



Check for updates

Обзоры

УДК 612.1

EDN XTGUGM

<https://doi.org/10.33910/2687-1270-2023-4-3-263-273>

## Виктор Александрович Левтов — ученый, учитель, наставник

Н. Х. Шадрина <sup>✉1</sup>, В. Н. Шуваева <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт физиологии им. И. П. Павлова РАН, 199034, Россия, г. Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 6

### Сведения об авторах

Нажия Хабибуллаевна Шадрина, Scopus AuthorID: [7003583378](https://orcid.org/0000-0003-2496-398X), ResearcherID: [J-5696-2018](https://orcid.org/J-5696-2018), ORCID: [0000-0003-2496-398X](https://orcid.org/0000-0003-2496-398X), e-mail: [shadrinankh@infran.ru](mailto:shadrinankh@infran.ru)

Вера Николаевна Шуваева, Scopus AuthorID: [7004352541](https://orcid.org/0000-0002-8517-7467), ResearcherID: [J-6774-2018](https://orcid.org/J-6774-2018), ORCID: [0000-0002-8517-7467](https://orcid.org/0000-0002-8517-7467), e-mail: [shuvaevavn@infran.ru](mailto:shuvaevavn@infran.ru)

**Для цитирования:** Шадрина, Н. Х., Шуваева, В. Н. (2023) Виктор Александрович Левтов — ученый, учитель, наставник. *Интегративная физиология*, т. 4, № 3, с. 263–273. <https://doi.org/10.33910/2687-1270-2023-4-3-263-273>  
EDN XTGUGM

**Получена** 30 октября 2023; прошла рецензирование 26 ноября 2023; принята 27 ноября 2023.

**Финансирование:** Исследование не имело финансовой поддержки.

**Права:** © Н. Х. Шадрина, В. Н. Шуваева (2023). Опубликовано Российским государственным педагогическим университетом им. А. И. Герцена. Открытый доступ на условиях лицензии [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются основные направления деятельности одного из ярчайших научных сотрудников Института физиологии им. И. П. Павлова РАН Виктора Александровича Левтова. Прослеживается его творческий путь, делается попытка передать неповторимую атмосферу творчества, создававшуюся им, неисчерпаемый творческий потенциал и многогранность его личности, оказавшие влияние на развитие новых научных направлений. Область его научных интересов охватывала широкий спектр вопросов, касающихся механизмов сосудистых реакций, кровоснабжения скелетных мышц, реологии крови. Основное направление его исследований в течение многих лет — изучение местных сосудистых реакций на химическую стимуляцию, исследование соотношения метаболизма, кровоснабжения и функции скелетных мышц, выявление фактов, подтверждающих либо опровергающих как традиционную трактовку механизмов рабочей гиперемии (метаболическая гипотеза), так и нетрадиционную (гистомеханическая гипотеза). Еще одна область его интересов — реологические свойства крови. В. А. Левтовым были расширены представления о видовых различиях агрегируемости эритроцитов. Большое внимание было уделено связи усиленной агрегации эритроцитов с клиническими формами заболеваний. Под руководством В. А. Левтова проводились уникальные исследования кровотока в микроциркуляторном русле. Кроме того, В. А. Левтов был одним из инициаторов создания ежегодных симпозиумов по биомеханике, объединяющих исследователей из разных областей науки и способствующих воспитанию молодых исследователей.

**Ключевые слова:** метаболизм, кровоснабжение и функции скелетных мышц, местные сосудистые реакции, рабочая и постэлонгационная гиперемия скелетных мышц, реология крови, агрегационные и деформационные свойства эритроцитов, высокомолекулярные кровезаменители

## Viktor Levto: Scientist, teacher, mentor

N. Kh. Shadrina <sup>✉</sup>1, V. N. Shuvaeva <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences,  
6 Makarova Emb., Saint Petersburg 199034, Russia

### Authors

Nazhiya Kh. Shadrina, Scopus AuthorID: [7003583378](https://orcid.org/0000-0003-2496-398X), ResearcherID: [J-5696-2018](https://orcid.org/J-5696-2018), ORCID: [0000-0003-2496-398X](https://orcid.org/0000-0003-2496-398X), e-mail: [shadrinankh@infran.ru](mailto:shadrinankh@infran.ru)

Vera N. Shuvaeva, Scopus AuthorID: [7004352541](https://orcid.org/0000-0002-8517-7467), ResearcherID: [J-6774-2018](https://orcid.org/J-6774-2018), ORCID: [0000-0002-8517-7467](https://orcid.org/0000-0002-8517-7467), e-mail: [shuvaevavn@infran.ru](mailto:shuvaevavn@infran.ru)

**For citation:** Shadrina, N. Kh., Shuvaeva, V. N. (2023) Viktor Levto: Scientist, teacher, mentor. *Integrative Physiology*, vol. 4, no. 3, pp. 263–273. <https://doi.org/10.33910/2687-1270-2023-4-3-263-273> EDN XTGUGM

**Received** 30 October 2023; reviewed 26 November 2023; accepted 27 November 2023.

**Funding:** The study did not receive any external funding.

**Copyright:** © N. Kh. Shadrina, V. N. Shuvaeva (2023). Published by Herzen State Pedagogical University of Russia. Open access under CC BY-NC License 4.0.

**Abstract.** The article focuses on the key avenues of research pursued by Viktor A. Levto — one of the brightest scholars of the Pavlov Institute of Physiology RAS. Exploring his creative endeavors, the article attempts to convey the unique atmosphere of creativity, the inexhaustible creative potential, and the versatility that was part and parcel of Levto's personality and encouraged the emergence of new research paths. His scope of research includes a wide range of topics related to the mechanisms of vascular reactions, blood supply of skeletal muscles, and blood rheology. For many years, Levto studied local vascular responses to chemical stimulation and conducted research on the relationship between metabolism, blood supply, and the function of skeletal muscles. He also searched for the evidence that would confirm or refute both the traditional (metabolic hypothesis) and non-traditional (histomechanical hypothesis) interpretation of the mechanisms of active hyperemia. He also focused on rheological properties of blood. Levto contributed to understanding the differences in the aggregability of erythrocytes in different species. Much attention was paid to the links between increased erythrocyte aggregation and clinical forms of diseases. Levto led unique studies on blood flow in the microvasculature. In addition, he was one of the initiators of the annual symposia on biomechanics. It brought together researchers from different fields of science and promoted the education of young scholars.

**Keywords:** metabolism, blood supply and functions of skeletal muscles, local vascular reactions, active and post-elongation hyperemia of skeletal muscles, blood rheology, aggregation and deformation properties of erythrocytes, high-molecular blood substitutes

Научная деятельность Виктора Александровича Левтова (1931–1990) (рис. 1) началась в лаборатории физиологии кровообращения Института физиологии им. И. П. Павлова РАН, возглавляемой в то время Георгием Павловичем Конради, энциклопедистом, одним из «гигантов» отечественной физиологии. Примечательно, что в дарственной надписи на одной из своих монографий он обращается к В. А. Левтову: «О Гемфри Дэви говорили, что его лучшее открытие — Фарадей. При сохранении всех дистанций хочу сказать, дорогой Виктор, что мое „лучшее открытие“ — Вы».

Виктор Александрович в 1956 году с отличием окончил 1-й Ленинградский медицинский институт и несколько лет проработал главным врачом больницы в Якутии. Затем вернулся в родной город на Неве, и вся его дальнейшая творческая деятельность была связана с Институтом физиологии. Основное направление его

исследований в течение многих лет — изучение местных сосудистых реакций на химическую стимуляцию, исследование соотношения метаболизма, кровоснабжения и функции скелетных мышц (Кан, Левтов 1970; Конради, Левтов 1963; 1966; 1970; Конради и др. 1969а; 1969b; Левтов 1963а; 1963b; 1963с; 1965; Левтов, Мусящикова 1961; Левтов, Паролла 1969; Паролла, Левтов 1969; Шустова, Левтов 1974). Результатам исследований метаболической регуляции кровотока посвящена монография В. А. Левтова «Химическая регуляция местного кровообращения» (Левтов 1967), опубликованная после защиты диссертации «О механизмах местных сосудистых реакций на химическое раздражение» (1965) на соискание ученой степени кандидата медицинских наук.

Позже в результате экспериментальной проверки основных положений метаболической теории на покоящейся икроножной мышце



Рис. 1. Виктор Александрович Левтов (1931–1990)

Fig. 1. Viktor A. Levtoev (1931–1990)

кошки В. А. Левтовым был поставлен вопрос об отказе от классической схемы метаболической регуляции (Левтов 1973). Примерно тогда же В. М. Хаютин предложил новый подход к механизму рабочей гиперемии. Согласно предложенной им гистомеханической гипотезе, ведущим фактором механизма рабочей гиперемии является деформирование внутримышечной сосудистой сети при активных сокращениях мышцы. Цикл работ В. А. Левтова был посвящен выявлению фактов, подтверждающих либо опровергающих как традиционную трактовку механизмов рабочей гиперемии (метаболическая гипотеза), так и новую, нетрадиционную (гистомеханическая гипотеза) (Левтов 1973; Левтов и др. 1992; Орлов, Левтов 1983; Шустова и др. 1988; 1989). В экспериментах с изометрическими тетанусами икроножной мышцы кошки различной длительности на фоне заданных уровней сниженной доставки кислорода было показано, что механизм гиперемии обуславливается сочетанием гистомеханического фактора с метаболическими сдвигами в ткани (Васильева и др. 1977; Левтов и др. 1979; 1982; 1983; Орлов, Левтов 1983; Степочкина, Левтов 1974; Шустова, Левтов 1978; Шустова и др. 1989).

Теоретические представления о роли метаболических и механических факторов в возникновении рабочей гиперемии получили свое развитие в работах В. А. Левтова, посвященных

кровообращению мышцы во время и после ее растяжения или сжатия внешней силой. Впервые было описано уменьшение тонуса артериальной части внутримышечных сосудов в ответ на удлинение сосудов — постэлонгационная гиперемия скелетных мышц, проявляющаяся в повышении кровотока при возвращении мышцы к начальной длине по сравнению с его исходной величиной. Эти опыты показали, что постэлонгационная гиперемия имеет преимущественно гистомеханическую природу, но это обстоятельство не препятствует действию на сосуды метаболических факторов, связанных с сокращением мышцы (Матчанов и др. 1983а; 1983b; Левтов 1984; Левтов и др. 1983; 1991а; Шустова и др. 1985а). Полученный результат подтвердил сделанный ранее автором вывод о сосуществовании различных факторов в едином комплексном регуляторном процессе. Оценка внешнего давления, действующего на сосуд, показала, что основной механический эффект увеличения гидравлического сопротивления при растяжении мышцы возникает за счет удлинения самих сосудов, а не вследствие внешнего давления как такового (Шустова и др. 1985b).

С конца 1960-х годов исследования показателей кровотока и метаболизма привели к появлению еще одного направления научной деятельности В. А. Левтова — исследованию реологических свойств крови, агрегационных и деформационных свойств эритроцитов. К этому же периоду относится и его знакомство с основоположником теоретической биомеханики в нашей стране С. А. Регирером, положившее начало длительному сотрудничеству и дружбе этих выдающихся ученых. Вместе со своими учениками и коллегами Виктор Александрович исследовал оптические и электрические свойства крови при разных режимах течения и показал существенную зависимость светопропускания, светоотражения и электрической проводимости крови от скорости кровотока и агрегационных свойств эритроцитов (Зеликсон и др. 1975; Левтов 1970; 1971, 1977; Левтов, Потапова 1983; Левтов, Шадрина 1971; Левтов и др. 1971; 1978b, 1981; Тухватулин и др. 1986; Шадрина и др. 1972). На основе этих исследований была разработана методика оценки агрегационной способности эритроцитов и в 1976 г. начато ее внедрение в клинику (Левтов и др. 1978а; Левтов, Никифоров 1979; Левтов, Потапова 1979; Потапова и др. 1977).

В 1970-е годы В. А. Левтов вместе со своими сотрудниками и группой научно-исследовательской кинематографии Института физиологии им. И. П. Павлова проводили уникальные

исследования агрегации эритроцитов в проточном режиме методом микрофотосъемки. К тому времени визуальные наблюдения за процессом агрегации осуществлялись лишь группой немецких ученых во главе с проф. Г. Шмид-Шонбейном (Аахен) в вискозиметрах «конус-плоскость». Под руководством Левтова впервые была получена динамическая картина распределения агрегатов по числу содержащихся в них эритроцитов в проточной кювете, ширина которой сопоставима с диаметром мелких артерий (Шадрин и др. 1974).

Эти исследования расширили представления о видовых различиях агрегируемости эритроцитов (Левтов и др. 1978а; Потапова и др. 1977). Большое внимание В. А. Левтов уделял также связи усиленной агрегации эритроцитов с клинической формой заболевания (Геллер и др. 1981; Левтов, Потапова 1979). Было выявлено агрегирующее влияние высокополимеризованных препаратов иммуноглобулина G.

В 1980-е годы Виктор Александрович активно участвовал в апробации высокомолекулярных кровезаменителей, таких как декстраны и полиоксиэтилены, выясняя их влияние на кровоснабжение и гемодинамику икроножной мышцы, а также на агрегацию эритроцитов и вязкость крови (Левтов и др. 1991b; Шуваева и др. 1988). Следствием этих исследований явилось сотрудничество с Институтом гематологии и переливания крови, в частности, исследование реологических свойств крови при ее частичном замещении модифицированным гемоглобином, разработанным гематологами (Шуваева и др. 1990).

В. А. Левтов является одним из авторов первой отечественной монографии по реологии крови (Левтов и др. 1982), обобщающей результаты собственных экспериментов и совместных исследований по реологии, осуществлявшихся в сотрудничестве с Институтом механики МГУ. Результаты исследований агрегационных свойств эритроцитов отражены также в обзоре (Levtov et al. 1990).

Под руководством В. А. Левтова проводились исследования кровотока в микроциркуляторном русле. Методом телевизионной микроскопии были выявлены повторяющиеся элементы («сосудистые ячейки») в капиллярном русле скелетных мышц кошек, описана пространственная и временная неоднородность распределения кровотока в капиллярах ячейки, объяснена причина возникновения «закономерной» составляющей неоднородного распределения скорости крови в капиллярах (Левтов и др. 1985; 1986), выявлена связь этой неоднородности с отноше-

нием суммарного сопротивления подводящего и отводящего сосудов к сопротивлению капиллярного участка ячейки. Совместно с Институтом прикладной физики АН СССР было исследовано воздействие вибрации на кровь. Выяснилось, что при пространственно однородной вибрации происходит концентрирование эритроцитов, были описаны образующиеся при этом структуры и показано, что образование малых подвижных групп свидетельствует об ослаблении агрегационных свойств крови, тогда как группировка фрактального типа указывает на усиление агрегации эритроцитов (Левтов и др. 1994). В теоретическом плане эта работа представляла интерес для оценки состояния красных клеток крови и изучения механизмов агрегации эритроцитов.

Виктор Александрович всегда сам участвовал и в технических разработках, необходимых для осуществления исследований, придумывая остроумные методические решения (Левкович и др. 1975; Левтов и др. 1964), и результаты своих работ старался довести до практического использования (Левтов, Никифоров 1979; Левтов, Потапова 1979).

Его умение систематизировать научные результаты особенно ярко проявилось при написании монографий, литературных обзоров и глав «Руководства по физиологии» (Левтов, Регирер 1984; Регирер, Левтов 1984; Ткаченко, Левтов 1984; 1986; Ткаченко и др. 1984).

Виктор Александрович легко устанавливал контакты с исследователями из разных научных учреждений, интересовался их своими научными идеями, в результате чего рождались совместные проекты. Он вовлекал в такое сотрудничество и своих учеников, представляя их маститым ученым на различных конференциях. Левтов буквально фонтанировал научными гипотезами и идеями, они были результатом знакомства с работами отечественных и зарубежных ученых, глубокого анализа различных научных направлений не только в области физиологии.

В. А. Левтов был активным участником научных дискуссий, его разносторонность, критический ум и эрудиция неизменно привлекали внимание аудитории. Он с удовольствием обучал молодых сотрудников и консультировал коллег. Вместе с С. А. Регирером инициировал создание Всесоюзного (Всероссийского) семинара по биомеханике, который с 1973 года проводится поочередно в Санкт-Петербурге (Институт физиологии им. И. П. Павлова РАН) и Москве (Институт механики МГУ), и активно участвовал в его работе. Докладчиками семинара были как студенты, так и выдающиеся

физиологи и механики. В 2023 году в Санкт-Петербурге состоялось юбилейное I заседание семинара.

Под чутким руководством В. А. Левтова защищались кандидатские диссертации, он был мудрым наставником не только в научных, но и в «житейских» вопросах, настоящим другом учеников. К нему за советом шли люди разных возрастов. До сих пор его коллеги при принятии решений задаются вопросом, как бы он отреагировал в том или ином случае, каким было бы его мнение.

Литературный дар Виктора Александровича раскрылся не только в научных текстах, но и в пользовавшейся огромной популярностью институтской газете «Рефлекс», членом редколлегии которой он состоял. Музыкально одаренный, обладающий чувством юмора и обаянием, любознательный, жизнелюбивый, Виктор Александрович всегда был центром любой компании.

Жизнь его оборвалась внезапно. Проходят годы, и все яснее видится масштаб личности этого неординарного человека, с которым нам посчастливилось встретиться и пройти рядом часть жизненного пути.

## Литература

- Васильева, Л. И., Вильде, Л. А., Левтов, В. А., Шустова, Н. Я. (1977) Соотношение метаболических и гемодинамических характеристик при изометрических тетанусах икроножной мышцы кошек. *Физиологический журнал СССР*, т. 63, № 8, с. 1117–1127.
- Геллер, Н. М., Кропачев, В. А., Левтов, В. А., Потапова, И. В. (1981) Влияние полиэтиленоксидов на агрегацию эритроцитов. *Полимеры в медицине*, т. 11, № 2, с. 83–93. PMID: [7339596](#)
- Зеликсон, Б. Б., Левтов, В. А., Шадрина, Н. Х. (1975) Оптические и электрические методы косвенного изучения реологических свойств крови. *Труды Рижского НИИ травматологии и ортопедии*, № 13, с. 188–193.
- Кан, В. Н., Левтов, В. А. (1970) Влияние артериальной и венозной окклюзии на гемодинамику и потребление кислорода в скелетной мышце. *Физиологический журнал СССР*, т. 56, № 4, с. 618–624.
- Конради, Г. П., Васильева, Л. И., Вильде, Л. А. и др. (1969а) О механизме функциональной гиперемии. В кн.: Г. И. Мчедlishvili (ред.). *Корреляция кровоснабжения с метаболизмом и функцией: Труды Международного симпозиума (Тбилиси, 27–31 мая 1968 г.)*. Тбилиси: Мецниереба, с. 110–119.
- Конради, Г. П., Левтов, В. А. (1963) О соотношении общих и местных вазомоторных реакций при химической стимуляции кровеносных сосудов. *Труды Института клинической и экспериментальной кардиологии АН Грузинской ССР*, т. 8, с. 551–553.
- Конради, Г. П., Левтов, В. А. (1966) О местных сосудистых реакциях. В кн.: *Центральные и периферические механизмы нервной деятельности*. Ереван: [б. и.], с. 262–274.
- Конради, Г. П., Левтов, В. А. (1970) Зависимость реактивной гиперемии в скелетных мышцах от длительности прекращения кровотока. *Физиологический журнал СССР*, т. 56, № 3, с. 366–374.
- Конради, Г. П., Левтов, В. А., Теплов, С. И. (1969b) Регионарное кровообращение как физиологическая проблема. В кн.: Г. П. Конради (ред.). *Вопросы регуляции регионарного кровообращения*. Л.: Наука, с. 3–17.
- Левкович, Ю. И., Левтов, В. А., Голубев, А. П. (1975) Установка для прижизненных микроспектрофотометрических исследований и методика ее использования. *Физиологический журнал СССР*, т. 61, № 3, с. 307–309.
- Левтов, В. А. (1963а) О местных сосудистых реакциях. В кн.: Г. П. Конради (ред.). *Вопросы регуляции кровообращения*. М.; Л.: Изд-во АН СССР, с. 64–84.
- Левтов, В. А. (1963b) Особенности вазомоторных реакций на химическую стимуляцию в условиях переменной перфузии тонкого кишечника кровью и раствором Рингера-Локка. *Физиологический журнал СССР*, т. 49, № 4, с. 470–481.

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии потенциального или явного конфликта интересов.

## Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest, either existing or potential.

## Вклад авторов

- Шадрина Нажия Хабибуллаевна — идея работы и подбор источников, написание и редактирование статьи;
- Шуваева Верна Николаевна — написание и редактирование статьи.

## Author Contributions

- Nazhiya Kh. Shadrina — conceptualization, selection of sources, writing and editing the article;
- Vera N. Shuvaeva — writing and editing the article.

- Левтов, В. А. (1963с) Особенности вазомоторных реакций, вызываемых ацетилхолином, при различных условиях перфузии. В кн.: Г. П. Конради (ред.). *Вопросы регуляции кровообращения*. М.; Л.: Изд-во АН СССР, с. 85–104.
- Левтов, В. А. (1965) Органная специфичность формы местных сосудистых реакций, возникающих в ответ на химическую стимуляцию кровеносных сосудов. В кн.: *Регуляция регионарного кровообращения*. Л.: Изд-во АН СССР, с. 31–35.
- Левтов, В. А. (1967) *Химическая регуляция местного кровообращения*. Л.: Наука, 198 с.
- Левтов, В. А. (1970) Об оценке результатов прямого измерения кровотока по сосудам покоящейся скелетной мышцы. *Физиологический журнал СССР*, т. 56, № 5, с. 751–763.
- Левтов, В. А. (1971) Гемодинамические и метаболические эффекты частичных окклюзий артерии и вены в покоящейся скелетной мышце. *Физиологический журнал СССР*, т. 57, № 6, с. 863–871.
- Левтов, В. А. (1973) Экспериментальная проверка некоторых положений метаболической теории местной регуляции кровотока по сосудам скелетной мышцы. В кн.: Я. В. Скардс (ред.). *Регуляция кровообращения в скелетных мышцах*. Рига: Зинатне, с. 37–50.
- Левтов, В. А. (1977) Реологические свойства крови. В кн.: А. М. Чернух (ред.). *Вопросы физиологии и патологии кровообращения: Материалы II Всесоюзной школы-семинара по физиологии кровообращения*. Ставрополь: [б. и.], с. 70–80.
- Левтов, В. А. (1984) Внутримышечные кровеносные сосуды при одномоментном продольном растяжении икроножной мышцы. *Физиологический журнал СССР*, т. 70, № 5, с. 701–711.
- Левтов, В. А., Васильева, Л. И., Шустова, Н. Я. (1983) Кровоснабжение и потребление кислорода икроножной мышцей кошки при изометрическом тетанусе в условиях частичной окклюзии. *Физиологический журнал СССР*, т. 69, № 1, с. 106–113.
- Левтов, В. А., Левкович, Ю. И., Потапова, И. В., Ашкинази, Н. Я. (1978а) Об исследовании агрегационных свойств крови. *Физиология человека*, т. 4, № 3, с. 504–513.
- Левтов, В. А., Матчанов, А. Т., Анисимова, Н. П. и др. (1991а) Влияние динамического компонента механической деформации сосудов на кровоснабжение скелетных мышц. *Физиологический журнал СССР*, т. 77, № 10, с. 48–57.
- Левтов, В. А., Мусящикова, С. С. (1961) Соотношение местных и общих сосудистых реакций в зависимости от интенсивности раздражений химиорецепторов тонкого кишечника. *Физиологический журнал СССР*, т. 47, № 12, с. 1477–1483.
- Левтов, В. А., Никифоров, Н. И. (1979) *Способ определения насыщения кислородом текущей крови. Патент на изобретение SU696378A1*. Дата регистрации 05.11.1979.
- Левтов, В. А., Никифоров, Н. И., Попель, А. С. и др. (1978b) Об агрегации эритроцитов в текущей крови. В кн.: В. В. Орлов (ред.). *Регионарное и системное кровообращение*. Л.: Наука, с. 49–59.
- Левтов, В. А., Никифоров, Н. И., Шадрина, Н. Х. (1981) Об изменении агрегационной и ориентационной структуры крови при пульсирующем течении. *Физиологический журнал СССР*, т. 67, № 9, с. 1336–1341.
- Левтов, В. А., Осадчий, Л. И., Орлов, В. В., Востриков, Н. А. (1964) Простая модель тензометрического электроманометра для регистрации внутрисосудистого давления. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*, № 5, с. 120–122.
- Левтов, В. А., Паролла, Д. И. (1969) Реактивность сосудов к циркулирующим катехоламинам и исходный сосудистый тонус. В кн.: Г. П. Конради (ред.). *Вопросы регуляции регионарного кровообращения*. Л.: Наука, с. 96–105.
- Левтов, В. А., Попель, А. С., Регирер, С. А., Шадрина, Н. Х. (1971) Об одном оптическом эффекте при течении крови. *Известия АН СССР. Серия: Механика жидкости и газа*, № 6, с. 161–165.
- Левтов, В. А., Потапова, И. В. (1979) *Фотометрическое определение агрегации эритроцитов в клинической практике*. Л.: [б. и.], 11 с.
- Левтов, В. А., Потапова, И. В. (1983) Особенности агрегации эритроцитов у разных животных и человека. *Физиологический журнал СССР*, т. 69, № 5, с. 660–665.
- Левтов, В. А., Регирер, С. А. (1984) Движение крови по артериям. В кн.: Б. И. Ткаченко (ред.). *Физиология кровообращения. Физиология сосудистой системы*. Л.: Наука, с. 94–140.
- Левтов, В. А., Регирер, С. А., Шадрина, Н. Х. (1982) *Реология крови*. М.: Медицина, 272 с.
- Левтов, В. А., Шадрина, Н. Х. (1971) О зависимости яркости крови от скорости кровотока. *Физиологический журнал СССР*, т. 57, № 2, с. 260–269.
- Левтов, В. А., Шуваева, В. Н., Тухватулин, Р. Т. и др. (1994) Неоднородное распределение суспензии эритроцитов в вибрационном поле. В кн.: *Современные проблемы биомеханики. Т. 9*. М.: Наука, с. 71–84.
- Левтов, В. А., Шуваева, В. Н., Шустова, Н. Я. и др. (1991b) Влияние высокомолекулярных соединений на реологические свойства крови и реактивность сосудов скелетной мышцы. *Физиологический журнал СССР*, т. 77, № 11, с. 72–81.
- Левтов, В. А., Шустова, Н. Я., Васильева, Л. И. (1979) Гипоксия как фактор механизма рабочей гиперемии скелетных мышц. В кн.: А. З. Колчинская (ред.). *Специальная и клиническая физиология гипоксических состояний: в 4 ч. Ч. 2*. Киев: Наукова думка, с. 39–44.

- Левтов, В. А., Шустова, Н. Я., Васильева, А. И., Шуваева, В. Н. (1982) Кровоснабжение и потребление кислорода икроножной мышцей кошки при изометрическом тетанусе в условиях внутриартериальной инфузии норадреналина. *Физиологический журнал СССР*, т. 68, № 11, с. 1544–1552.
- Левтов, В. А., Шустова, Н. Я., Регирер, С. А. и др. (1985) Топографическая и гидродинамическая неоднородность терминального русла сосудов икроножной мышцы кошки. *Физиологический журнал СССР*, т. 71, № 9, с. 1112–1124.
- Левтов, В. А., Шустова, Н. Я., Регирер, С. А. и др. (1986) Закономерная составляющая пространственной неоднородности капиллярного кровотока в микромодуле скелетной мышцы. *Физиологический журнал СССР*, т. 72, № 9, с. 1301–1310.
- Левтов, В. А., Шустова, Н. Я., Шаленков, В. Ф., Матчанов, А. Т. (1992) Суперпозиция нервных вазоконстрикторных и местных вазодилататорных влияний на сосуды скелетной мышцы. *Физиологический журнал СССР*, т. 78, № 2, с. 62–74.
- Матчанов, А. Т., Левтов, В. А., Орлов, В. В. (1983а) Об изменениях кровотока при продольных растяжениях икроножной мышцы кошки. *Физиологический журнал СССР*, т. 69, № 1, с. 74–83.
- Матчанов, А. Т., Шустова, Н. Я., Шуваева, В. Н. и др. (1983б) Влияние растяжения икроножной мышцы кошки на ее тетанусы, постконтракционную гиперемия и показатели энергетического метаболизма. *Физиологический журнал СССР*, т. 69, № 2, с. 210–219.
- Орлов, В. В., Левтов, В. А. (1983) Современные представления о механизмах рабочей и реактивной гиперемии в скелетных мышцах. В кн.: П. Г. Костюк (ред.). *Управление деятельностью висцеральных систем*. Л.: Наука, с. 123–141.
- Паролла, Д. И., Левтов, В. А. (1969) Влияние исходного сосудистого тонуса на констрикторную реакцию сосудов мозга, вызванную раздражением симпатического нерва. *Физиологический журнал СССР*, т. 55, № 7, с. 802–808.
- Потапова, И. В., Никифоров, Н. И., Шадрина, Н. Х. и др. (1977) Фотометрическая характеристика агрегационных свойств эритроцитов. *Физиологический журнал СССР*, т. 63, № 9, с. 1357–1362.
- Регирер, С. А., Левтов, В. А. (1984) Основные гидродинамические закономерности движения крови по сосудам. В кн.: Б. И. Ткаченко (ред.). *Физиология кровообращения. Физиология сосудистой системы*. Л.: Наука, с. 55–93.
- Степочкина, Н. А., Левтов, В. А. (1974) О понижении тонуса магистральной артерии при периферической вазодилатации. *Физиологический журнал СССР*, т. 60, № 4, с. 603–612.
- Ткаченко, Б. И., Левтов, В. А. (1984) Сравнительная характеристика реакций органных сосудов. В кн.: Б. И. Ткаченко (ред.). *Физиология кровообращения. Физиология сосудистой системы*. Л.: Наука, с. 576–601.
- Ткаченко, Б. И., Левтов, В. А. (1986) Принципы регуляции кровообращения. В кн.: Б. И. Ткаченко (ред.). *Физиология кровообращения. Регуляция кровообращения*. Л.: Наука, с. 5–11.
- Ткаченко, Б. И., Теплов, С. И., Левтов, В. А. (1984) Реакции кровеносных сосудов как отражение принципов организации системного и органного кровообращения. В кн.: Б. И. Ткаченко (ред.). *Физиология кровообращения. Физиология сосудистой системы*. Л.: Наука, с. 337–351.
- Тухватулин, Р. Т., Левтов, В. А., Шуваева, В. Н., Шадрина, Н. Х. (1986) Агрегация эритроцитов в крови, помещенной в макро- и микрокуветы. *Физиологический журнал СССР*, т. 72, № 6, с. 775–784.
- Шадрина, Н. Х., Зеликсон, Б. Б., Левтов, В. А., Трифонова, Е. И. (1972) О значении обратимой агрегации эритроцитов в изменении электропроводности крови при ее движении. *Физиологический журнал СССР*, т. 58, № 4, с. 557–562.
- Шадрина, Н. Х., Стрельникова, Л. А., Левкович, Ю. И., Левтов, В. А. (1974) Исследование агрегации эритроцитов текущей крови методом микрофотосъемки. *Физиологический журнал СССР*, т. 60, № 10, с. 1548–1556.
- Шуваева, В. Н., Кузнецова, Н. П., Левтов, В. А. (1990) Реологические свойства крови при частичном замещении ее у крыс раствором модифицированного гемоглобина. *Физиологический журнал СССР*, т. 76, № 2, с. 192–199.
- Шуваева, В. Н., Савченко, А. Б., Левтов, В. А. (1988) О ноцигенных изменениях показателей вязкости крови у крыс. *Физиологический журнал СССР*, т. 74, № 10, с. 1390–1398.
- Шустова, Н. Я., Дик, И. Г., Недошивин, В. П., Левтов, В. А. (1989) Кровенаполнение скелетных мышц при реактивной гиперемии. *Физиологический журнал СССР*, т. 75, № 4, с. 493–507.
- Шустова, Н. Я., Левтов, В. А. (1974) Гемодинамические реакции и показатели кислородного баланса в покоящейся скелетной мышце при артериальной гипоксемии. *Физиологический журнал СССР*, т. 60, № 8, с. 1223–1234.
- Шустова, Н. Я., Левтов, В. А. (1978) О зависимости послерабочей гиперемии и показателей кислородного баланса скелетных мышц от длительности сокращений. В кн.: В. В. Орлов (ред.). *Регионарное и системное кровообращение*. Л.: Наука, с. 111–126.
- Шустова, Н. Я., Мальцев, Н. А., Левкович, Ю. И., Левтов, В. А. (1985а) Гиперемия в капиллярах икроножной мышцы после ее растяжения. *Физиологический журнал СССР*, т. 71, № 5, с. 599–608.

- Шустова, Н. Я., Матчанов, А. Т., Левтов, В. А. (1985b) Роль сдавливания сосудов икроножной мышцы в изменениях ее кровоснабжения при растяжении. *Физиологический журнал СССР*, т. 71, № 9, с. 1105–1111.
- Шустова, Н. Я., Шуваева, В. Н., Чуйкин, А. Е., Левтов, В. А. (1988) Влияние увеличения кровотока по сосудам скелетной мышцы на показатели ее функционирования и потребления кислорода. *Физиологический журнал СССР*, т. 74, № 12, с. 1776–1785.
- Levtov, V. A., Regirer, S. A., Shadrina, N. Kh. (1990) On red blood cell aggregation. In: G. G. Chernyi, S. A. Regirer (eds.). *Contemporary problems of biomechanics*. Boca Raton: CRC Press, pp. 55–74.

## References

- Geller, N. M., Kropachev, V. A., LevtoV, V. A., Potapova, I. V. (1981) Vliyanie polietilenoksidov na agregatsiyu eritrotsitov [Effect of polyethylene oxides on erythrocyte aggregation]. *Polimery v meditsine*, vol. 11, no. 2, pp. 83–93. PMID: 7339596 (In Russian)
- Kan, V. N., LevtoV, V. A. (1970) Vliyanie arterial'noj i venoznoj okklyuzii na gemodinamiku i potreblenie kisloroda v skeletnoj myshtse [The effect of arterial and venous occlusion on hemodynamics and oxygen consumption in the skeletal muscle]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 56, no. 4, pp. 618–624. (In Russian)
- Konradi, G. P., LevtoV, V. A. (1963) O sootnoshenii obshchikh i mestnykh vazomotornykh reaktivnykh reaktsij pri khimicheskoy stimulyatsii krovenosnykh sosudov [On the relationship between general and local vasomotor reactions during chemical stimulation of blood vessels]. *Trudy Instituta klinicheskoy i eksperimental'noj kardiologii AN Gruzinskoj SSR*, vol. 8, pp. 551–553. (In Russian)
- Konradi, G. P., LevtoV, V. A. (1966) O mestnykh sosudistykh reaktsiyakh [About local vascular reactions]. In: *Tsentrallye i perifericheskie mekhanizmy nervnoj deyatel'nosti*. Yerevan: [s. n.], pp. 262–274. (In Russian)
- Konradi, G. P., LevtoV, V. A. (1970) Zavisimost' reaktivnoj giperemii v skeletnykh myshtsakh ot dlitel'nosti prekrashcheniya krovotoka [Dependence of reactive hyperemia in skeletal muscles on the duration of cessation of blood flow]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 56, no. 3, pp. 366–374. (In Russian)
- Konradi, G. P., LevtoV, V. A., Teplov, S. I. (1969b) Regionarnoe krovoobrashchenie kak fiziologicheskaya problema [Regional blood circulation as a physiological problem]. In: G. P. Konradi (ed.). *Voprosy regulyatsii regionarnogo krovoobrashcheniya [Issues of regulation of regional blood circulation]*. Leningrad: Nauka Publ., pp. 3–17. (In Russian)
- Konradi, G. P., Vasil'eva, L. I., Vil'de, L. A. et al. (1969a) O mekhanizme funktsional'noj giperemii [About the mechanism of functional hyperemia]. In: G. I. Mchedlishvili (ed.). *Korrelyatsiya krovosnabzheniya s metabolizmom i funktsiej: Trudy Mezhdunarodnogo simpoziuma (Tbilisi, 27–31 maya 1968 g.) [Correlation of blood supply with metabolism and function. Proceedings of the International Symposium (Tbilisi, May 27–31, 1968)]*. Tbilisi: Metsniereba Publ., pp. 110–119. (In Russian)
- Levkovich, Yu. I., LevtoV, V. A., Golubev, A. P. (1975) Ustanovka dlya prizhiznennykh mikrospektrofotometricheskikh issledovanij i metodika ee ispol'zovaniya [Installation for intravital microspectrophotometric studies and methods of its use]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 61, no. 3, pp. 307–309. (In Russian)
- Levtov, V. A. (1963a) O mestnykh sosudistykh reaktsiyakh [About local vascular reactions]. In: G. P. Konradi (ed.). *Voprosy regulyatsii krovoobrashcheniya [Issues of blood circulation regulation]*. Moscow; Leningrad: Academy of Sciences of the USSR Publ., pp. 64–84. (In Russian)
- Levtov, V. A. (1963b) Osobennosti vazomotornykh reaktsij na khimicheskuyu stimulyatsiyu v usloviyakh peremennoy perfuzii tonkogo kishchnika krov'yu i rastvorom Ringera-Lokka [Features of vasomotor reactions to chemical stimulation under conditions of variable perfusion of the small intestine with blood and Ringer-Locke solution]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 49, no. 4, pp. 470–481. (In Russian)
- Levtov, V. A. (1963c) Osobennosti vazomotornykh reaktsij, vyzvaemykh atsetilkholinom, pri razlichnykh usloviyakh perfuzii [Features of vasomotor reactions caused by acetylcholine under different perfusion conditions]. In: G. P. Konradi (ed.). *Voprosy regulyatsii krovoobrashcheniya [Issues of blood circulation regulation]*. Moscow; Leningrad: Academy of Sciences of the USSR Publ., pp. 85–104. (In Russian)
- Levtov, V. A. (1965) Organnaya spetsifichnost' formy mestnykh sosudistykh reaktsij, vznikayushchikh v otvet na khimicheskuyu stimulyatsiyu krovenosnykh sosudov [Organ specificity of the form of local vascular reactions that occur in response to chemical stimulation of blood vessels]. In: *Regulyatsiya regionarnogo krovoobrashcheniya [Regulation of regional blood circulation]*. Leningrad: Academy of Sciences of the USSR Publ., pp. 31–35. (In Russian)
- Levtov, V. A. (1967) *Khimicheskaya regulyatsiya mestnogo krovoobrashcheniya [Chemical regulation of local blood circulation]*. Leningrad: Nauka Publ., 198 p. (In Russian)
- Levtov, V. A. (1970) Ob otsenke rezul'tatov pryamogo izmereniya krovotoka po sosudam pokoyashcheysya skeletnoj myshtsy [On the evaluation of the results of direct measurement of blood flow through the vessels of resting skeletal muscle]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 56, no. 5, pp. 751–763. (In Russian)
- Levtov, V. A. (1971) Gemodinamicheskie i metabolicheskie efekty chastichnykh okklyuzij arterii i veny v pokoyashcheysya skeletnoj myshtse [Hemodynamic and metabolic effects of partial artery and vein occlusions in resting skeletal muscle]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 57, no. 6, pp. 863–871. (In Russian)

- Levtov, V. A. (1973) Eksperimental'naya proverka nekotorykh polozhenij metabolicheskoy teorii mestnoj regulyatsii krovotoka po sosudam skeletnoj myshtsy [Experimental verification of some provisions of the metabolic theory of local regulation of blood flow through the vessels of skeletal muscle]. In: Ya. V. Skards (ed.). *Regulyatsiya krovoobrashcheniya v skeletnykh myshtsakh [Regulation of blood circulation in skeletal muscles]*. Riga: Zinatne Publ., pp. 37–50. (In Russian)
- Levtov, V. A. (1977) Reologicheskie svoystva krovi [Rheological properties of blood]. In: A. M. Chernukh (ed.). *Voprosy fiziologii i patologii krovoobrashcheniya*. Stavropol: [s. n.], pp. 70–80. (In Russian)
- Levtov, V. A. (1984) Vnutrimyshechnye krovenosnye sosudy pri odnomomentnom prodol'nom rastyazhenii ikronozhnoj myshtsy [Intramuscular blood vessels during simultaneous longitudinal stretching of the gastrocnemius muscle]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 70, no. 5. pp. 701–711. (In Russian)
- Levtov, V. A., Levkovich, Yu. I., Potapova, I. V., Ashkinazi, N. Ya. (1978a) Ob issledovanii agregatsionnykh svoystv krovi [On the study of blood aggregation properties]. *Fiziologiya cheloveka — Human Physiology*, vol. 4, no. 3, pp. 504–513. (In Russian)
- Levtov, V. A., Matchanov, A. T., Anisimova, N. P. et al. (1991a) Vliyanie dinamicheskogo komponenta mekhanicheskoy deformatsii sosudov na krovosnabzhenie skeletnykh myshts [The influence of the dynamic component of mechanical deformation of blood vessels on the blood supply to skeletal muscles]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 77, no. 10, pp. 48–57. (In Russian)
- Levtov, V. A., Musyashchikova, S. S. (1961) Sootnoshenie mestnykh i obshchikh sosudistykh reaktsij v zavisimosti ot intensivnosti razdrasheniya khimioretseptorov tonkogo kishechnika [The ratio of local and general vascular reactions depending on the intensity of stimulation of the chemoreceptors of the small intestine]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 47, no. 12, pp. 1477–1483. (In Russian)
- Levtov, V. A., Nikiforov, N. I. (1979) *Sposob opredeleniya nasyshcheniya kislorodom tekushchej krovi. Patent na izobretenie SU696378A1 [A method for determining the oxygen saturation of flowing blood. Patent SU696378A1]*. Register date 05.11.1979. (In Russian)
- Levtov, V. A., Nikiforov, N. I., Popel', A. S. et al. (1978b) Ob agregatsii eritrotsitov v tekushchej krovi [About the aggregation of erythrocytes in flowing blood]. In: V. V. Orlov (ed.). *Regionarnoe i sistemnoe krovoobrashchenie [Regional and systemic circulation]*. Leningrad: Nauka Publ., pp. 49–59. (In Russian)
- Levtov, V. A., Nikiforov, N. I., Shadrina, N. Kh. (1981) Ob izmenenii agregatsionnoj i orientatsionnoj struktury krovi pri pul'siruyushchem techenii [On changes in the aggregation and orientation structure of blood during pulsating flow]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 67, no. 9, pp. 1336–1341. (In Russian)
- Levtov, V. A., Osadchij, L. I., Orlov, V. V., Vostrikov, N. A. (1964) Prostaya model' tenzometricheskogo elektromanometra dlya registratsii vnutrisosudistogo davleniya [A simple model of a strain gauge electromanometer for recording intravascular pressure]. *Byulleten' eksperimental'noj biologii i meditsiny — Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, no. 5, pp. 120–122. (In Russian)
- Levtov, V. A., Parolla, D. I. (1969) Reaktivnost' sosudov k tsirkuliruyushchim katekholaminam i iskhodnyj sosudistyj tonus [Vascular reactivity to circulating catecholamines and initial vascular tone]. In: G. P. Konradi (ed.). *Voprosy regulyatsii regionarnogo krovoobrashcheniya [Issues of regulation of regional blood circulation]*. Leningrad: Nauka Publ., pp. 96–105. (In Russian)
- Levtov, V. A., Popel', A. S., Regirer, S. A., Shadrina, N. Kh. (1971) Ob odnom opticheskom effekte pri techenii krovi [About one optical effect during blood flow]. *Izvestiya AN SSSR. Seriya: Mekhanika zhidkosti i gaza*, no. 6, pp. 161–165. (In Russian)
- Levtov, V. A., Potapova, I. V. (1979) *Fotometricheskoe opredelenie agregatsii eritrotsitov v klinicheskoy praktike [Photometric determination of erythrocyte aggregation in clinical practice]*. Leningrad: [s. n.], 11 p. (In Russian)
- Levtov, V. A., Potapova, I. V. (1983) Osobennosti agregatsii eritrotsitov u raznykh zhivotnykh i cheloveka [Features of erythrocyte aggregation in different animals and humans]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 69, no. 5, pp. 660–665. (In Russian)
- Levtov, V. A., Regirer, S. A. (1984) Dvizhenie krovi po arteriyam [Movement of blood through arteries]. In: B. I. Tkachenko (ed.). *Fiziologiya krovoobrashcheniya. Fiziologiya sosudistoy sistemy [Physiology of blood circulation. Physiology of the vascular system]*. Leningrad: Nauka Publ., pp. 94–140. (In Russian)
- Levtov, V. A., Regirer, S. A., Shadrina, N. Kh. (1982) *Reologiya krovi [Blood rheology]*. Moscow: Meditsina Publ., 272 p. (In Russian)
- Levtov, V. A., Regirer, S. A., Shadrina, N. Kh. (1990) On red blood cell aggregation. In: G. G. Chernyi, S. A. Regirer (eds.). *Contemporary problems of biomechanics*. Boca Raton: CRC Press, pp. 55–74. (In English)
- Levtov, V. A., Shadrina, N. Kh. (1971) O zavisimosti yarkosti krovi ot skorosti krovotoka [On the dependence of blood brightness on blood flow speed]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 57, no. 2, pp. 260–269. (In Russian)
- Levtov, V. A., Shustova, N. Ya., Vasil'eva, L. I. (1979) Gipoksiya kak faktor mekhanizma rabochej giperemii skeletnykh myshts [Hypoxia as a factor in the mechanism of working hyperemia of skeletal muscles]. In: A. Z. Kolchinskaya (ed.). *Spetsial'naya i klinicheskaya fiziologiya gipoksicheskikh sostoyanij: v 4 ch. Ch. 2 [Special and clinical physiology of hypoxic conditions: In 4 pts. Pt. 2]*. Kiev: Naukova dumka Publ., pp. 39–44. (In Russian)
- Levtov, V. A., Shustova, N. Ya., Regirer, S. A. et al. (1986) Zakonomernaya sostavlyayushchaya prostranstvennoj neodnorodnosti kapillyarnogo krovotoka v mikromodule skeletnoj myshtsy [Regular component of spatial

- heterogeneity of capillary blood flow in the micromodule of skeletal muscle]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 72, no. 9, pp. 1301–1310. (In Russian)
- Levtov, V. A., Shustova, N. Ya., Regirer, S. A. et al. (1985) Topograficheskaya i gidrodinamicheskaya neodnorodnost' terminal'nogo rusla sosudov ikronozhnoj myshtsy koshki [Topographic and hydrodynamic heterogeneity of the terminal bed of the vessels of the gastrocnemius muscle of the cat]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 71, no. 9, pp. 1112–1124. (In Russian)
- Levtov, V. A., Shustova, N. Ya., Shalencov, V. F., Matchanov, A. T. (1992) Superpozitsiya nervnykh vazokonstriktornykh i mestnykh vazodilatatornykh vliyaniy na sosudy skeletnoj myshtsy [Superposition of neural vasoconstrictor and local vasodilator effects on skeletal muscle vessels]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 78, no. 2, pp. 62–74. (In Russian)
- Levtov, V. A., Shustova, N. Ya., Vasil'eva, L. I., Shuvaeva, V. N. (1982) Krovosnabzhenie i potreblenie kisloroda ikronozhnoj myshtsey koshki pri izometricheskom tetanuse v usloviyakh vnutriarterial'noj infuzii noradrenalina [Blood supply and oxygen consumption by the gastrocnemius muscle of a cat with isometric tetanus under conditions of intra-arterial infusion of norepinephrine]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 68, no. 11, pp. 1544–1552. (In Russian)
- Levtov, V. A., Shuvaeva, V. N., Shustova, N. Ya. et al. (1991b) Vliyanie vysokomolekulyarnykh soedinenij na reologicheskie svoystva krovi i reaktivnost' sosudov skeletnoj myshtsy [The influence of high-molecular compounds on the rheological properties of blood and the reactivity of skeletal muscle vessels]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 77, no. 11, pp. 72–81. (In Russian)
- Levtov, V. A., Shuvaeva, V. N., Tukhvatulin, R. T. et al. (1994) Neodnorodnoe raspredelenie suspenzii eritrotsitov v vibratsionnom pole [Heterogeneous distribution of erythrocyte suspension in a vibration field]. In: *Sovremennyye problemy biomekhaniki (Reologiya krovi i mikrotsirkulyatsiya). T. 9 [Modern problems of biomechanics (Blood rheology and microcirculation). Vol. 9]*. Moscow: Nauka Publ., no. 9, pp. 71–84. (In Russian)
- Levtov, V. A., Vasil'eva, L. I., Shustova, N. Ya. (1983) Krovosnabzhenie i potreblenie kisloroda ikronozhnoj myshtsey koshki pri izometricheskom tetanuse v usloviyakh chastichnoj okklyuzii [Blood supply and oxygen consumption by the gastrocnemius muscle of a cat with isometric tetanus under conditions of partial occlusion]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 69, no. 1, pp. 106–113. (In Russian)
- Matchanov, A. T., Levto, V. A., Orlov, V. V. (1983a) Ob izmeneniyakh krovotoka pri prodol'nykh rastyazheniyakh ikronozhnoj myshtsy koshki [About changes in blood flow during longitudinal stretching of the gastrocnemius muscle of a cat]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 69, no. 1, pp. 74–83. (In Russian)
- Matchanov, A. T., Shustova, N. Ya., Shuvaeva, V. N. et al. (1983b) Vliyanie rastyazheniya ikronozhnoj myshtsy koshki na ee tetanusu, postkontraktsionnyuyu giperemiyu i pokazateli energeticheskogo metabolizma [The effect of stretching the cat's gastrocnemius muscle on its tetanus, post-contraction hyperemia and indicators of energy metabolism]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 69, no. 2, pp. 210–219. (In Russian)
- Orlov, V. V., Levto, V. A. (1983) Sovremennyye predstavleniya o mekhanizmakh rabochej i reaktivnoj giperemii v skeletnykh myshtsakh [Modern ideas about the mechanisms of working and reactive hyperemia in skeletal muscles]. In: *Upravlenie deyatel'nost'yu vistseral'nykh sistem [Control of the activity of visceral systems]*. Leningrad: Nauka Publ., pp. 123–141. (In Russian)
- Parolla, D. I., Levto, V. A. (1969) Vliyanie iskhodnogo sosudistogo tonusa na konstriktornyuyu reaktsiyu sosudov mozga, vyzvannuyu razdrasheniem simpaticeskogo nerva [The influence of initial vascular tone on the constrictor response of cerebral vessels caused by irritation of the sympathetic nerve]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 55, no. 7, pp. 802–808. (In Russian)
- Potapova, I. V., Nikiforov, N. I., Shadrina, N. Kh. et al. (1977) Fotometrichesкая kharakteristika agregatsionnykh svoystv eritrotsitov [Photometric characteristics of aggregation properties of erythrocytes]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 63, no. 9, pp. 1357–1362. (In Russian)
- Regirer, S. A., Levto, V. A. (1984) Osnovnyye gidrodinamicheskie zakonomernosti dvizheniya krovi po sosudam [Basic hydrodynamic patterns of blood movement through vessels]. In: *Fiziologiya krovoobrashcheniya: Fiziologiya sosudistoj sistemy [Physiology of blood circulation: Physiology of the vascular system]*. Leningrad: Nauka Publ., pp. 55–93. (In Russian)
- Shadrina, N. Kh., Strel'nikova, L. A., Levkovich, Yu. I., Levto, V. A. (1974) Issledovanie agregatsii eritrotsitov tekushchej krovi metodom mikrofotos'emki [Study of aggregation of erythrocytes in flowing blood using microphotography]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 60, no. 10, pp. 1548–1556. (In Russian)
- Shadrina, N. Kh., Zelikson, B. B., Levto, V. A., Trifonova, E. I. (1972) O znachenii obratimoy agregatsii eritrotsitov v izmenenii elektroprovodnosti krovi pri ee dvizhenii [On the significance of reversible aggregation of erythrocytes in changing the electrical conductivity of blood during its movement]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 58, no. 4, pp. 557–562. (In Russian)
- Shuvaeva, V. N., Kuznetsova, N. P., Levto, V. A. (1990) Reologicheskie svoystva krovi pri chastichnom zameshchenii ee u krysa rastvorom modifitsirovannogo gemoglobina [Rheological properties of blood when it is partially replaced in rats with a solution of modified hemoglobin]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 76, no. 2, pp. 192–199. (In Russian)

- Shuvaeva, V. N., Savchenko, A. B., Levto, V. A. (1988) O notsigennykh izmeneniyakh pokazatelej vyazkosti krovi u krys [On nocigenic changes in blood viscosity in rats]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 74, no. 10, pp. 1390–1398. (In Russian)
- Shustova, N. Ya., Dik, I. G., Nedoshivin, V. P., Levto, V. A. (1989) Krovenapolnenie skeletnykh myshts pri reaktivnoj giperemii [Blood supply to skeletal muscles during reactive hyperemia]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 75, no. 4, pp. 493–507. (In Russian)
- Shustova, N. Ya., Levto, V. A. (1974) Gemodinamicheskie reaksii i pokazateli kislorodnogo balansa v pokoyashejsya skeletnoj myshtse pri arterial'noj gipoksemii [Hemodynamic reactions and indicators of oxygen balance in resting skeletal muscle during arterial hypoxemia]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 60, no. 8, pp. 1223–1224. (In Russian)
- Shustova, N. Ya., Levto, V. A. (1978) O zavisimosti poslerabochej giperemii i pokazatelej kislorodnogo balansa skeletnykh myshts ot dlitel'nosti sokrashchenij [On the dependence of post-work hyperemia and indicators of oxygen balance in skeletal muscles on the duration of contractions]. In: V. V. Orlov (ed.). *Regionarnoe i sistemnoe krovoobrashchenie [Regional and systemic circulation]*. Leningrad: Nauka Publ., pp. 111–126. (In Russian)
- Shustova, N. Ya., Mal'tsev, N. A., Levkovich, Yu. I., Levto, V. A. (1985a) Giperemiya v kapillyarakh ikronozhnoj myshtsy posle ee rastyazheniya [Hyperemia in the capillaries of the gastrocnemius muscle after stretching]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 71, no. 5, pp. 599–608. (In Russian)
- Shustova, N. Ya., Matchanov, A. T., Levto, V. A. (1985b) Rol' sdavlivaniya sosudov ikronozhnoj myshtsy v izmeneniyakh ee krovosnabzheniya pri rastyazhenii [The role of compression of the vessels of the gastrocnemius muscle in changes in its blood supply during stretching]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 71, no. 9, pp. 1105–1111. (In Russian)
- Shustova, N. Ya., Shuvaeva, V. N., Chujkin, A. E., Levto, V. A. (1988) Vliyanie uvelicheniya krovotoka po sosudam skeletnoj myshtsy na pokazateli ee funkcionirovaniya i potrebleniya kisloroda [The effect of increased blood flow through the vessels of skeletal muscle on indicators of its functioning and oxygen consumption]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 74, no. 12, pp. 1776–1785. (In Russian)
- Stepochkina, N. A., Levto, V. A. (1974) O ponizhenii tonusa magistral'noj arterii pri perifericheskoj vazodilatatsii [About the decrease in the tone of the main artery during peripheral vasodilation]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 60, no. 4, pp. 603–612. (In Russian)
- Tkachenko, B. I., Levto, V. A. (1984) Sravnitel'naya kharakteristika reaksij organnykh sosudov [Comparative characteristics of organ vascular reactions]. In: B. I. Tkachenko (ed.). *Fiziologiya krovoobrashcheniya: Fiziologiya sosudistoj sistemy [Physiology of blood circulation: Physiology of the vascular system]*. Leningrad: Nauka Publ., pp. 576–601. (In Russian)
- Tkachenko, B. I., Levto, V. A. (1986) Printsipy regulyatsii krovoobrashcheniya [Principles of blood circulation regulation]. In: B. I. Tkachenko (ed.). *Fiziologiya krovoobrashcheniya. Regulyatsiya krovoobrashcheniya [Physiology of blood circulation. Regulation of blood circulation]*. Leningrad: Nauka Publ., pp. 5–11. (In Russian)
- Tkachenko, B. I., Teplov, S. I., Levto, V. A. (1984) Reaksii krovenosnykh sosudov kak otrazhenie printsipov organizatsii sistemnogo i organnogo krovoobrashcheniya [Reactions of blood vessels as a reflection of the principles of organization of systemic and organ circulation]. In: B. I. Tkachenko (ed.). *Rukovodstvo po fiziologii. Fiziologiya krovoobrashcheniya. Fiziologiya sosudistoj sistemy [Guide to Physiology. Physiology of blood circulation. Physiology of the vascular system]*. Leningrad: Nauka Publ., pp. 337–351. (In Russian)
- Tukhvatulin, R. T., Levto, V. A., Shuvaeva, V. N., Shadrina, N. Kh. (1986) Agregatsiya eritrotsitov v krovi, pomeshchennoj v makro- i mikrokyuvety [Aggregation of erythrocytes in blood placed in macro- and microcuvettes]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 72, no. 6, pp. 775–784. (In Russian)
- Vasil'eva, L. I., Vil'de, L. A., Levto, V. A., Shustova, N. Ya. (1977) Sootnoshenie metabolicheskikh i gemodinamicheskikh kharakteristik pri izometricheskikh tetanusakh ikronozhnoj myshtsy koshek [The relationship between metabolic and hemodynamic characteristics in isometric tetanus of the gastrocnemius muscle of cats]. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vol. 63, no. 8, pp. 1117–1127. (In Russian)
- Zelikson, B. B., Levto, V. A., Shadrina, N. Kh. (1975) Opticheskie i elektricheskie metody kosvennogo izucheniya reologicheskikh svojstv krovi [Optical and electrical methods for indirectly studying the rheological properties of blood]. *Trudy Rzhskogo NII travmatologii i ortopedii*, no. 13, pp. 188–193. (In Russian)