

МАКРО- И МИКРОМОРФОЛОГИЯ

УДК 616.37–002

Оригинальная статья

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛАЗЕРНОЙ СПЕКЛ-ВИЗУАЛИЗАЦИИ КРОВОТОКА И МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ТКАНЯХ ПРИ ПОЛНОЙ ВРЕМЕННОЙ ЛОКАЛЬНОЙ ИШЕМИИ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Д. А. Александров — ГБОУ ВПО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, профессор кафедры хирургии и онкологии ФПК и ППС, профессор, доктор медицинских наук; **П. А. Тимошина** — ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского», инженер кафедры оптики и биофотоники, аспирант; **В. В. Тучин** — ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского», заведующий кафедрой оптики и биофотоники, заслуженный деятель науки РФ, профессор, доктор физико-математических наук; **Г. Н. Маслякова** — ГБОУ ВПО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, заведующая кафедрой патологической анатомии, профессор, доктор медицинских наук; **Т. В. Палатова** — ГБОУ ВПО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, ассистент кафедры патологической анатомии, аспирант; **А. А. Скороход** — ГБОУ ВПО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, кафедра хирургии и онкологии ФПК и ППС, врач-интерн; **К. А. Лукашевич** — ГБОУ ВПО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, кафедра хирургии и онкологии ФПК и ППС, врач-ординатор; **А. С. Яровой** — ГБОУ ВПО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, кафедра хирургии и онкологии ФПК и ППС, врач-ординатор.

DYNAMICS OF LASER SPECKLE IMAGING OF BLOOD FLOW AND MORPHOLOGICAL CHANGES IN TISSUES IN FULL TIME LOCAL ISCHEMIA OF PANCREAS

D. A. Alexandrov — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Department of Surgery and Oncology of Raising Skills Faculty, Professor, Doctor of Medical Science; **P. A. Timoshina** — Saratov State University n.a. N. G. Chernyshevsky, Department of Optics and Biophotonics, Post-graduate; **V. V. Tuchin** — Saratov State University n.a. N. G. Chernyshevsky, Head of Department of Optics and Biophotonics, Professor, Doctor of Physical and Mathematical Science; **G. N. Maslyakova** — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Head of Department of Pathological Anatomy, Professor, Doctor of Medical Science; **T. V. Palatova** — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Department of Pathological Anatomy, Assistant Professor; **A. A. Skorokhod** — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Department of Surgery and Oncology of Raising Skills Faculty; **K. A. Lukashevich** — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Department of Surgery and Oncology of Raising Skills Faculty, Resident; **A. S. Yarovoy** — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Department of Surgery and Oncology of Raising Skills Faculty, Resident.

Дата поступления — 22.09.2014 г.

Дата принятия в печать — 28.11.2014 г.

Александров Д. А., Тимошина П. А., Тучин В. В., Маслякова Г. Н., Палатова Т. В., Скороход А. А., Лукашевич К. А., Яровой А. С. Динамика показателей лазерной спекл-визуализации кровотока и морфологических изменений в тканях при полной временной локальной ишемии поджелудочной железы. Саратовский научно-медицинский журнал 2014; 10 (4): 596–600.

Цель: при помощи лазерной спекл-визуализации и прижизненной цифровой микроскопии установить влияние полной ишемии разной длительности и последующей реперфузии на развитие патологии в поджелудочной железе крыс. **Материал и методы.** Работа выполнена на 42 белых крысах линии Wistar массой 200–250 г. Исследование свойств кровотока производилось с помощью методов лазерной доплеровской флоурометрии, цифровой биомикроскопии и методом лазерной спекл-контрастной визуализации. **Результаты.** После прекращения 5-минутной полной ишемии отмечается увеличение скорости кровотока в 2–3 раза, клиника панкреонекроза не развивается. После прекращения 20-минутной полной ишемии не происходило увеличение скорости кровотока, появлялись морфологические и клинические признаки панкреонекроза. **Заключение.** Продемонстрирована эффективность мониторинга микроциркуляции поджелудочной железы крыс методом спекл-капилляроскопии полного поля. Выявлены разнонаправленные фазные изменения перфузии в поджелудочной железе после обратимого нарушения кровоснабжения разной длительности.

Ключевые слова: поджелудочная железа, реперфузия, спекл-визуализация.

Alexandrov DA, Timoshina PA, Tuchin VV, Maslyakova GN, Palatova TV, Skorokhod AA, Lukashevich KA, Yarovoy AS. Dynamics of laser speckle imaging of blood flow and morphological changes in tissues with a full time local ischemia of pancreas. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2014; 10 (4): 596–600.

The purpose: to establish influence of a full ischemia of different duration and the subsequent reperfusion on pathology development in pancreas of rats by means of laser speckle-visualization and lifetime digital microscopy. **Materials and Methods.** The work has been performed on 42 white rats of line Wistar in weight of 200–250 g. Research of properties

of a blood-groove was made by means of methods laser Doppler flowmetry, digital biomicroscopy and a method of laser speckle-contrast visualization. *Results.* After the termination of a 5-minute full ischemia the speed of bloodflow has been increased in 2–3 times, clinic pancreatic necrosis is marked does not develop. After the termination of 20-minute full ischemia the increase in speed of a bloodflow did not occur, there were morphological and clinical signs of pancreatic necrosis. *Conclusion.* The efficiency of monitoring of microhemodynamics of pancreas in rats by the method of speckle-capillary of full field has been shown. Multidirectional phase of perfusion changes in pancreas have been revealed after reversible infringement of blood supply of different duration.

Key words: pancreas, reperfusion, speckle imaging.

Введение. Нарушения микрогемодинамики играют центральную патогенетическую роль в развитии и прогрессировании острого панкреатита [1–4].

Ишемически-реперфузионное повреждение поджелудочной железы является доказанной причиной посттрансплантационного панкреатита, возникающего с частотой от 17 до 88% [5–7]. Роль ишемии-реперфузии при других этиологических вариантах острого панкреатита нуждается в изучении. Панкреатическая ишемия и реперфузия в эксперименте приводит к изменениям, характерным для острого панкреатита [8, 9]. Наибольшие изменения в ткани поджелудочной железы происходят на пятые сутки реперфузии [10].

В настоящее время к наиболее эффективным методам определения основных параметров микроциркуляции относятся методы динамического рассеяния света (ДРС) — лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ) и спекл-визуализация [11–13].

Цель исследования: в экспериментах с лабораторными животными при помощи лазерной спекл-визуализации и прижизненной цифровой микроскопии установить влияние полной ишемии разной длительности и последующей реперфузии на развитие патологии в поджелудочной железе.

Задачи исследования:

— в эксперименте использовать методы лазерной спекл-визуализации и прижизненной цифровой микроскопии для оценки кровотока в ткани поджелудочной железы крыс в норме, при локальном нарушении и восстановлении кровообращения;

— изучить различия динамики восстановленного кровотока в микрососудах поджелудочной железы в различные сроки после локальной полной ишемии железы на 5 и 20 минут;

— изучить морфологические изменения в тканях поджелудочной железы в различные сроки после локальной полной ишемии железы на 5 и 20 минут.

Материал и методы. Работа выполнена на 42 белых крысах линии Wistar массой 200–250 г. Все манипуляции на животных проведены в строгом соответствии с «Правилами проведения качественных клинических испытаний в РФ» (утв. МЗ РФ и введены в действие с 1 января 1999 г.), приложением 3 к приказу МЗ СССР № 755 от 10.08.1977, положениями Хельсинкской декларации (2000 г.) и рекомендациями, содержащимися в Директивах Европейского Сообщества (№ 86/609ЕС).

Под общим обезболиванием раствором золетила (0,2 мл), в условиях максимально приближенных к асептическим, производилась срединная лапаротомия. Наружу выводился органокомплекс, визуализировалась поджелудочная железа. Препарат помещался на манипуляционный столик, выбиралась зона контроля кровотока, последняя маркировалась нейлоновой нитью 9–0 черного цвета для облегчения последующего поиска данной области. Через перфорации в столике над сосудистым пучком, кровоснаб-

жающим маркированную область, накладывалась лигатура капроновой нитью № 4. Животное помещалось под оптическую систему для визуализации маркированной области и регистрации кровотока. Выполнялось пережатие лигированного сосуда с параллельной регистрацией кровотока. Исследование свойств кровотока производилось с помощью методов лазерной доплеровской флоуметрии и биомикроскопии. После пережатия вновь производилась регистрация кровотока. Эксперимент завершался. Органокомплекс помещался в брюшную полость. Послеоперационная рана ушивалась. Внутримышечно вводилось 5 мг цефтриаксона (0,1 мл 5% р-ра).

Исследование свойств кровотока производилось с помощью методов лазерной доплеровской флоуметрии, цифровой биомикроскопии и методом лазерной спекл-контрастной визуализации. Метод лазерной спекл-контрастной визуализации является неинвазивным бесконтактным методом, который позволяет визуализировать кровотоки в режиме реального времени без сканирования лазерного луча. Данный метод основан на анализе контраста усредненных по времени спекл-модулированных изображений. В зависимости от степени движения эритроцитов в отображаемой области уровень размытия спекл-картины будет отличаться, в данном случае контраст спекл-изображений обратно пропорционален скорости движения эритроцитов, т.е. чем больше скорость, тем меньше контраст и наоборот. Контраст спекл-изображений рассчитывается по формуле

$$V = \sigma(T) / \langle I \rangle ,$$

где $\sigma(T)$ и $\langle I \rangle$ — соответственно среднеквадратичное значение пространственных флуктуаций и среднее значение яркости регистрируемого спекл-модулированного изображения, T — время усреднения (время экспозиции, используемое в процессе регистрации). В спекл-контрастном методе визуализации вариаций микрогемодинамики в поверхностных слоях поджелудочной железы крыс при блокировании кровотока путем пережатия кровеносных сосудов с последующим восстановлением кровотока (реперфузия) использовался лабораторный образец спекл-капилляроскопа полного поля. Экспериментальная установка позволяла проводить регистрацию изображений одного и того же участка образца как в когерентном свете (освещение лазером), так и при некогерентном освещении (светодиоды) без механической перенастройки. Использование некогерентного освещения позволило проводить микроскопическую визуализацию потока эритроцитов и «прямое» измерение их скорости для дополнительного контроля скорости кровотока путем оценки смещения положения эритроцита на полученных микроскопических видеозаписях с течением времени после проведения эксперимента.

В связи с тем что в конечном итоге объектом исследований является кровотоки, для спекл-визуализации использовался красный He-Ne-лазер

Ответственный автор — Александров Денис Анатольевич
Тел.: +7 (987) 8230609,
E-mail: denirov@bk.ru

с длиной волны 633 нм, на которой наблюдается существенное рассеяние зондируемого излучения эритроцитами. Для микроскопических исследований применялись светодиоды (центральная длина волны ~517 нм), что обусловлено высоким поглощением крови в данной спектральной области и, таким образом, приводит к увеличению контрастности изображений. Для регистрации использовалась монохромная камера Basler A602f (в режиме 8-битного цвета с 256 градациями яркости и размером кадра до 656×491 пикселей).

Материал для гистологических исследований фиксировали в 10%-ном растворе формалина, обезживали набором спиртов возрастающей концентрации, затем заливали парафином. Срезы толщиной 5–10 мкм готовили с помощью санного микротомы с подъемным объектодержателем по наклонной плоскости. Срезы окрашивали гематоксилином и эозином.

Лабораторные крысы были разделены на 6 групп. В первой группе (5 подопытных животных) исследовали исходный кровоток и его значения через 5 и 20 минут исследования, а также через сутки после начала опыта. Во второй группе (5 животных) исследовали исходный кровоток и его значения через 5 и 20 минут исследования, а также на пятые сутки после начала опыта. Третью группу (8 крыс) исследовали до ишемии, непосредственно после ишемии длительностью 5 минут и через сутки. Четвертую группу (8 животных) исследовали до ишемии, непосредственно после ишемии длительностью 5 минут и на пятые сутки эксперимента. Для пятой группы (8 крыс) длительность ишемии составляла 20 минут, измерения проводились до ишемии, сразу после восстановления кровотока и через сутки после этого. В шестой

группе (8 животных) измерения проводили до ишемии, непосредственно после ишемии длительностью 20 минут и на пятые сутки эксперимента.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием пакета прикладных программ Statistica for Windows 6.0. Для определения значимости различий между исследуемыми параметрами, исходные данные имели нормальное распределение, использовали критерий Стьюдента. Различия считали значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. Результаты измерений усредненного по времени контраста спеклов в контрольных группах животных представлены в табл. 1.

Некоторое нарастание контраста спеклов и соответствующее снижение скорости кровотока (перфузии) в начале эксперимента объясняется воздействием факторов, связанных с извлечением органа из брюшной полости. Однако эти изменения не являются статистически значимыми и в дальнейшем с течением времени эксперимента практически не проявляются.

Результаты измерений усредненного по времени контраста спеклов в основных группах животных представлены в табл. 2.

В третьей группе (ишемия 5 мин) до пятых суток исследования дожили все животные. Гистологически у них в ткани поджелудочной железы появлялись отек стромы, неравномерное кровенаполнение сосудов, единичные кровоизлияния, феномен сепарации, мелкие очаги некроза. В шестой группе (ишемия 20 мин) половина животных погибла от панкреонекроза (4 крысы) на 3–4-е сутки эксперимента. Среди выживших животных на 5-е сутки гистологически наряду с нарушениями кровообращения отмечался лейкостаз

Таблица 1

Показатели усредненного по времени контраста спеклов в контрольных группах животных

Группа	n	<V> без воздействия	<V> через 5 минут	<V> через 20 минут	<V> через 1 день	<V> через 5 дней
Первая	5	0,262±0,032	0,281±0,021	0,282±0,012	0,280±0,022	
Вторая	5	0,264±0,031	0,282±0,022	0,283±0,011		0,267±0,019

Таблица 2

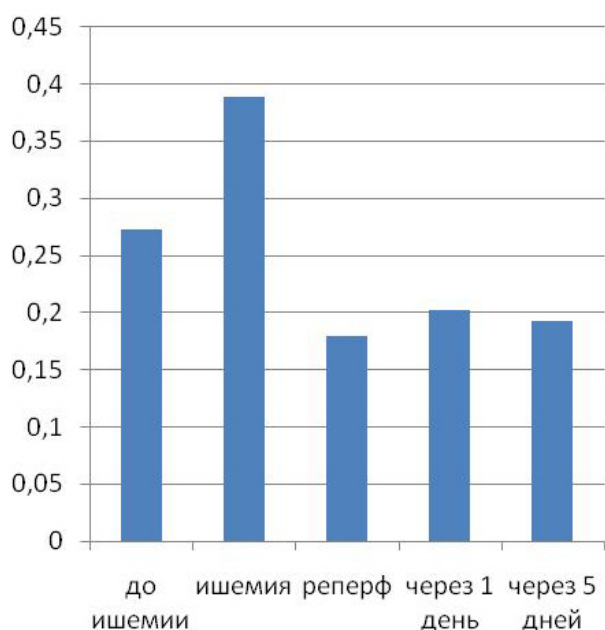
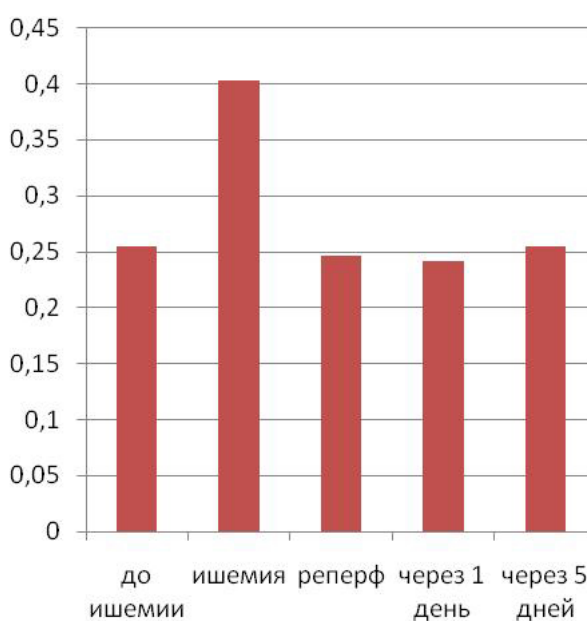
Показатели усредненного по времени контраста спеклов в исследованных группах животных

№ группы	Длительность полной ишемии, мин	n	<V> без воздействия	<V> полная ишемия	<V> реперфузия	<V> Через 1 день	<V> Через 5 дней
3	5	8	0,259±0,032	0,376±0,038	0,198±0,022	0,202±0,027	
4	5	8	0,290±0,028	0,404±0,034	0,179±0,019		0,193±0,020
5	20	8	0,254±0,022	0,4±0,029	0,252±0,024	0,242±0,018	
6	20	8	0,257±0,026	0,405±0,033	0,235±0,021		0,225±0,022

Таблица 3

Объединенные результаты показателей усредненного по времени контраста спеклов у животных с ишемией 5 и 20 минут

Длительность полной ишемии, мин	n	<V> без воздействия	<V> полная ишемия	<V> реперфузия	<V> Через 1 день	<V> Через 5 дней
5	16	0,273±0,026	0,389±0,026	0,180±0,026	0,202±0,026	0,193±0,026
20	16	0,255±0,026	0,403±0,026	0,247±0,026	0,242±0,026	0,255±0,026

Ишемия 5 мин**Ишемия 20 мин**

Сравнительная динамика показателей усредненного по времени контраста спеклов в группах животных с экспериментальной ишемией разной длительности и последующей реперфузией

с лейкодиapedезом в строму, развитие распространенных очагов некроза.

В табл. 3 представлены объединенные результаты показателей усредненного по времени контраста спеклов в группах животных с ишемией 5 и 20 минут.

Объединенные результаты показателей усредненного по времени контраста спеклов у животных с ишемией 5 и 20 минут

На рисунке наглядно представлена сравнительная динамика показателей усредненного по времени контраста спеклов в группах животных с экспериментальной ишемией разной длительности и последующей реперфузией.

Обсуждение. Длительность ишемии поджелудочной железы влияет на вектор направленности реперфузионных изменений. После прекращения ишемизации поджелудочной железы длительностью 5 минут значения контраста спеклов статистически значимо меньше исходных, а следовательно, относительная скорость кровотока больше исходной, что соответствует представлениям о реактивной гиперемии в органе при реперфузии. После прекращения ишемизации поджелудочной железы длительностью 20 мин значения контраста спеклов останавливаются на исходных значениях, что соответствует отсутствию реактивной гиперемии. При этом половина животных погибает в первые 3–4 суток от панкреонекроза.

Заключение. С помощью предложенной методики продемонстрирована эффективность мониторинга микрогемодинамики поджелудочной железы крыс методом спекл-капилляроскопии полного поля. Контраст усредненных по времени динамических спеклов, используемый в качестве диагностического параметра, характеризуется достаточно высокой чувствительностью к изменениям кровотока в органе и может эффективно использоваться для дальнейших исследований в этой области.

Выявлены фазные изменения средней перфузии в поджелудочной железе после обратимого наруше-

ния ее кровоснабжения, что требует дальнейшего изучения влияния реперфузионных процессов на возникновение хирургической патологии в поджелудочной железе. После пятиминутной ишемии возникает реактивная гиперемия, клинические и морфологические изменения носят обратимый характер. После 20-минутной ишемии реактивной гиперемии нет, клинически и морфологически развивается панкреонекроз, половина животных погибает в первые четверо суток.

Конфликт интересов. Работа выполнена в рамках осуществления научно-исследовательского проекта под руководством ведущего ученого (№ 14. Z50.31.0004), поддержанного Правительством РФ, и при частичной поддержке гранта Президента РФ НШ-703.2014.2.

References (Литература)

1. Vashetko RV, Tolstoy AD, Kurygin AA, et al. Acute pancreatitis and injury of the pancreas. SPb.: Piter, 2000; 320 p. Russian (Вашетко Р.В., Толстой А.Д., Курьгин А.А., Стойко Ю.М., Красногоров В.Б. Острый панкреатит и травмы поджелудочной железы. СПб.: Питер, 2000; 320 с.).
2. Briers JD. Laser Doppler, speckle and related techniques for blood perfusion mapping and imaging. *Physiological Measurement* 2001; 22: 35–66.
3. Goodman JW. Speckle Phenomena in Optical: Theory and Applications Englewood. Colorado: Roberts and Company, 2007.
4. Hoffmann TF, Kübler J, Mebmer K. Bradykinin-Antagonisierung bei Ischämie und Reperfusion des Pankreas Zentralbl. *Chir* 1996; 121: 412–422.
5. Saveliev VS, Buyanov VM, Ognev JV. Acute pancreatitis. M: Medicine, 1983. 240 p. Russian (Савельев В.С., Буянов В.М., Огнев Ю.В. Острый панкреатит. М.: Медицина, 1983; 240 с.).
6. Broe PJ, Zuidema GD, Cameron JL. The role of ischemia in acute pancreatitis: Studies with an isolated perfused canine pancreas *Surgery* 1982; 91: 377–382.
7. Douzdjian V, Abecassis MM, Cooper JL, et al. Incidence, management and significance of surgical complication after pancreatic transplantation. *Surg Gynecol Obstet* 1993; 177: 451–456.

8. Dunn AK, Bolay H, Moskowitz MA, Boas DA. Impact of velocity distribution assumption on simplified laser speckle imaging equation. *J Cereb Blood Flow Metab* 2001; 21: 195–201.

9. Hoffmann TF, Leuderer R, Waldner H, et al. Ischemia reperfusion of the pancreas: a new in vivo model for acute pancreatitis in rats. *Res Exp Med* 1995; 195: 125–144.

10. Fernandes-Cruz L, Sabater L, Gialbert R, et al. Native and graft pancreatitis following combined pancreas-renal transplantation. *Br J Surg* 1993; 80: 1429–1432.

11. Vilensky MA, Agafonov DN, Zimnyakov DA, et al. Speckle-correlation analysis of microcirculation of nail bed. *Quantum electronics* 2011; 41 (4): 324–328. Russian (Виленский М. А., Агафонов Д. Н., Зимняков Д. А. и др. Спекл-корреляционный анализ микроциркуляции ногтевого ложа. *Квантовая электроника* 2011; 41 (4): 324–328).

12. Luo Q, Jiang C, Li P, Cheng H, Wang Z, Wang Z, Tuchin VV. Laser speckleimaging of cerebral blood flow. Chapter 5. In: *Coherent-Domain Optical Methods: Biomedical Diagnostics, Environmental Monitoring and Material Science*, V.1. Ed. by Tuchin V.V., 2nd edition. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, N. Y., 2013; p. 167–211.

13. Büsing M., Hopt U.T., Quacken M., et al. Morphological studies of graft pancreatitis following pancreas transplantation. *Br J Surg* 1993; 80: 1170–1173.

14. Menger MD, Bonkhoff H, Vollmar B. Ischemia-reperfusion-induced pancreatic microvascular injury: An intravital fluorescence microscopic study. *Dig Dig Sci* 1996; 41: 823–830.

15. Slater DN, Bardsley D, Magnall Y, et al. Pancreatic ischemia: sensitivity and reversibility of the changes. *Br J Exp Patol* 1975; 56: 530–536.

УДК 617.586–073.1

Оригинальная статья

ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СТОП ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАХ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

О. В. Коннова — ГБОУ ВПО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, старший преподаватель кафедры анатомии человека, кандидат медицинских наук; **О. Ю. Алешкина** — ГБОУ ВПО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, заведующий кафедрой анатомии человека, профессор, доктор медицинских наук; **В. Н. Николенько** — ГБОУ ВПО «Первый МГМУ им. И. М. Сеченова» Минздрава России, проректор по научной и инновационной деятельности, профессор, доктор медицинских наук.

VARIABILITY OF MORPHOMETRIC PARAMETERS OF FEET IN VARIOUS FORMS OF LOWER EXTREMITIES

O. V. Konnova — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Department of Human Anatomy, Candidate of Medical Science; **O. U. Aleshkina** — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Head of Department of Human Anatomy, Professor, Doctor of Medical Science; **V. N. Nikolenko** — Pro-rector of Science and Innovation, First Sechenov Medical University, Professor, Doctor of Medical Science.

Дата поступления — 17.11.2014 г.

Дата принятия в печать — 28.11.2014 г.

Коннова О. В., Алешкина О. Ю., Николенько В. Н. Изменчивость морфометрических параметров стоп при различных формах нижних конечностей. *Саратовский научно-медицинский журнал* 2014; 10 (4): 600–603.

Цель: определить при различных формах нижних конечностей изменчивость линейных и угловых параметров стоп у девушек 17–19 лет. **Материал и методы.** Объектом исследования являются 242 студентки Саратовского государственного медицинского университета 17–19 лет. Плантография стоп цифровым фотометрическим аппаратно-программным комплексом «Плантовизор» и измерение расстояний между одноуровневыми точками нижних конечностей для выделения их форм являются методами исследования. **Результаты.** Выделено 8 форм нижних конечностей, среди которых в половине процентов встречается вальгусная форма, в единичных — прямая с межколенным просветом и варусная трапецевидная формы нижних конечностей. У всех форм нижних конечностей изучены морфометрические параметры стоп и коэффициенты, имеющие статистически достоверные различия при различных формах нижних конечностей. **Заключение.** Анатомическим обоснованием для проведения оперативной коррекции осевых нарушений голени и доказательством ее влияния на морфофункциональное состояние стоп могут послужить результаты исследования.

Ключевые слова: изменчивость, плантограмма, угловые и линейные параметры стоп, формы нижних конечностей.

Konnova OV, Aleshkina OU, Nikolenko VN. Variability of morphometric parameters of feet in various forms of lower extremities. *Saratov Journal of Medical Scientific Research* 2014; 10 (4): 600–603.

Purpose: to identify the various forms of lower extremities variability of linear and angular parameters of feet in girls aged 17–19 years. **Material and Methods.** The object of the study included 242 students from Saratov State Medical University, 17–19 years. Foot digital plantography photometric device-software complex «Plantvizor» and measuring distances between sibling points of lower extremities to highlight their forms have been used as a method of research. **Results.** 8 forms of lower extremities, among which half per cent occurs in isolated form, valgus-direct from the millenim clearance opening and a trapezoidal shape of lower extremities varus. In all forms of lower extremities morphometric parameters of feet and ratio of statistically significant differences in various forms of lower extremities have been studied. **Conclusion.** Anatomical basis for operational adjustment of axial disorders of tibiae and its influence on morphofunctional state of foot can be resulted from the study.

Key words: variability, plantography, corner and linear parameters of feet, form of lower extremities.

Введение. Для решения многих практических задач спортивной и профилактической медицины,

травматологии и ортопедии важным является знание вариантной анатомии опорно-двигательного аппарата [1–4]. Полученные новые данные о закономерностях формы и конструкции нижних конечностей, в том числе стоп в возрастном аспекте и у различных антропоморфных типов [5–7], послужили анатомии-

Ответственный автор — Коннова Ольга Владимировна
Тел.: (8452) 66-97-65
E-mail: konnova-ov@yandex.ru