

10. The Brief Illness Perception Questionnaire / E. Broadbent et al. *Journal of Psychosomatic Research*. 2006. Vol. 60, № 6. P. 631–637.

#### REFERENCES

1. Solovyeva O. Obesity in patients with severe mental disorders. *Neuronews. Psikhonevrologiya i neyropsihiatriya* 2010; 8 (27): 12-15. [neuronews.com.ua/ru/issue-article-403/](http://neuronews.com.ua/ru/issue-article-403/)

2. Oreski I., Jakovljevic M., Aukst-Margetic B. et al. Comorbidity and multimorbidity in patients with schizophrenia and bipolar disorder: similarities and differences. *Psychiatria Danubina* 2012; 24, № 1: 80-85.

3. Mendelevich B.D., Kuklina A.M. To the question of prevalence of somatic pathology among patients with mental disorders. *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal* 2012; 93 (3): 532-534.

4. Mosolov S.N., Ryvkin P.V., Serditov O.V., Ladyzhinskiy M.Y., Potapov A.V. Metabolic lesion during treatment of patient with schizophrenia. *Russkiy meditsinskiy zhurnal* 2008; 15: 10-28. [http://www.rmj.ru/articles/endokrinologiya/Metabolicheskie\\_narusheniya\\_pri\\_lechenii\\_bolnyh\\_shizofreniy/?50#ixzz44rcusWON](http://www.rmj.ru/articles/endokrinologiya/Metabolicheskie_narusheniya_pri_lechenii_bolnyh_shizofreniy/?50#ixzz44rcusWON)

5. Tandon R. Medical comorbidities of schizophrenia. *Digest of Psychiatry* 2013; 42 (3): 51-55.

6. David J. Castle, Peter F. Buckley, Fiona P. Gaughran *Physical Health and Schizophrenia*. Oxford University Press 2017. 136 p.

7. Yanyshin P.V. Clinical psychodiagnostic of personality. Teaching guide. 2-nd edition, corrected. SPb., Rech, 2007, 320 p.

8. Abramov V.A., Osokina O.I., Studzinskiy O.G., Ushenin S.G. Dia-

gnostic and psychotherapeutic correction of disturbance of awareness of mental illness in the early stages of schizophrenia (methodical recommendations) Kyiv 2011. 29 p.

9. Yaltonsky V.M., Yaltonskaya A.V., Syrota N.A., Moskovchenko D.V. Psychometric characteristics of the Russian-language version of the short questionnaire for the perception of the disease. *Psikhologicheskiye issledovaniya* 2017; 10 (51): 1. URL: <http://psystudy.ru>

10. Broadbent E., Petrie K.J., Main J. et al. The Brief Illness Perception Questionnaire. *Journal of Psychosomatic Research* 2006; 60 (6): 631-637.

Надійшла до редакції 23.10.2018

Рецензент д-р мед. наук,  
проф. К. В. Аїмедов,  
дата рецензії 09.11.2018

УДК 616.717/.718-001:616-005-073.5

О. В. Пономаренко

## ЛАЗЕРНА ДОППЛЕРІВСЬКА ФЛОУМЕТРІЯ ЯК МЕТОД ОЦІНКИ МІКРОГЕМОДИНАМІКИ ШКІРИ В ДІЛЯНЦІ УШКОДЖЕННЯ ПОКРИВНИХ ТКАНИН КІНЦІВОК ПІСЛЯ ТРАВМИ

Запорізький державний медичний університет, Запоріжжя, Україна

УДК 616.717/.718-001:616-005-073.5

О. В. Пономаренко

### ЛАЗЕРНАЯ ДОППЛЕРОВСКАЯ ФЛОУМЕТРИЯ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ МИКРОГЕМОДИНАМИКИ КОЖИ В ОБЛАСТИ ПОВРЕЖДЕНИЯ ПОКРОВНЫХ ТКАНЕЙ КОНЕЧНОСТЕЙ ПОСЛЕ ТРАВМЫ

Запорізький державний медичний університет, Запоріжжя, Україна

Цель работы — исследовать микрогемодинамику кожи в области повреждения покровных тканей конечностей после травмы с использованием лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ).

Выбор способа реконструктивного вмешательства по восстановлению травмированных покровных тканей зависит от размеров, глубины и степени повреждения конечностей, при этом объективная оценка микрогемодинамики методом ЛДФ позволила достоверно прогнозировать возможность послеоперационных осложнений у пациентов.

Полученные показатели перфузии покровных тканей методом ЛДФ свидетельствуют о необходимости детального подхода к выбору объема хирургической коррекции области повреждения и позволяют получить удовлетворительный результат оперативных вмешательств в 98,3 % случаев.

**Ключевые слова:** травма, лазерная доплеровская флоуметрия, микрогемодинамика, область повреждения, конечности.

UDC 616.717/.718-001:616-005-073.5

O. V. Ponomarenko

### DOPPLER LASER FLOWMETRY AS A METHOD OF ESTIMATION OF MICROHEMODYNAMICS OF SKIN IN AREAS OF DAMAGE TO ARTIFICIAL TISSUE AFTER INJURY

Zaporizhzhya State Medical University, Zaporizhzhya, Ukraine

**Objective:** To investigate the microhemodynamics of the skin in the area of damage of the cover tissues of the limbs after trauma using LDF.

**Materials and methods:** the data of this work was analyzed from 144 patients with defects of the body tissues of the extremities, which were divided into 4 groups depending on the size, depth and degree of damage. To study microhemodynamics, a laser analyzer "LAKK-2" was used.

© О. В. Пономаренко, 2018



**Results.** Patients in group I with a separate area of skin and subcutaneous tissue damage to deep fascia did not find a statistically significant difference between the microcirculation of the damaged area and the corresponding area of the contralateral limb, with a slight increase in the M and  $\sigma$  scores with almost unchanged Kv, indicating an increase in perfusion and activation of mechanisms of control of microhemodynamics. The II group of patients with excessive wound surface and soft tissue damage below deep fascia was characterized by an increase in the level of perfusion M with a decrease in the coefficient of variation. Indicators of neurotonus, myotonia remained unchanged. The III group consisted of patients suffering from DPT that arose together or as a result of damage to the osteo-articular apparatus. There was a significant increase in the mean level of perfusion M and a decrease in Kv, an increase in myogenic tone by more than 50%. Group IV included patients with combined or multiple injuries, accompanied by damage to the major vessels, nerves, partial or complete secretion of the limb. Significant changes in microhemodynamics were observed — an increase in perfusion levels M and  $\sigma$ , a pronounced decrease in Kv, an increase in neurogenic tone (more than 50%).

**Conclusions.** 1. The choice of the method of reconstructive intervention to restore injured integumentary tissues depended on the size, depth and extent of damage to the limbs, while an objective assessment of microhemodynamics by the LDF method allowed to predict reliably the possibility of postoperative complications of patients.

2. The obtained parameters of perfusion of integumentary tissues by the method of LDF testify to the necessity of a detailed approach to the choice of the volume of surgical correction of the area of injury and allowed to obtain a satisfactory result of surgical interventions in 98.3% of cases.

**Key words:** trauma, laser Doppler flowmetry, microhemodynamics, damage area, limbs.

Лікування ран травматичного походження належить до актуальних проблем надання медичної допомоги й знаходиться на межі кількох спеціальностей — хірургії, травматології, судинної хірургії. Основою сучасного підходу до лікування поєднаних уражень є виконання повноцінної реконструкції в ділянці ушкодження з відновленням усіх анатомічних і функціональних структур. Виконання цих завдань не завжди можливе, насамперед, у зв'язку з ушкодженням не тільки покривних тканин кінцівок, а й м'язів, магістральних судин і нервів, кісток [1; 8].

У плановій ситуації знання анатомо-функціональних особливостей та гемодинаміки кінцівок робить можливим успішне виконання складних реконструктивних втручань, проте при значному ушкодженні тканин й інфікуванні виникає висока імовірність інфекційно-гнійних ускладнень, ішемії та некрозів клаптів у ділянці реконструкції [4–6]. Адекватний контроль за перебігом ранового процесу, станом переміщених складних клаптів та прийняття важливих тактичних рішень впливають на кінцевий результат не менше, ніж якіс-

не виконання оперативного втручання [7]. Тому питання моніторингу зони ранового дефекту набуває першочергового значення.

Сучасним неінвазивним методом, який дозволяє оцінити мікрогемодинаміку шкіри, є лазерна доплерівська флоуметрія (ЛДФ). Основа методу полягає у зондуванні тканин лазерним випромінюванням. Глибина зондування — 1,5 мм, що характеризує кровообіг у мікроциркуляторному руслі шкіри [2; 3].

Безперечно, вибір способу реконструктивного втручання щодо відновлення травмованих покривних тканин залежить, насамперед, від клінічних даних. Однак об'єктивна оцінка гемодинаміки в ділянці реконструкції дозволяє прогнозувати можливість післяопераційних ускладнень (ішемія, некрози, венозні застої клаптів, розвиток ранової інфекції) [2].

**Мета** роботи — дослідити мікрогемодинаміку шкіри в ділянці ушкодження покривних тканин кінцівок після травми з використанням ЛДФ.

#### Матеріали та методи дослідження

У роботі проаналізовано дані про 144 хворих з дефек-

тами покривних тканин (ДПТ) кінцівок, які виникали в результаті механічних ушкоджень за період 2008–2016 рр. Пацієнтам було виконано 238 операцій з приводу відновлення ушкоджених тканин. Усі хворі були розподілені на 4 групи залежно від розмірів, глибини та ступеня ушкодження м'яких тканин та інших структур кінцівок: I група — 35 (24,3 %) хворих з відокремленою (до 5 см у діаметрі) ділянкою ушкодження шкіри та підлеглих тканин до глибокої фасції, виконано 35 (14,7 %) втручань з відновлення шкіри; II група — 37 (25,7 %) хворих з надвеликою рановою поверхнею й ушкодженням м'яких тканин нижче глибокої фасції, у цій групі виконано 51 (21,4 %) відновну операцію; III група — 40 (27,8 %) постраждалих, у яких ДПТ виникли разом або внаслідок ушкодження кістково-суглобового апарату — 82 (34,5 %) втручання; IV група — 32 (22,2 %) хворих з поєднаною або множинною травмою, що супроводжувалася ушкодженням магістральних судин, нервів, частковим або повним відокремленням кінцівки. У цій групі виконано 70 (29,4 %) реконструкцій ДПТ.



Для вивчення мікрогемодинаміки використовувався двоканальний лазерний аналізатор «ЛАКК-2» з довжиною хвилі променя лазера 0,63 мкм. Оцінка кровообігу здійснювалася за показниками базального кровообігу зі шкіри в ділянці ушкодження кінцівки та на симетричній ділянці здорової кінцівки: М — величина середнього потоку крові або середнє арифметичне значення показника мікроциркуляції (М), яке вимірюється в перфузійних одиницях (пф. од), цей показник прямо пропорційний швидкості руху еритроцитів, кількості функціонуючих капілярів та величині гематокриту в мікросудинах;  $\sigma$  — середнє коливання перфузії або середнє квадратичне відхилення;  $K_v$  — коефіцієнт варіації, який характеризує співвідношення між мінімальною перфузією та середньою перфузією в ділянці тканин, що зондується. Також метод ЛДФ дозволяє ізольовано оцінити міогенний тонус (МТ) та нейрогенний тонус (НТ) мікросудин. При цьому амплітуди осциляцій кровотоку нейрогенного, міогенного походження прямо пов'язані з величинами просвіту мікросудин, а отже, й м'язовим тонусом.

Дослідження хворих виконували в однакових умовах перед плановими хірургічними втручаннями за умов стандартизації ЛДФ, які запропоновані European Contact Dermatitis Society (1994).

Виміри проводили протягом 4 хв у кожній ділянці та зберігали в базі даних. Розрахунки здійснювали за допомогою комп'ютерної програми запису й обробки параметрів мікрогемодинаміки крові (ТОВ НВП «Лазма», версія 2.2.510.512, 2010). Статистичну обробку отриманого матеріалу виконували за допомо-

гою статистичного пакета ліцензійної програми "STATISTICA® for Windows 6.0" (StatSoft Inc., № AXXR712D833214FAN5).

### Результати дослідження та їх обговорення

У пацієнтів I групи з відокремленою (до 5 см у діаметрі) ділянкою ушкодження шкіри та підлеглих тканин до глибокої фасції не виявили статистично вірогідної різниці між показниками мікроциркуляції ушкодженої ділянки та відповідної зони контрлатеральної кінцівки, крім незначного підвищення показників М — з  $(2,59 \pm 0,12)$  пф. од. до  $(2,62 \pm 0,12)$  пф. од. та  $\sigma$  — з  $(1,12 \pm 0,07)$  пф. од. до  $(1,13 \pm 0,06)$  пф. од. при майже незмінному  $K_v$  — з  $(43,01 \pm 1,14)$  % до  $(43,29 \pm 1,08)$  % ( $p < 0,05$ ), що свідчить про підвищення перфузії й активацію механізмів контролю мікрогемодинаміки (табл. 1).

Враховуючи обмеженість дефектів і відсутність ранових поверхонь у функціональних зонах (в проекції суглобів, зги-

нальних поверхонь, зон навантаження тощо), а також показники мікрогемодинаміки в ділянці ушкодження, хворим на етапі закриття дефекту було виконано 35 пластик вільним розщепленим шкірним трансплантатом завтовшки 0,25–0,3 мм та площею до 1 %. Післяопераційних ускладнень не було.

Перевагою цього методу є стійкий результат приживлення, недоліком — ретракція автодермотрансплантата, пігментація шкіри в ділянці реконструкції.

У II групі хворих з надвеликою рановою поверхнею й ушкодженням м'яких тканин нижче глибокої фасції виявлено підвищення рівня перфузії М — з  $(2,28 \pm 0,11)$  пф. од. до  $(2,58 \pm 0,15)$  пф. од. ( $p < 0,05$ ) при зменшенні коефіцієнта варіації  $K_v$  — з  $(43,02 \pm 0,91)$  % до  $(41,65 \pm 0,63)$  пф. од. ( $p < 0,05$ ). Показники НТ, МТ залишалися незмінними (табл. 2).

У зв'язку з погіршенням показників мікроциркуляції у цієї

Таблиця 1

#### Регіонарні флоуметричні показники у пацієнтів I групи, n=35

Показник	Ділянка ушкодження	Відповідна ділянка контрлатеральної кінцівки
М, пф. од.	$2,62 \pm 0,12$	$2,59 \pm 0,12$
$\sigma$ , пф. од.	$1,13 \pm 0,06$	$1,12 \pm 0,07$
$K_v$ , %	$43,29 \pm 1,08^*$	$43,01 \pm 1,14$
НТ	$7,66 \pm 0,35$	$7,69 \pm 0,31$
МТ	$3,87 \pm 0,16$	$3,84 \pm 0,16$

Примітка. У табл. 1–4: \* — відмінності між контрольними ділянками статистично вірогідні ( $p < 0,05$ ).

Таблиця 2

#### Регіонарні флоуметричні показники у пацієнтів II групи, n=37

Показник	Ділянка ушкодження	Відповідна ділянка контрлатеральної кінцівки
М, пф. од.	$2,58 \pm 0,15^*$	$2,28 \pm 0,11$
$\sigma$ , пф. од.	$1,07 \pm 0,06$	$0,99 \pm 0,06$
$K_v$ , %	$41,65 \pm 0,63^*$	$43,02 \pm 0,91$
НТ	$7,64 \pm 0,35$	$7,76 \pm 0,39$
МТ	$3,82 \pm 0,18$	$3,93 \pm 0,17$



групи хворих, що пов'язане зі значним ушкодженням м'яких тканин (м'язи, сухожилки, фасції), підготовка до реконструктивного етапу була тривалою й супроводжувалася етапними некретоміями, дренаванням міжм'язових гематом, висіченням некротичних тканин і рубців.

Пацієнтам з надвеликою площею ушкодження (1 % і більше) у 31 випадку виконано закриття дефектів вільним розщепленим шкірним трансплантатом, що є ще однією з переваг даного методу — необмеженість розміру автодермотрансплантата.

Найкращий функціональний та косметичний результат відмічено при пластиці дефектів клаптями з навколишніх тканин: у 14 випадках — пластика місцевими тканинами, 1 оперативне втручання виконано острівцевим клаптем на периферичній ніжці, 2 — мостоподібними клаптями (клапоть з двома живлячими ніжками), 1 — пластика плоским клаптем з використанням методики дерматензії (3 оперативних втручання). У післяопераційному періоді в 1 хворого на 5-ту добу виник частковий лізис вільного автодермотрансплантата, що потребувало повторної операції.

До III групи включено постраждалих з ДПТ, які виникли разом або внаслідок ушкодження кістково-суглобового апарату. Так, спостерігали значне збільшення середнього рівня перфузії М — із (1,96±0,07) пф. од. у контрольній ділянці до (3,31±0,15) пф. од. (р<0,05) у ділянці ушкодження, що свідчить про зменшення судинного тонузу внаслідок підвищення об'єму кровообігу в артеріолах і венулах, відповідно збільшився показник  $\sigma$ . Клінічно це відповідає зменшенню швидкісних показників у артеріях і порушенню венозного відтоку за рахунок безпосередньо травмування судин у ділянці ранового дефекту або механічного

стискання гематомами, уламками кісток.

Найбільш об'єктивним показником погіршення мікроциркуляції є Kv, який значно зменшився в III групі — з (51,40±3,69) % до (46,33±1,93) %, (р<0,05). Підвищення міогенного тонузу МТ (більше ніж на 50 %) порівняно з контрлатеральною кінцівкою пов'язане з ушкодженням м'яких структур у парарановій ділянці (табл. 3).

Зважаючи на все вищезазначене, основним завданням у пацієнтів цієї групи було максимально швидке закриття ранових дефектів, які є вхідними воротами для розвитку гнійно-інфекційних ускладнень і потенційно можуть призвести до втрати сегмента або всієї кінцівки.

На етапі відновлення покривних тканин у 50 випадках виконано закриття ранових дефектів простим розщепленим шкірним трансплантатом, 5 пластик місцевими тканинами, 1 — острівцевим клаптем на периферичній ніжці, 1 — пластика гострим клаптем, 20 операцій — трубчастим мігруючим класичним клаптем та 5 — плоскими клаптями.

У 1 хворого в післяопераційному періоді виник крайовий ішемічний некроз клаптя, що потребувало додаткової реконструкції ділянки ушкодження з позитивним результатом.

До IV групи включено хворих з поєднаною або множинною травмою, що супроводжувалася ушкодженням магістральних судин, нервів, частковим або повним відокремленням кінцівки. Відповідно визначались такі зміни мікрогемодинаміки: значне підвищення рівня перфузії М — з (2,53±0,06) пф. од. до (3,28±0,19) пф. од. (р<0,05) та  $\sigma$ , виражене зменшення Kv з (42,20±1,56) % до (35,65±1,59) % (р<0,05), тобто відмічається загальне погіршення мікроциркуляції в ділянці ушкодження порівняно із симетричною ділянкою на контрлатеральній кінцівці (табл. 4).

Значне підвищення нейрогенного тонузу НТ (більше ніж на 50 %) порівняно з нетравмованою кінцівкою є наслідком ушкодження вегетативних частин нервів, а також збільшення дії симпатичної іннервації у

Таблиця 3

**Регіонарні флоуметричні показники у пацієнтів III групи, n=40**

Показник	Ділянка ушкодження	Відповідна ділянка контрлатеральної кінцівки
М, пф. од.	3,31±0,15*	1,96±0,07
$\sigma$ , пф. од.	1,52±0,06*	1,06±0,06
Kv, %	46,33±1,93*	51,40±3,69
НТ	5,28±0,32	4,81±0,32
МТ	4,40±0,27	2,40±0,15

Таблиця 4

**Регіонарні флоуметричні показники у пацієнтів IV групи, n=32**

Показник	Ділянка ушкодження	Відповідна ділянка контрлатеральної кінцівки
М, пф. од.	3,28±0,19*	2,53±0,06
$\sigma$ , пф. од.	1,15±0,05	1,07±0,06
Kv, %	35,65±1,59*	42,20±1,56
НТ	6,59±0,45*	3,88±0,23
МТ	3,29±0,23*	1,94±0,11





зв'язку з ушкодженням магістральних судин.

Декомпресійну ламінектомію виконано 3 хворим, у 2 випадках було проведено ревізію периферичних нервів, в 1 — невроліз, в 1 — пластику сидничного нерва, 1 пацієнту — металоспондилідез.

У випадках травмування судин 1 хворому виконано протезування автовеною загальної стегнової артерії, 2 хворим — автовенозне протезування підколінної артерії, у 4 випадках проведено ревізію судинно-нервово пучка, в 1 — з додатковою тромбектомією.

У зв'язку з неможливістю зберегти кінцівку 4 хворим виконано ампутацію.

На етапі відновлення покривних тканин в 31 випадку проведено закриття ранових дефектів простим розщепленим шкірним трансплантатом, у 10 випадках — пластику місцевими тканинами, в 1 — закриття ДПТ виконано острівцевим клаптом на периферичній ніжці, у 2 — пластику плоским клаптом, у 4 — плоскими клаптами, які формували за допомогою методики тканинної дерматензії, 22 операції виконано трубчастим мігруючим класичним клаптом.

У 2 випадках в післяопераційному періоді у хворих з наслідками травми спинного мозку виникла ішемія клаптів, що потребувало хірургічної корекції.

## Висновки

1. Вибір способу реконструктивного втручання для відновлення травмованих покривних тканин залежав від розмірів, глибини та ступеня ушкодження кінцівок, при цьому об'єктивна оцінка мікрогемодинаміки методом ЛДФ дозволила вірогідно прогнозувати можливість післяопераційних ускладнень у пацієнтів.

2. Отримані показники перфузії покривних тканин мето-

дом ЛДФ свідчать про необхідність детального підходу до вибору обсягу хірургічної корекції ділянки ушкодження, що дозволило отримати задовільний результат оперативних втручань у 98,3 % випадків.

**Перспективи подальшого дослідження** знаходяться у сфері оцінки мікрогемодинаміки після хірургічних втручань щодо усунення різних видів дефектів покривних тканин та вибору методу реконструкції тієї чи іншої ранової поверхні.

**Ключові слова:** травма, лазерна доплерівська флоуметрія, мікрогемодинаміка, ділянка ушкодження, кінцівки.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Перцов В. І. Типи пошкодження судинно-нервових структур кінцівок. *Патологія*. 2014. № 2 (31). С. 91–93.

2. Паршикова С. А., Паршиков В. В. Неинвазивные методы мониторинга раневого процесса (обзор литературы). Перспективы их применения в челюстно-лицевой хирургии у детей. *Современные проблемы науки и образования*. 2012. № 2. <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=5840>.

3. Evaluation of a non-invasive monitoring method for free flap breast reconstruction using laser doppler flowmetry and tissue spectrophotometry / Jens Rothenberger M. D. et al. *Microsurgery*. 2013. Vol. 33 (5). P. 350–357.

4. Free tissue transfers in head and neck reconstruction: Complications, outcomes and strategies for management of flap failure: Analysis of 2019 flaps in single institute / Cheng-Chun Wu M. D. et al. *Microsurgery*. 2014. Vol. 34 (5). P. 339–344.

5. Methane-rich saline attenuates ischemia/reperfusion injury of abdominal skin flaps in rats via regulating apoptosis level / Kexin Song et al. *BMC Surgery*. 2015. Vol. 15. P. 92. <https://doi.org/10.1186/s12893-015-0075-4>.

6. Sood M., Glat P. Potential of the SPY intraoperative perfusion assessment system to reduce ischemic complications in immediate postmastectomy breast reconstruction. *Annals of Surgical Innovation and Research*. 2013. Vol. 7. P. 9. <https://doi.org/10.1186/1750-1164-7-9>.

7. Power spectral analysis of the effects of epinephrine, norepinephrine, dobutamine and dexamine on microcirculation following free tissue transfer / A. Karen et al. *Microsurgery*. 2013.

Vol. 33 (4). P. 275–281. <https://doi.org/10.1002/micr.22072>.

8. The Angiosome Concept Evaluated on the Basis of Microperfusion in Critical Limb Ischemia Patients — an Oxygen to See Guided Study / Ulrich Rother et al. *Microcirculation*. 2015. Vol. 22 (8). P. 737–743. <https://doi.org/10.1111/micc.12249>.

## REFERENCES

1. Pertsov I.V. Types of vascular damage-nervous structures of the extremities. *Patologija* 2014; 2(31): 91-93. [in Ukrainian].

2. Parshikova S.A., Parshikov V.V. Non-invasive methods for monitoring the wound process (literature review). Prospects for their use in maxillofacial surgery of children. *Sovremennye problem nauki i obrazovaniia* 2012; 2. doi. science-education.ru/ru/article/view?id=5840. [in Russian].

3. Rothenberger J., Amr A., Schaller H.E., Rahmanian-Schwarz A. Evaluation of a non-invasive monitoring method for free flap breast reconstruction using laser doppler flowmetry and tissue spectrophotometry. *Microsurgery* 2013; 33 (5): 350-357.

4. Cheng-Chun W., Pao-Yuan L., Khong-Yik C., Yur-Ren K. Free tissue transfers in head and neck reconstruction: Complications, outcomes and strategies for management of flap failure: Analysis of 2019 flaps in single institute. *Microsurgery* 2014; 34 (5): 339-344.

5. Song K., Zhang M., Hu J., Liu Y., Liu Yi., Youbin, Ma X. Methane-rich saline attenuates ischemia/reperfusion injury of abdominal skin flaps in rats via regulating apoptosis level. *BMC Surgery* 2015; 15: 92. doi.org/10.1186/s12893-015-0075-4.

6. Sood M, Glat P. Potential of the SPY intraoperative perfusion assessment system to reduce ischemic complications in immediate postmastectomy breast reconstruction. *Annals of Surgical Innovation and Research* 2013; 7: 9. doi. org/10. 1186/1750-1164-7-9.

7. Eley K.A., Young J.D., Watt-Smith S.R. Power spectral analysis of the effects of epinephrine, norepinephrine, dobutamine and dexamine on microcirculation following free tissue transfer *Microsurgery* 2013; 33 (4): 275-281. doi. org/10. 1002/micr. 22072.

8. Rother U., Kapust J., Lang W., Horch R. E., Gefeller O., Meyer A. The Angiosome Concept Evaluated on the Basis of Microperfusion in Critical Limb Ischemia Patients — an Oxygen to See Guided Study. *Microcirculation* 2015; 22 (8): 737-743, doi. org/10. 1111/micc. 12249.

Надійшла до редакції 12.11.2018

Рецензент д-р мед. наук,  
проф. М. А. Каштальян,  
дата рецензії 23.11.2018

