2 (98,2;115)		109,9 (97,9;125)	
Второй период зрелого возраста	Артерии	11,6 (9,3;13,8)	0,7	10,0 (8,6;11,8)	0,8	11,6 (9,9;14,2)	0,8	12,7 (11;15,3)	0,2
	Вены	27,8 (22,5;31)	0,4	26,3 (21,8;31,1)	0,001	18,4 (16,5;22,3)	0,02	18,4 (17,6;23,2)	0,8
	Капилляры	123,3 (108,2;136,1)	0,01	144,1 (120;156,1)	0,003	116,6 (99,2;128,8)	0,03	99,3 (89,2;108)	0,1
Пожилой возраст	Артерии	9,8 (7,9;12,3)	0,001	9,9 (7,9;12)	0,7	11,6 (9,6;13,6)	0,9	7,9 (5,9;12,6)	0
	Вены	24,5 (19,8;27,4)	0,2	19,6 (17,9;24,5)	0,03	20,5 (18,7;23,4)	0,8	22,1 (20;24,2)	0,1
	Капилляры	101,8 (100,6;119,3)	0	89,7 (85,1;96,3)	0	95,4 (9,5;10,3)	0,02	78,8 (72,9;82,9)	0

в этом возрасте нет четких закономерностей в структуре внутриорганного кровеносного русла и сосудисто-тканевых отношений. Не выявлены статистически значимые различия в диаметре внутриорганных артерий между зонами простаты по сравнению с первым периодом зрелого возраста ($p>0,05$). Однако отмечено увеличение удельного объема внутриорганных вен только в передне-медиальной зоне ($p=0,001$) и капилляров во всех структурных зонах простаты ($p<0,05$). В пожилом возрасте (61-74 года) наблюдается статистически достоверное снижение удельного объема капилляров во всех структурных зонах

простаты ($p<0,05$). Также отмечены возрастные изменения в строении стенок артерий и вен простаты. Диаметр внутриорганных вен увеличивается, особенно в нижне-задне-латеральной зоне ($p=0,0003$, табл. 4), что сопровождается развитием паравазального фиброза.

В пожилом возрасте, в сравнении с предыдущим возрастным периодом, статистически достоверно ($p<0,05$) снижаются удельные объемы капилляров во всех структурных зонах простаты. В простате мужчин, начиная с первого периода зрелого возраста до пожилого, выявлены изменения в строении стенок артерий и вен. Ко-

Таблица 4 – Динамика изменения диаметра внутриорганных вен в структурных зонах простаты человека, мкм (М [1st Qu; 3rd Qu])

Возраст	Зона простаты									
	ВМ	p	ПМ	p	НЗ	p	НЛ	p	ПС	p
Первый период зрелого возраста	15,6 (8,4;24)		14,8 (10,3;35)		9,48 (6,8;17,9)		12,4 (5,9;17)		12,1 (5,6;30)	
Второй период зрелого возраста	14,3 (8,3;24,7)	0,9	14,6 (8,31,9)	0,6	14,9 (9,1;32)	0,003	18,1 (9,5;38)	0	14,5 (7,2;25)	0,6
Пожилой возраст	25,5 (16,5;38)	0	29,7 (18;58)	0	22,2 (15,1;42,5)	0	30,7 (23;47,7)	0	30 (19;50)	0

Таблица 5 – Сводная таблица корреляции рангов Спирмена между возрастом мужчин и морфометрическими параметрами внутри- и внеорганных кровеносных сосудов простаты (r)

Показатели	r	Характеристика связи
Внутренний диаметр внеорганных артерий	0,31	Умеренная
Внутренний диаметр внеорганных вен	0,43	Умеренная
Внутренний диаметр внутриорганных артерий	0,085	Слабая
Внутренний диаметр внутриорганных вен	0,37	Умеренная
Толщина стенки внеорганных артерий	0,37	Умеренная
Толщина стенки внеорганных вен	0,08	Слабая
Толщина стенки внутриорганных артерий	0,3	Умеренная
Толщина стенки внутриорганных вен	0,13	Слабая

эффицент корреляции внутренних диаметров внеорганных артерий, внеорганных вен, внутриорганных вен, а также толщины стенок внеорганных артерий и вен указывает на умеренную прямую корреляцию в возрастные периоды 22-35 лет, 36-48 лет и 61-74 года во всех структурных зонах простаты (табл. 5). Внутренний диаметр внутриорганных артерий и толщина стенок внутриорганных артерий и вен характеризуются возрастной динамикой со слабой прямой корреляционной связью.

Различия в сроках развития обнаруженных сенильных изменений сосудистого русла, вероятно, обусловлены индивидуальными особенностями мужчин. Это выявленные в простатах некоторых мужчин старше 35 лет повреждение эндотелия под влиянием факторов риска (курение, низкая физическая активность, несбалансированное питание, гипертония и сахарный диабет) [1, 2, 3], признаки утолщения стенок артериол и снижения плотности капилляров в связи с началом снижения уровня тестостерона, а у мужчин 50-65 лет снижение эластичности сосудов, утолщение стенок сосудов и снижение их эластичности, тенденция к гипоксии тканей [4], отложение коллагена в стенках сосудов и периваскулярных тканях, приводящее к снижению плотности капиллярной сети [4, 5].

Мы не выявили взаимосвязи между размерами стенок вне- и внутриорганных сосудов. Коэффициенты корреляции Спирмена во всех случаях не показали статистически значимых различий ($p > 0,001$) между этими параметрами.

Таким образом, результаты исследования подтверждают, что возрастные изменения сосудистой сети простаты носят зонально-специфический характер. Увеличение диаметра вен связано с паравазальным фиброзом, однако оно не зависит от увеличения диаметра внеорганных сосудов. Корреляционный анализ показывает умеренную связь между возрастом и морфометрическими характеристиками сосудов.

Заключение

1. Установлена умеренная корреляционная связь между возрастом и внутренним диаметром внеорганных артерий, вен простаты, а также толщиной их стенок.

2. Выявлена слабая корреляция между возрастом и морфометрическими показателями внутриорганных артерий и вен простаты.

3. Увеличение диаметра вен связано с возрастным паравазальным фиброзом, что может свидетельствовать о компенсаторных изменениях.

4. Зонально-специфические изменения со-

судистой сети простаты подчёркивают необходимость дальнейшего изучения механизмов возрастной перестройки тканей и их влияния на патологические процессы, такие как доброкачественная гиперплазия или хронический простатит.

Литература

1. Prostatic artery embolization: Indications, preparation, techniques, imaging evaluation, reporting, and complications / U. S. Dias, M. R. Liberato de Moura, P. C. Cavalcante Viana [et al.] // *Radiographics*. 2021 Sep-Oct. Vol. 41, № 5. P. 1509–1530. DOI: 10.1148/rg.2021200144
2. Kim, E. H. Management of Benign Prostatic Hyperplasia / E. H. Kim, J. A. Larson, G. L. Andriole // *Annual review of medicine*. 2016. Vol. 67. P. 137–151. DOI: 10.1146/annurev-med-063114-123633
3. Atherosclerosis as a risk factor for benign prostatic hyperplasia / A. P. Berger, G. Bartsch, M. Deibl [et al.] // *BJU international*. 2006 Nov. Vol. 98, № 5. P. 1038–1042. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2006.06400.x
4. The Effects of Aging on the Molecular and Cellular Composition of the Prostate Microenvironment / D. Bianchi-Frias, F. Vakar-Lopez, I. M. Coleman [et al.] // *PloS One*. 2010 Sep. Vol. 5, № 9. Art. e12501. DOI: 10.1371/journal.pone.0012501
5. Возрастные изменения микроциркуляции: роль регулярной физической активности / П. В. Михайлов, А. В. Муравьев, И. А. Осетров, А. А. Муравьев // *Научные результаты биомедицинских исследований*. 2019. Т. 5, № 3. С. 82–91. DOI: 10.18413/2658-6533-2019-5-3-0-9
6. Структурная организация микрососудистых комплексов мышечных пучков и желез простаты человека в онтогенезе // А. К. Усович, С. Д. Толстая, В. А. Краснобаев, И. А. Петко // *Урология*. 2013. № 2. С. 52–55.
7. Эхосонаграфические и доплерометрические изменения предстательной железы у больных хроническим простатитом / И. Б. Сосновский, А. Т. Терешин, А. И. Лагунов,

А. Б. Икхаев. Текст : электронный // *Вестник новых медицинских технологий*. Электронное издание. 2012. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ehosonograficheskie-i-dopplerometricheskie-izmeneniya-predstatelnoy-zhelezy-u-bolnyh-hronicheskim-prostatitom>|номер=1 (дата обращения: 04.12.2024).

8. Винник, Ю. Ю. Особенности течения хронического абактериального простатита с воспалительным компонентом у мужчин первого периода зрелого возраста в зависимости от соматотипа. Часть 2: лабораторно-инструментальная характеристика / Ю. Ю. Винник, В. В. Борисов // *Урология*. 2019. № 5. С. 86–93. DOI: 10.18565/urology.2019.5.86-93
9. Jin, K. A Microcirculatory Theory of Aging / K. Jin // *Aging and Disease*. 2019 Jun. Vol. 10, № 3. P. 676–683. DOI: 10.14336/AD.2019.0315
10. Барышников, И. А. Анатомо-метрические параметры и топография предстательной железы у мужчин зрелого возраста по данным магнитно-резонансной томографии / И. А. Барышников // *Оперативная хирургия и клиническая анатомия*. 2018. Т. 2, № 4. С. 3–10. DOI: 10.17116/operhirurg201820413
11. Prostate Cancer Microvascular Routes: Exploration and Measurement Strategies Life / F. Grizzi, M. A. A. Hegazi, M. Zanoni [et al.] // *Life (Basel)*. 2023 Oct. Vol. 13, № 10. P. 2034. DOI: 10.3390/life13102034
12. White, C. W. Age-related changes in the innervation of the prostate gland: implications for prostate cancer initiation and progression / C. W. White, J. H. Xie, S. Ventura // *Organogenesis*. 2013 Jul-Sep. Vol. 9, № 3. P. 206–215. DOI: 10.4161/org.24843
13. Tisell, L. E. The Lobes of the Human Prostate / L. E. Tisell, H. Salander // *Scandinavian Journal of Urology and Nephrology*. 1975. Vol. 9, № 3. P. 185–191. DOI: 10.3109/00365597509134209
14. Степанов, П. Ф. Методы элективного выявления микроциркуляторного русла с использованием аденозинфосфатов и азотнокислого свинца / П. Ф. Степанов, А. Г. Сапожников // *Архив анатомии, гистологии и эмбриологии*. 1984. Т. 86, № 6. С. 90–93.

Поступила 25.09.2024 г.

Принята в печать 04.12.2024 г.

References

1. Dias US, Liberato de Moura MR, Cavalcante Viana PC, Moreira de Assis A, Marcelino ASZ, Mota Moreira A, et al. Prostatic artery embolization: Indications, preparation, techniques, imaging evaluation, reporting, and complications. *Radiographics*. 2021 Sep-Oct;41(5):1509-1530. doi: 10.1148/rg.2021200144
2. Kim EH, Larson JA, Andriole GL. Management of Benign Prostatic Hyperplasia. *Annu Rev Med*. 2016;67:137-51. doi: 10.1146/annurev-med-063014-123902
3. Berger AP, Bartsch G, Deibl M, Alber H, Pachinger O, Fritsche Gt, et al. Atherosclerosis as a risk factor for benign prostatic hyperplasia. *BJU Int*. 2006 Nov;98(5):1038-1042. doi: 10.1111/j.1464-410X.2006.06400.x
4. Bianchi-Frias D, Vakar-Lopez F, Coleman IM, Plymate SR, Reed MJ, Nelson PS. The Effects of Aging on the Molecular and Cellular Composition of the Prostate Microenvironment.

PLoS One. 2010 Sep;5(9):e12501. doi: 10.1371/journal.pone.0012501

5. Mikhaylov PV, Muravyev AV, Osetrov IA, Muravyev AA. Age-related changes in the microcirculation: the role of regular physical activity. *Nauch Rezul'taty Biomed Issled*. 2015(3):82-91. (In Russ.). doi: 10.18413/2658-6533-2019-5-3-0-9
6. Usovich AK, Tolstaya SD, Krasnobayev VA, Petko IA. Structural organization of microvascular complexes of human prostate muscle bundles and glands in ontogenesis. *Urologiya*. 2013;(2):52-55. (In Russ.)
7. Sosnovskiy IB, Tereshin AT, Lagunov AI, Ikhaev AB. Echsonographic and Dopplerometric changes of the prostate gland in patients with chronic prostatitis. *Vestn Novykh Med Tekhnologii Elektron Izd*. 2012;(1). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/ehosonograficheskie-i-dopplerometricheskie-izmeneniya-predstatelnoy-zhelezy-u-bolnyh-hronicheskim-prostatitom>|номер=1 [Accessed 3th

- December 2024]. (In Russ.).
8. Vinnik YuYu, Borisov VV. Features of the course of chronic abacterial prostatitis with inflammatory component in men of the first period of adulthood depending on somatotype. Part 2: laboratory and instrumental characterization. *Urologiya*. 2019;(5):86-93. (In Russ.). doi: 10.18565/urology.2019.5.86-93
 9. Jin K. A Microcirculatory Theory of Aging. *Aging Dis*. 2019 Jun;10(3):676-683. doi: 10.14336/AD.2019.0315
 10. Baryshnikov IA. Anatomic-metric parameters and topography of the prostate gland in mature men according to magnetic resonance imaging data. *Operativ Khirurgiya Klin Anatomiya*. 2018;2(4):3-10. (In Russ.). doi: 10.17116/operhirurg201820413
 11. Grizzi F, Hegazi MAAA, Zaroni M, Vota P, Toia G, Clementi MC, et al. Prostate Cancer Microvascular Routes: Exploration and Measurement Strategies *Life*. *Life* (Basel). 2023 Oct 9;13(10):2034. doi: 10.3390/life13102034
 12. White CW, Xie JH, Ventura S. Age-related changes in the innervation of the prostate gland: implications for prostate cancer initiation and progression. *Organogenesis*. 2013 Jul-Sep;9(3):206-215. doi: 10.4161/org.24843
 13. Tisell LE, Salander H. The Lobes of the Human Prostate. *Scand J Urol Nephrol*. 1975;9(3):185-191. doi: 10.3109/00365597509134209
 14. Stepanov PF, Sapozhnikov AG. Methods of elective detection of the microcirculatory channel using adenosine phosphates and lead nitrate oxide. *Arkh Anatomii Gistologii Embriologii*. 1984;86(6):90-93. (In Russ.)

Submitted 25.09.2024

Accepted 04.12.2024

Сведения об авторах:

И.А. Петько – к.б.н., доцент кафедры анатомии человека, Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет,

e-mail: irina.petko.75@mail.ru – Петько Ирина Александровна;

А.К. Усович – д.м.н., профессор кафедры анатомии человека, Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет;

С.Д. Толстая – старший преподаватель кафедры внутренних болезней и ультразвуковой диагностики ФПК и ПК, Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет.

Information about authors:

I.A. Piatsko – Candidate of Biological Sciences, associate professor of the Chair of Human Anatomy, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University,

e-mail: irina.petko.75@mail.ru – Iryna A. Piatsko;

A.K. Usovich – Doctor of Medical Sciences, professor of the Chair of Human Anatomy, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University;

S.D. Tolstaya – senior lecturer of the Chair of Internal Diseases & Ultrasound Diagnostics of the Faculty for Advanced Training & Retraining, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University.