

The obtained results allow to optimize the surgical treatment of patients with fibrous dysplasia, to introduce into practice the latest technologies that significantly improve the quality of life, medical rehabilitation and social adaptation of patients.

**Key words:** fibrous dysplasia, individualized titanium plate, virtual surgical planning, CAD/CAM technology.

**ORCID кожного автора та їх внесок до статті:**

Blesnyuk Zh. V.: 0000-0003-2714-1738 <sup>ABDF</sup>

Likhitsky O. O.: 0000-0002-6132-2869 <sup>CE</sup>

Glushanets V. A.: 0000-0002-2459-2800 <sup>EF</sup>

**Конфлікт інтересів:**

Автори статті підтверджують відсутність конфлікту інтересів.

---

Адреса для кореспонденції

Блеснюк Жанна Вікторівна

КНП «ПРЦО ВОР»

Адреса: Україна, 21003, м. Вінниця, 2й пров. Московський 18

Тел.: +380631039933

E-mail: ganna.blesnuk@gmail.com

---

**A** – концепція роботи та дизайн, **B** – збір та аналіз даних, **C** – відповідальність за статичний аналіз, **D** – написання статті, **E** – критичний огляд, **F** – остаточне затвердження статті.

Стаття надійшла 20.03.2022 року  
Стаття прийнята до друку 09.09.2022 року

DOI 10.29254/2077-4214-2022-3-166-147-159

UDC 611.91+611.92 : 572.544+572.545

<sup>1</sup>Hrytsevych N. R., <sup>2</sup>Vereshchaka V. V., <sup>2</sup>Beregova T. V.

## FEATURES OF THE HEMOMICROCIRCULATION OF THE EYE CONJUNCTIVA IN WOMEN WITH THE METABOLIC SYNDROME

<sup>1</sup>Communal Institution of Higher Education of Lviv Regional Council

"Andrei Krupynskyi Lviv Medical Academy" (Lviv, Ukraine)

<sup>2</sup>Taras Shevchenko National University of Kyiv (Kyiv, Ukraine)

hrytsevych@gmail.com

*Today, metabolic syndrome is registered in almost a quarter of the human population. At the same time, a sharp increase in both surgical interventions in the face and their complications was noted. One of the reasons for the latter can be a violation of hemomicrocirculation in the skin of the face caused by metabolic syndrome. As for the vital structure of vessels of the skin of the face and head in people with metabolic syndrome, their characterization is very superficial due to the methodological difficulties of the examination. In this regard, the work aimed to investigate the state of the vessels of the bulbar conjunctiva of the eye in women with metabolic syndrome for the indirect assessment of changes in the hemomicrocirculatory bed of the skin of the face. The study of the hemomicrocirculation state of the bulbar conjunctiva of the eye in healthy women and women with metabolic syndrome was carried out using a slit lamp Zeiss SL 160 (FRG) with magnification from 1 • 5 to 1 • 50 times and a stereoscopic microscope MSSO (USSR) with a magnification approved by the Ministry of Health Ukrainian methodology. In women with metabolic syndrome, the parallel arrangement of microvessels is disturbed, the frequency of detection of microaneurysms increases. Metabolic syndrome stimulated the development of myogenic dystrophy, caused structural remodeling of microvessels and increased the number of patients with arteriolo-venular anastomoses with trophic disorders in the bulbar conjunctiva, with fresh extravasates and hemosiderin deposition, dystonia of microvessels and precapillary sphincters. Based on microcirculation changes in the bulbar conjunctiva of the eye in women with metabolic syndrome, a conclusion was made about microcirculation disorders in the skin of the face.*

**Key words:** hemomicrocirculation, bulbar conjunctiva of the eye, skin, metabolic syndrome.

**Connection of the publication with planned research works.** The work is a fragment of the SRW "Development of new soft bandages and methods of their application in the treatment of wounds. Applied scientific research.", state registration number 0118U002056.

**Introduction.** Today, metabolic syndrome is not considered as an independent disease. It identifies obese individuals at high risk for cardiovascular disease due to pathogenetically interrelated metabolic disorders, including hypertension, abdominal obesity, dyslipidemia, insulin resistance, glucose intolerance, or diabetes [1,

2]. According to the International Diabetes Federation, metabolic syndrome is registered in about a quarter of the world's human population [3].

At the systemic level, the changes that develop in the body against metabolic syndrome are well studied. We are interested in the works in which the changes registered in the skin against the background of the metabolic syndrome are shown. This is due to the growing number of surgical interventions and the influence of metabolic syndrome on the healing processes of the wound surface. In our opinion, the work of Zhou

et al. is significant. [4], in which it was concluded that a violation in the physiological functioning of the skin could lead to a metabolic syndrome and vice versa, any pathophysiological dysfunction that leads to a loss of metabolic control in the body can cause both skin diseases and a violation of the healing process after various operative interventions. However, this problem is very poorly covered in the literature. In the scientometric database "PubMed" for the search terms "metabolic syndrome and wound healing" 166 works are highlighted, of which no more than 10 correspond to this particular problem. The analysis of these works allows us to state that the healing process is disrupted in people with metabolic syndrome and the number of complications after planned plastic surgery increases [5]. The reason for this may be a change in the hemomicrocirculatory bed of the skin during the development of metabolic syndrome [6, 7]. As for the vital structure of vessels of the skin of the face and head in people with metabolic syndrome, their characterization is very superficial due to the methodological difficulties of the examination.

Since the vessels of the bulbar conjunctiva originate from the branches of the internal carotid artery, the changes that occur in the bulbar conjunctiva vessels reflect the changes in the hemomicrocirculatory bed that occur at the systemic level [8, 9, 10]. The branches of the internal carotid artery also provide the blood supply to the skin of the face. Therefore, changes in the microcirculation of the eye's conjunctiva will correlate with changes in the skin's microcirculation [11].

**The aim of the work** was to investigate the state of the vessels of the bulbar conjunctiva of the eye in women with metabolic syndrome.

**Object and research methods.** 60 women aged 39 to 55 who sought surgical help for cosmetic skin defects were examined. The control group consisted of 30 practically healthy women. Signs of metabolic syndrome were registered in 30 women who were included in the main group. Examinations were conducted following the principles of the Declaration of Helsinki of the World Medical Association "Ethical Principles of Medical Research Involving Human Subjects" (as amended in October 2013). All patients who participated in the examination provided written informed consent.

General clinical, laboratory and instrumental research methods were used in examining patients based on an algorithmic thematic map, including clinical, functional-instrumental and laboratory examination sections.

Signs of insulin resistance were found in the women of the main group: 20% of patients had type II diabetes, 32% of women had fasting hyperglycemia, 48% of patients had impaired glucose tolerance (with a normal level of fasting glycemia ( $<5.5$  mmol/l)). 70% of the patients had a blood pressure level  $\geq 140/90$  mm Hg. The increase in blood pressure was not accompanied by clinical changes in the heart and main vessels. The patients had no signs of percussive hypertrophy of the heart's left ventricle and an accent of the 2nd sound on the aorta. 80% of patients had a body mass index greater than 30 kg/m<sup>2</sup>, and a waist-to-hip ratio greater than 0.9. At the same time, the waist circumference was greater than 80 cm. All women had a triglyceride level greater than 1.7 mmol/l, while the level of high-density lipoproteins was less than 1.0 mmol/l. In 60% of people of the main

group, the albumin/creatinine ratio exceeded 30 mg/g. The revealed anthropometric, instrumental and laboratory changes allowed to establish develop a diagnosis of metabolic syndrome in women of the main group.

Ophthalmological examination showed that no eye fundus pathology was detected in this group's patients. The disc of the optic nerve was pale pink and had clear contours, its diameter was equal to 0.2 – 0.3. The arteriolo-venular ratio of microvessels was 2/3. The peripheral areas of the fundus and the macula visually had no signs of pathology. In order to rule out hidden pathology, an extended clinical and instrumental examination was carried out, which included sonography of the organs of the abdominal cavity and thyroid gland, electrocardiography, and ophthalmoscopy.

Laboratory methods included general clinical blood analysis, blood glucose, Hom's index, glucose tolerance test, glycosylated hemoglobin, determination of total protein, activity of serum transferases (alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase), thymol test, cholesterol content, lipoproteins of different density, bilirubin, C-reactive protein, general clinical analysis of urine. The duration of the examination was from 60 to 80 days.

The hemomicrocirculation state of the bulbar conjunctiva was studied using a Zeiss SL 160 slit lamp (FRG) with magnification from 1 • 5 to 1 • 50 times and a stereoscopic microscope MSSO (USSR) with magnification according to the methodology approved by the Ministry of Health of Ukraine [11].

Violations of the hemomicrocirculatory bed were assessed by vascular changes, which included: violations of the parallelism of the location of microvessels in the bulbar conjunctiva, microaneurysms, sacculations, changes in the diameter of microvessels of the arterial and venous links of the hemomicrocirculatory bed, tortuosity of microvessels (arterioles, venules, capillaries), newly formed vessels, anastomoses, avascular fields, changes in the branching angle of microvessels and their amputation. The diameter of microvessels, the distances between them and their number per unit area were studied using an object micrometer and a calibration grid in the intermediate zone of the bulbar conjunctiva.

The results of the examinations were checked for normality of distribution, after which they were subjected to statistical processing using the Student's t-test.

**Research results and their discussion.** As a result of examinations, it was found that in 20% of women of the control group, the parallelism of the arrangement of microvessels in the bulbar conjunctiva was disturbed. In the main group, a violation of the parallelism of the arrangement of microvessels was found in 60% of patients ( $p < 0.01$ ) (**fig. 1**). We believe that this is a sign of compensatory restructuring of the structure of the vascular bed during the development of metabolic syndrome. Microaneurysms in the main group were found in 60% of patients, and in the control group they were found in only 26.7% ( $p < 0.01$ ) of patients, which indicates changes in the basement membrane in the arterial link of the hemomicrocirculatory bed.

The arteriolo-venular ratio in the bulbar conjunctiva of the main group of patients was 1:3 – 1:4.

Myogenic dystonia, manifested by sacculations of venules (**fig. 2**), was found in 56.7% of patients in the

main group ( $p < 0.01$ ), and in the control group, it was found much less often, namely in 23.3% of women. This indicates blood stasis in the venular link of the hemomicrocirculatory bed and, resulting in overstretching of the vascular wall.

Irregularity of the caliber of arterioles in the bulbar conjunctiva in patients of the main group occurred 2.4 times more often (56.7%,  $p < 0.01$ ) than in women of the control group (23.3%). Changes in the diameter of the microvessels of the arterial and venous links of the hemomicrocirculatory bed are a sign of vascular dystonia due to hemodynamic disorders.

The frequency of arteriolar spasm was found in the experimental group (33.3%), but without statistically significant differences compared to the control group (22.3%,  $P > 0.05$ ).

The total index of tortuosity of arterioles, which included serpentine meandering and corkscrew-like forms, in the experimental group (66.7%) exceeded the similar indicator of the control group (23.3%) by almost 3 times ( $p < 0.001$ ), which indicates structural restructuring microvessels meandering tortuosity of arterioles was most often encountered (75.0% of total indicator values).

The total indicator of the degree of tortuosity of the venules in the experimental group (83.3%) exceeded the similar indicator of the control group (20.0%) by more than 4 times ( $p < 0.001$ ). Serpentine and meandering tortuosity of venules was mainly observed (**fig. 3**).

The total indicator of the degree of capillary tortuosity (83.3%) in the experimental group exceeded the value of the control group by almost 4 times (23.3%,  $p < 0.001$ ). The tortuosity of the capillaries was mainly serpentine (80.0% of the total indicator).

It should be noted that the prevalence of pathological forms of the tortuosity of microvessels of the eye's hemomicrocirculatory bed conjunctiva in patients with metabolic syndrome from serpentine (in most cases) to meander indicates a gradual compensatory restructuring of the microcirculation system in conditions of hypertension. We made this conclusion based on comparing the obtained results with data from the literature, according to which tortuosity is an indicator of compensation for increased blood pressure since the appearance of tortuosity leads to a decrease in the latter [12].

Capillary loops (**fig. 4**) reflected the increase in systemic blood pressure, the frequency of which did not exceed 13.3% in the control group and 46.7% in the experimental group ( $p < 0.01$ ).

Newly formed vessels, which indicate critical systemic changes in microcirculation, were found in 46.7% of cases in the subjects of the research group, which was statistically significantly 4.7 times more than the control (10.0%,  $p < 0.001$ ).

Accelerated discharge of blood from the arterial link to the venous link was characterized by arteriolo-venular anastomoses (**fig. 5**), the number of which in the experimental group (36.7%) compared to the control group (10%,  $p < 0.05$ ) was 3.7 times higher, which was accompanied by a decrease in the number of functioning capillaries, erythrocyte aggregation, and microvascular obliteration.

Avascular fields (**fig. 6**), which indicate significant and irreversible trophic disturbances, were observed in 63.3% of the experimental group and only in 20.0% of

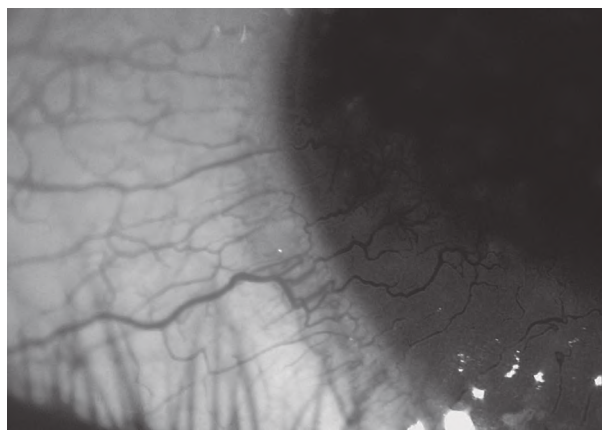


Figure 1 – Bulbar conjunctiva of a 39-year-old woman with metabolic syndrome. Violation of the parallelism of microvessels, spasm of arterioles, meandering tortuosity of arterioles, corkscrew-like tortuosity of venules, decrease in the number of functioning capillaries, avascular fields, cloudy capillaroscopic background, pronounced perivascular edema, extravasates, thrombosis of microvessels. Magnification: 40x.

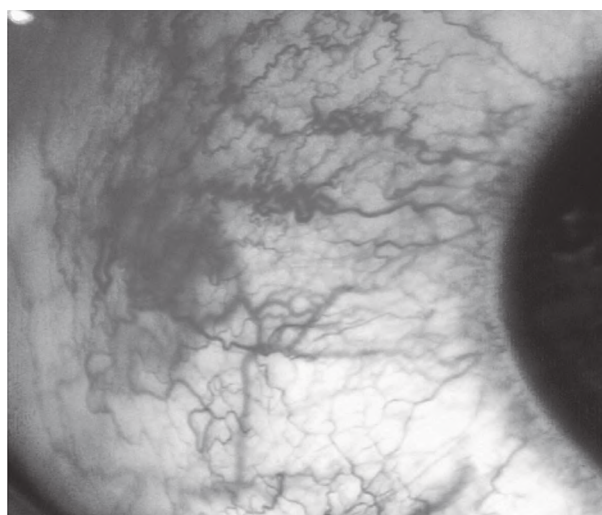


Figure 2 – Bulbar conjunctiva of a 40-year-old woman with metabolic syndrome: irregularity of the caliber of arterioles and venules, microaneurysms, sacculations, spasm of arterioles, a decrease in the number of functioning capillaries, avascular fields, pigmentation of the capillaroscopic background, a large number of arteriolo-venular anastomoses, hemosiderin deposits, thrombosis and stasis of microvessels, focal perivascular edema. Magnification: 30x.

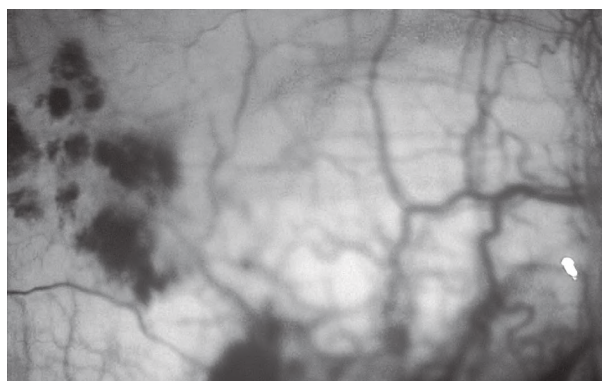


Figure 3 – Bulbar conjunctiva of a 42-year-old woman with metabolic syndrome: meandering tortuosity of venules, portioned blood flow. The arteriolo-venular ratio is 1:3 – 1:5. Magnification: 60x.

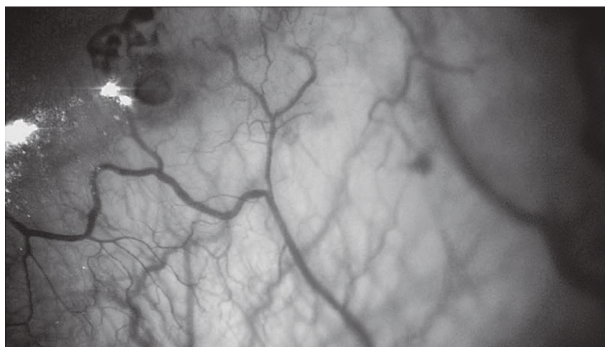


Figure 4 – Bulbar conjunctiva of a 43-year-old woman with metabolic syndrome: microaneurysms, venous sacculations, newly formed vessels, a large number of arteriolo-venular anastomoses, loops and corners of capillaries, a decrease in the number of functioning capillaries, avascular fields, cloudy capillaroscopic background, blurring of the contours of microvessels, focal perivascular edema, stasis and thrombosis of microvessels of the hemomicrocirculatory bed. Magnification: 60x.

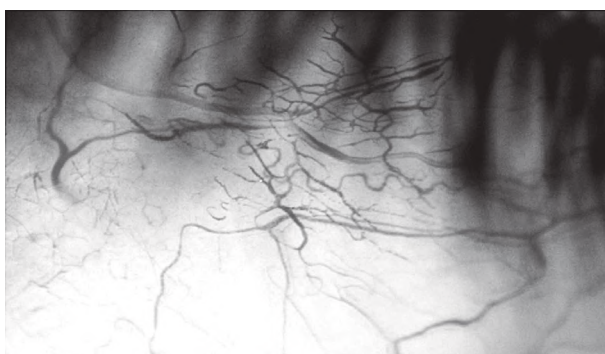


Figure 5 – Bulbar conjunctiva of a 42-year-old woman with metabolic syndrome. Serpentine tortuosity of venules and capillaries, a large number of arteriolo-venular anastomoses, cloudy capillaroscopic background, blurring of microvessel contours, focal perivascular edema, stasis and thrombosis of microvessels of the hemomicrocirculatory channel. The arteriolo-venular ratio is 1:3 – 1:4. Magnification: 60x.

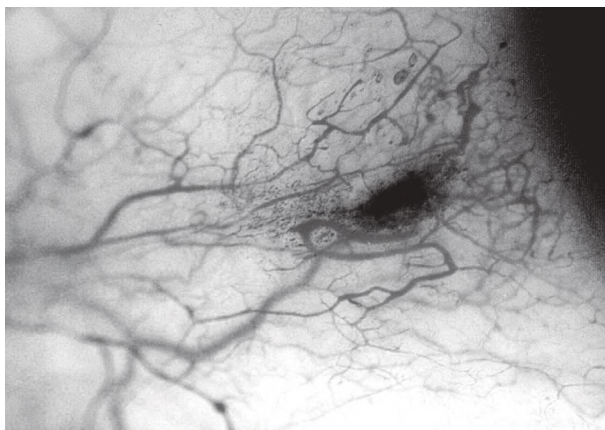


Figure 6 – Bulbar conjunctiva of a 43-year-old woman with metabolic syndrome. Spasm of arterioles, many arteriolo-venular anastomoses, a decrease in the number of functioning capillaries, avascular fields, a cloudy capillaroscopic background, blurred contours of microvessels, focal perivascular edema. The arteriolo-venular ratio is 1:3 – 1:4. Magnification: 50x.

the control group ( $p < 0.001$ ). Our results are consistent with the data of other authors, who believe that the appearance of avascular appearance and capillary angles is evidence of severe morphological changes in the microcirculation system [9].

In patients of the control group, capillary angles in the bulbar conjunctiva were found in 20.0% of the ex-

amined, and in the experimental group, they were registered in 43.3% ( $p < 0.05$ ) of patients. This pathological phenomenon indicates a pronounced structural rearrangement of the vascular bed and trophic changes in body tissues.

As can be seen from **table 1**, the arteriolo-venular ratio of perilimbal and intermediate vessels and bulbar conjunctival zones in women with metabolic syndrome increased by 26.8% ( $p < 0.05$ ) and 29.0% ( $p < 0.05$ ), respectively.

**Table 1 – Arteriolo-venular ratio of prelimbal and intermediate vessels and areas of the bulbar conjunctiva in practically healthy women and persons with signs of metabolic syndrome ( $M \pm m$ ;  $n=30$ )**

Groups	Intermediate zone	Prelimbal zone
Control	0,41 ± 0,02	0,52 ± 0,02*
Main	0,31 ± 0,02	0,40 ± 0,01*

Note: \* –  $p < 0,05$ .

The diameter of perilimbal arterioles and perilimbal venules in women with metabolic syndrome did not undergo statistically significant changes, only a tendency to their increase was observed (**table 2**).

The capillaroscopic background of the bulbar conjunctiva is a marker of the microvessels' permeability and the interstitial space's state. In the experimental group, the blurring capillaroscopic background (**fig. 7**) occurred in 40.0%, and in control only in 16.7%, which caused statistically significant differences ( $P < 0.05$ ).

**Table 2 – Morphometry of prelimbal arterioles and venules ( $\mu m$ ) in practically healthy women and persons with signs of metabolic syndrome ( $M \pm m$ ;  $n=30$ )**

Groups	Prelimbal arterioles	Prelimbal venules
Control	14,51±0,41	29,5±0,34
Main	13,60±0,41	33,08±0,28

The contours of microvessels were blurred in 40.0% of the subjects of the experimental group, and in only 10.0% of the control subjects ( $P < 0.01$ ), which indicates densitometric changes in the perivascular space due to its compaction.

Perivascular edema, which is a marker of impaired diffusion through the wall of microvessels (**fig. 8**), was found in all 56.7% of patients, and in controls only in 20.0% of cases ( $P < 0.01$ ).

Fresh extravasates were identified in women of the experimental group in 53.3%, and in control only in 26.7% ( $P < 0.05$ ). This indicates a violation of the permeability of microvessels. At the same time, the deposition of hemosiderin (**fig. 9**), which is a marker of previous hemorrhages, was detected in the conjunctiva of the subjects of the experimental group in 40.0%, and in the control group in 16.7% ( $P < 0.01$ ). Pigmentation of the capillaroscopic background, which was found in 56.7% of cases and exceeded the value of this control indicator by almost 3 times (23.3%,  $P < 0.01$ ), also indicated the degree of hemoglobin breakdown.

Axial homogeneous blood flow, which is physiological, was 70.0% in control, and did not exceed 20.0% in the experimental group subjects ( $P < 0.05$ ). Pathological types of blood flow were found to be close- (13.3%) and large-grained (16.7%), thick (10%), portioned with liquid (3.3%) and frequent (16.7%) portions of blood, as well as blood flow in the form of coin columns (10%)

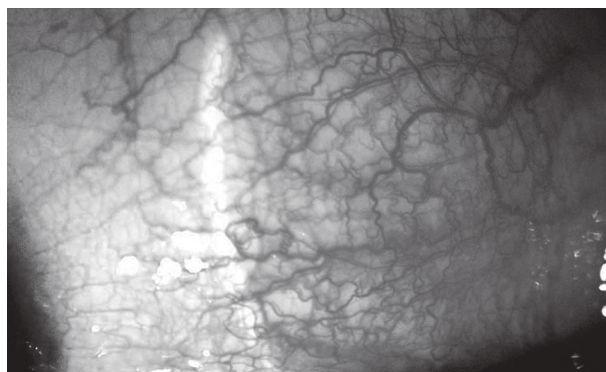


Figure 7 – Blurry capillaroscopic background, pronounced perivascular edema, microhemorrhages, thrombosis of microvessels. The arteriolo-venular ratio is 1/3 – 1/4. Bulbar conjunctiva of a 40-year-old woman with metabolic syndrome. Magnification: 40x.

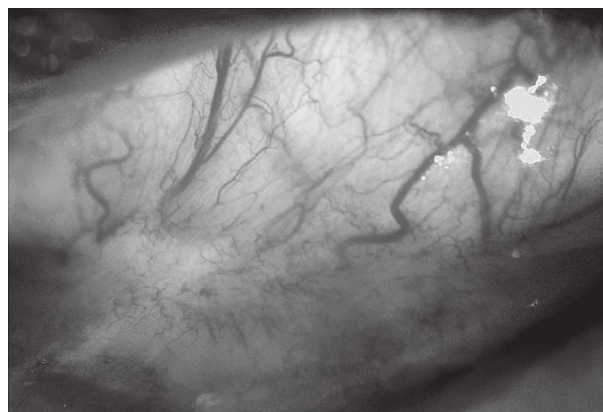


Figure 8 – Blurred contours of microvessels, focal perivascular edema, a large number of arteriolo-venular anastomoses, amputations of arterioles. The arteriolo-venular ratio is 1/3 – 1/4. Bulbar conjunctiva of a 37-year-old woman with metabolic syndrome. Magnification: 40x.

and blood flow with stops (10%). In our opinion, changes in microvessels' rheology are caused by dystonia of microvessels and precapillary sphincters and venular resistance (fig. 10).

The speed of blood flow is the hydrodynamic basis of the metabolism of microvessels, it reflects the transport function of hemocapillaries and transcapillary exchange. The blood flow rate was determined in capillaries of 3  $\mu\text{m}$  – 5  $\mu\text{m}$ , which removes the influence of the hematocrit and the shape of erythrocytes.

In the subjects of the control group, the mean velocity of the blood flow was 70.0%. In contrast to the control, the mean velocity of blood flow in subjects of the experimental group did not exceed 40%, which led to statistical differences ( $P < 0.05$ ). Violations of hemodynamics were manifested by fast (20%) and slow (10%) blood movement, blood flow with stops (30%). Stasis of microvessels prevailed in venules (26.7%) and capillaries (33.3%), and did not exceed 6.7% in arterioles. Thus, the total value of this indicator was 66.7%, which was more than 3 times higher than the control (20.0%,  $P < 0.001$ ).

In persons of III group, stasis of microvessels was present in arterioles (6.7%). Wall aggregates of microvessels were identified in arterioles (23.3%) and venules (46.7%). In control, the total percentage did not exceed 20, which caused statistically significant differences with the experimental group ( $P < 0.01$ ). Thrombosis of microvessels was detected mainly in capillaries, whose number was 50.0%, and in healthy individuals,

this indicator was 5 times smaller and did not exceed 10% ( $P < 0.001$ ).

Systemic microcirculation changes are also confirmed by the analysis of the average values of the integral capillaroscopic indicator of the bulbar conjunctiva – the capillaroscopic index, which in control was  $14.80 \pm 0.55$ , and in the main group, it increased to  $24.1 \pm 0.61$  ( $p < 0.001$ ). i.e. 1.6 times.

So, for the first time, changes in the hemomicrocirculation of the bulbar conjunctiva of the eye of women against the background of metabolic syndrome are carefully described in work. This may reflect the state of microcirculation in the scalp, including the face. It should be noted that other authors believe that the assessment of biomicroscopy of the bulbar conjunctiva is the only functional reflection of microcirculation not only at the level of the organism as a whole but also of the nasal cavity, in particular since the blood supply of the nasal cavity and the conjunctiva of the eye is carried out from the external and internal system carotid arteries [13].

**Conclusions.** In women with metabolic syndrome, significant changes in the hemomicrocirculation of the bulbar conjunctiva of the eye were found, which was manifested in a violation of the parallelism of the arrangement of microvessels, a significant increase in the frequency of detection of microaneurysms, the development of myogenic dystrophy, and an increase in the number of patients with signs of vascular dystonia and

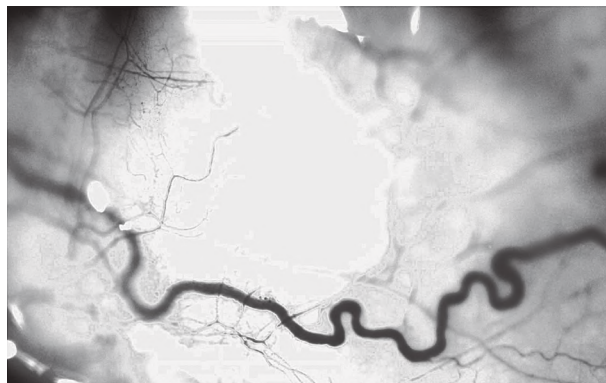


Figure 9 – Violation of parallelism of microvessels, spasm of arterioles, decrease in the number of functioning capillaries, avascular fields, extravasates, pigmentation of the capillaroscopic background, deposition of hemosiderin. The arteriolo-venular ratio is 1/3 – 1/5. Bulbar conjunctiva of a 40-year-old woman with metabolic syndrome. Magnification: 40x.

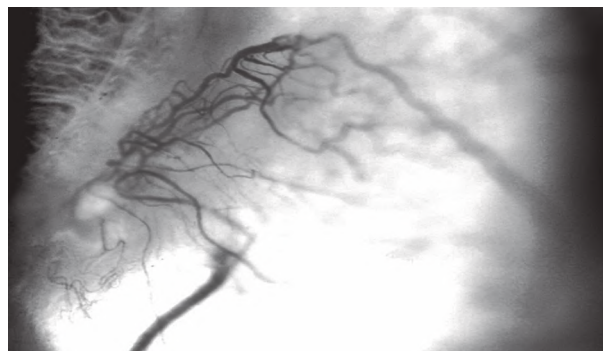


Figure 10 – Violation of the parallelism of microvessels, uneven caliber of arterioles and venules, spasm of arterioles, decrease in the number of functioning capillaries, avascular fields, pigmentation of the capillary background, blurry capillary background, thrombosis and stasis of microvessels. The arteriolo-venular ratio is 1/3 – 1/4. Bulbar conjunctiva of a 37-year-old woman with metabolic syndrome. Magnification: 30x.

structural rearrangement of microvessels, an increase in the number of patients with arteriolo-venular anastomoses and significant and irreversible trophic disturbances in the bulbar conjunctiva in most patients, an increase in the number of patients with the structural remodeling of the vascular bed and with fresh extravasates and hemosiderin deposition, dystonia of microvessels and precapillary sphincters. Violations of blood flow in capillaries with a diameter of 3-5 microns and the

presence of thrombosis in them were also detected. The obtained results indicate a violation of microcirculation not only at the level of the organism as a whole but also in the skin, in particular.

**Prospects for further research.** The perspective of the work is to research the state of hemomicrocirculation in the skin against the background of metabolic syndrome.

### References

1. Rigamonti AE, Cicolini S, Caroli D, Col AD, Scacchi M, Cella SG, et al. Effects of a 3-Week In-Hospital Body Weight Reduction Program on Cardiovascular Risk Factors, Muscle Performance, and Fatigue: A Retrospective Study in a Population of Obese Adults with or without Metabolic Syndrome. *Nutrients*. 2020 May;12(5):1495. DOI: 10.3390/nu 12051495.
2. Tang K, Zhang Q, Peng N, Zhang M, Xu S, Li H, et al. Epidemiology of metabolic syndrome and its components in Chinese patients with a range of thyroid-stimulating hormone concentrations. *J Int Med Res*. 2020 Nov;48(11):0300060520966878. DOI: 10.1177/0300060520966878.
3. O'Neill S, O'Driscoll L. Metabolic syndrome: a closer look at the growing epidemic and its associated pathologies. *Obes Rev*. 2015;16:1-12.
4. Zhou S-S, Li D, Zhou Y-M, Cao J-M. The skin function: a factor of anti-metabolic syndrome. *Diabetol Metab Syndr*. 2012;4(1):15. DOI: 10.1186/1758-5996-4-15.
5. Sergesketter AR, Geng Y, Shamma RL, Denis GV, Bachelder R, Hollenbeck ST. The association between metabolic derangement and wound complications in elective plastic surgery. *J Surg Res*. 2022;278:39-48.
6. Kraemer-Aguilar LG, Laflor CM, Bouskela E. Skin microcirculatory dysfunction is already present in normoglycemic subjects with metabolic syndrome. *Metabolism*. 2008 Dec;57(12):1740-1746.
7. Vykoudal D, Davies MG. Vascular biology of metabolic syndrome. *J Vasc Surg*. 2011 Sep;54(3):819-831.
8. Malaya LT, Miklyayev IYU, Kravchuk PT. Mikrotsirkulyatsiya v kardiologii. Khar'kov: Vishcha shkola; 1977. 232 s.
9. Vereshchaka VV, Vozianova SV, Shul'zhenko TN. Vplyv systemnykh zmin mikrotsyrkulyatsiyi na rozvytok peredchasnoyi involyutsiyi shkiry. *Fiziol. zhurn*. 2003;49(6):75-79. [in Ukrainian].
10. Pronina OM, Koptev MM, Bilash SM, Yeroshenko GA. Response of hemomicrocirculatory bed of internal organs on various external factors exposure based on the morphological research data. *Svit medytsyny ta biolohiyi*. 2018;1(63):153-7. DOI: 10.26.724/2079-8334-2018-1-63-153-157.
11. Vereshchaka VV, Sydorova NM, Kalyuzhna LD. Klinichni metody doslidzhennya hemomikrotsyrkulyatornoho rusla: metod. rekomend. Nats. med. akad. pislyadyplomnoyi osvity im. P. L. Shupyka. K.: Nauk. dumka, 2008. 43 s. [in Ukrainian].
12. Selitskaya TI, P'yankov VZ, Zapuskalov IV. Sosudy kon'yuktivy glaza v norme i pri patologii. Tomsk: Izd-vo Tomskogo un-ta; 1990. 120 s.
13. Shushlyapina NO, Lupyr AV, Taranukha OO, Chernyakova OYE. Klinichne znachennya biomikroskopiyyi sudyn bul'barnoyi kon'yunktivy u khvorykh pry patolohiyi vnutrishn'onosovykh struktur z porushennyam nosovoho dykhannya. *Klinichna informatyka i Telemedytsyna*. 2020;15(16):88-96. [in Ukrainian].

### ОСОБЛИВОСТІ ГЕМОМІКРОЦИРКУЛЯЦІЇ КОН'ЮНКТИВИ ОКА У ЖІНОК ІЗ МЕТАБОЛІЧНИМ СИНДРОМОМ

Грицевич Н. Р., Верещака В. В., Берегова Т. В

**Резюме.** Зростання поширеності метаболічного синдрому та збільшення кількості оперативних втручань в ділянці обличчя спонукали нас до вивчення впливу метаболічного синдрому на процеси гоєння ранової поверхні та ускладнень після планових пластичних операцій. Однією із причин цього може бути перебудова у гемомікроцирляторному руслі шкіри. Так як судини бульбарної кон'юнктиви беруть свій початок від гілок внутрішньої сонної артерії, а кровопостачання шкіри обличчя також забезпечується гілками внутрішньої сонної артерії, зроблено висновок про те, що зміни в мікроциркуляції кон'юнктиви ока будуть корелювати із змінами в мікроциркуляції шкіри. Метою роботи було визначення особливостей гемомікроциркуляції кон'юнктиви ока у жінок з метаболічним синдромом.

Було обстежено 60 жінок від 39 до 55 років, які звернулися за хірургічною допомогою з приводу косметичних дефектів шкіри. Контрольну групу склали 30 практично здорових жінок. У 30 жінок, які ввійшли до основної групи, були зареєстровані ознаки метаболічного синдрому (інсулінорезистентність, гіпертонія, індекс маси > 30 кг/м<sup>2</sup>, збільшення рівня тригліцеридів, зменшення рівня ліпопротеїдів високої щільності). Вивчення гемомікроциркуляції бульбарної кон'юнктиви здійснювали за допомогою вітальної мікроскопії з використанням щільової лампи Zeiss SL 160 (ФРН) зі збільшенням від 5 до 50 крат за затвердженою МОЗ України методикою.

У жінок із метаболічним синдромом виявлені суттєві зміни в гемомікроциркуляції бульбарної кон'юнктиви ока, що проявилось в порушенні паралелізму розташування мікросудин, суттєвому зростанні частоти виявлення мікроаневризмів, розвитку міогенної дистрофії та зростанням кількості пацієнток з ознаками судинної дистонії та структурної перебудови мікросудин, збільшенням кількості пацієнток з артеріоло-венулярними анастомозами та значних і незворотних порушеннях трофіки в бульбарній кон'юнктиві у більшості пацієнток, збільшенні кількості пацієнток із структурною перебудовою судинного русла і з свіжими екстравазатами та відкладанням гемосидерину, дистонією мікросудин і передкапілярних сфінктерів. Також виявлено порушення кровотоку в капілярах діаметром 3-5 мкм та наявність в них тромбозів.

Так як кровопостачання кон'юнктиви ока здійснюється гілками зовнішньої і внутрішньої сонної артерії, зроблено висновок про порушення мікроциркуляції не тільки на рівні організму в цілому, а й в шкірі, зокрема.

**Ключові слова:** гемомікроциркуляція, бульбарна кон'юнктива ока, шкіра, метаболічний синдром.

### FEATURES OF THE HEMOMICROCIRCULATION OF THE EYE CONJUNCTIVA IN WOMEN WITH THE METABOLIC SYNDROME

Hrytsevych N. R., Vereshchaka V. V., Beregova T. V.

**Abstract.** The increasing prevalence of metabolic syndrome and the increase in the number of surgical interventions in the face prompted us to study the impact of metabolic syndrome on the healing processes of the

wound surface and complications after planned plastic surgery. One of the reasons for this may be a change in the hemomicrocirculatory channel of the skin. Since the vessels of the bulbar conjunctiva originate from the branches of the internal carotid artery, and the blood supply of the facial skin is also provided by the branches of the internal carotid artery, it was concluded that changes in the microcirculation of the conjunctiva of the eye will correlate with changes in the microcirculation of the skin.

The aim of the work was to study the characteristics of hemomicrocirculation of the conjunctiva of the eye in women with metabolic syndrome.

60 women age from 39 to 55 years who apply surgical help for cosmetic skin defects were examined. The control group consisted of 30 almost healthy women. Manifestations of metabolic syndrome (insulin resistance, hypertension, body mass index > 30 kg/m<sup>2</sup>, increased triglycerides and decreased high-density lipoproteins) were registered in 30 women who were included in the main group. The study of the hemomicrocirculation of the bulbar conjunctiva was carried out with the help of vital microscopy using a Zeiss SL 160 slit lamp (Germany) with a magnification from 5 to 50 times according to the methodology approved by the Ministry of Health of Ukraine.

In women with metabolic syndrome, were found significant changes in the hemomicrocirculation of the bulbar conjunctiva of the eye, which was manifested in a violation of the parallelism of the arrangement of microvessels, a significant increase in the frequency of detection of microaneurysms, the development of myogenic dystrophy, and an increase in the number of patients with signs of vascular dystonia and structural rearrangement of microvessels, an increase in the number of patients with arteriolo-venular anastomoses and significant and irreversible trophic disturbances in the bulbar conjunctiva in most patients, an increase in the number of patients with structural remodeling of the vascular bed and with fresh extravasates and hemosiderin deposition, dystonia of microvessels and precapillary sphincters. Violations of blood flow in capillaries with a diameter of 3-5 microns and the presence of thrombosis in them were also detected.

Since the blood supply of the conjunctiva of the eye is carried out by the branches of the internal carotid artery, it is concluded that the microcirculation is disrupted not only at the level of the organism as a whole, but also in the skin, in particular.

**Key words:** hemomicrocirculation, bulbar conjunctiva of the eye, skin, metabolic syndrome.

**ORCID and contributionship:**

Hrytsevych N. R.: 0000-0002-9627-2099 <sup>ABCD</sup>

Vereshchaka V. V.: 0000-0003-0978-8028 <sup>ABDE</sup>

Beregova T. V.: 0000-0003-0978-8028 <sup>ADE</sup>

Conflict of interest:

The Authors declare no conflict of interest.

---

Corresponding author

Hrytsevych Nazar Romanovych

Communal Institution of Higher Education of Lviv Regional Council

“Andrei Krupynskyi Lviv Medical Academy”

Ukraine, 79000, Lviv, 10 Striletska str

Tel.: 0677131940

E-mail: hrytsevych@gmail.com

---

**A** – Work concept and design, **B** – Data collection and analysis, **C** – Responsibility for statistical analysis, **D** – Writing the article, **E** – Critical review, **F** – Final approval of the article.

*Received 22.03.2022*

*Accepted 16.09.2022*

DOI 10.29254/2077-4214-2022-3-166-147-159

УДК 611.91+611.92 : 572.544+572.545

<sup>1</sup>Грицевич Н. Р., <sup>2</sup>Верещака В. В., <sup>2</sup>Берегова Т. В.

**ОСОБЛИВОСТІ ГЕМОМІКРОЦИРКУЛЯЦІЇ КОН'ЮНКТИВИ ОКА  
У ЖІНОК ІЗ МЕТАБОЛІЧНИМ СИНДРОМОМ**

<sup>1</sup>Вищий навчальний комунальний заклад Львівської обласної ради

«Львівська медична академія імені Андрея Крупинського» (м. Львів, Україна)

<sup>2</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка (м. Київ, Україна)

[hrytsevych@gmail.com](mailto:hrytsevych@gmail.com)

*На сьогодні метаболічний синдром зареєстрований майже у чверті людської популяції. Одночасно відмічено різке зростання як оперативних утручань в ділянці обличчя, так і їх ускладнень. Однією із причин останнього може бути порушення гемомікроциркуляції в шкірі обличчя, викликаного метаболічним синдромом. Що стосується вітальної структури судин шкіри обличчя і голови у осіб з метаболічним синдромом, характеристика їх дуже поверхнева завдяки методичним складностям обстеження. В зв'язку*

з цим метою роботи було дослідити стан судин бульбарної кон'юнктиви ока у жінок з метаболічним синдромом для опосередкованої оцінки змін в гемомікроциркуляторному руслі шкіри обличчя. Вивчення стану гемомікроциркуляції бульбарної кон'юнктиви ока у здорових жінок та жінок із метаболічним синдромом здійснювали за допомогою щільної лампи Zeiss SL 160 (ФРН) зі збільшенням від 1 • 5 до 1 • 50 разів і стереоскопічного мікроскопа МССО (СРСР) із збільшенням за затвердженням МОЗ України методикою. У жінок із метаболічним синдромом порушується паралелізм розташування мікросудин, зростає частота виявлення мікроаневризмів. Метаболічний синдром стимулював розвиток міогенної дистрофії, викликав структурну перебудову мікросудин та збільшував кількість пацієнток з артеріоло-венулярними анастомозами з порушеннями трофіки в бульбарній кон'юнктиві, з свіжими екстравазатами та відкладанням гемосидерину, дистонією мікросудин і передкапілярних сфінктерів. На основі змін мікроциркуляції в бульбарній кон'юнктиві ока у жінок із метаболічним синдромом зроблено висновок про порушення мікроциркуляції в шкірі обличчя.

**Ключові слова:** гемомікроциркуляція, бульбарна кон'юнктива ока, шкіра, метаболічний синдром.

**Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.** Робота є фрагментом НДР «Розробка нових м'яких пов'язок та методик їх застосування при лікуванні ран. Прикладне наукове дослідження.», № державної реєстрації 0118U002056.

**Вступ.** На сьогодні метаболічний синдром не розглядають як самостійне захворювання. Він ідентифікує осіб із ожирінням, у яких наявний високий ризик розвитку серцево-судинних захворювань за рахунок патогенетично взаємопов'язаних метаболічних порушень, що включають артеріальну гіпертензію, ожиріння за абдомінальним типом, дисліпідемію та інсулінорезистентність, глюкозотолерантність або цукровий діабет [1, 2]. За даними міжнародної діабетичної федерації приблизно у чверті світової людської популяції реєструється метаболічний синдром [3].

На системному рівні зміни, що розвиваються в організмі, на тлі метаболічного синдрому добре вивчені. Нас же цікавлять роботи, в яких наведені зміни, що реєструються у шкірі, на тлі метаболічного синдрому. Це обумовлено зростаючою кількістю оперативних втручань та впливу метаболічного синдрому на процеси гоєння ранової поверхні. Знаковою, на наш погляд, є робота Zhou та співавт. [4], в якій зроблено висновок, що порушення у фізіологічному функціонуванні шкіри може приводити до метаболічного синдрому і навпаки, будь-яка патофізіологічна дисфункція, що призводить до втрати метаболічного контролю в організмі, може стати причиною як шкірних захворювань, так і порушення процесу гоєння після різноманітних оперативних втручань. Разом з тим, дана проблема в літературі висвітлена дуже слабо. В наукометричній базі даних «PubMed» за пошуковими словами «metabolic syndrome and wound healing» висвітлюється 166 робіт, з яких не більше 10 відповідають саме даній проблемі. Аналіз цих робіт дозволяє стверджувати, що у осіб з метаболічним синдромом порушується процес гоєння та зростає кількість ускладнень після планових пластичних операцій [5]. Причиною цього може бути перебудова у гемомікроциркуляторному руслі шкіри за розвитку метаболічного синдрому [6, 7]. Що стосується вітальної структури судин шкіри обличчя і голови у осіб з метаболічним синдромом, характеристика їх дуже поверхнева завдяки методичним складнощам обстеження.

Так як судини бульбарної кон'юнктиви беруть свій початок від гілок внутрішньої сонної артерії, зміни, які відбуваються в судинах бульбарної кон'юнктиви, є відображенням змін в гемомікроциркуляторному руслі, що відбуваються на системному рівні [8, 9, 10]. Кровопостанання шкіри обличчя також забезпечуєть-

ся гілками внутрішньої сонної артерії. Отже, зміни в мікроциркуляції кон'юнктиви ока будуть корелювати із змінами в мікроциркуляції шкіри [11].

**Метою роботи** було дослідити стан судин бульбарної кон'юнктиви ока у жінок з метаболічним синдромом.

**Об'єкт і методи дослідження.** Було обстежено 60 жінок від 39 до 55 років, які звернулися за хірургічною допомогою з приводу косметичних дефектів шкіри. Контрольну групу склали 30 практично здорових жінок. У 30 жінок, які ввійшли до основної групи, були зареєстровані ознаки метаболічного синдрому. Обстеження проведені відповідно до принципів Гельсінської декларації Світової медичної асоціації «Етичні засади медичних досліджень, що стосуються людських суб'єктів» (із змінами від жовтня 2013 року). Усі пацієнтки, які брали участь у обстеженні, надали письмову інформовану згоду.

Для вирішення поставлених задач при обстеженні пацієнтів були використані загальноклінічні, лабораторні та інструментальні методи дослідження на основі алгоритмізованої тематичної карти, яка включала розділи клінічного, функціонально-інструментального та лабораторного обстеження.

У жінок основної групи були виявлені ознаки інсулінорезистентності: 20% пацієнтів страждали на цукровий діабет II типу, у 32% жінок визначалася гіперглікемія натщесерце, 48% хворих мали порушення толерантності до глюкози (за умови нормального рівня глікемії натщесерце (<5,5 ммоль/л). 70% пацієнток мали рівень артеріального тиску  $\geq 140/90$  мм рт. ст. Підвищення артеріального тиску не супроводжувалося клінічними змінами у серці та магістральних судинах. Пацієнти не мали ознак перкуторної гіпертрофії лівого шлуночка серця та акценту 2-го тону на аорті. У 80% хворих індекс маси тіла перевищив  $30 \text{ кг/м}^2$ , а відношення об'єму талії до об'єму стегон було більшим за 0,9. При цьому об'єм талії був більшим 80 см. У всіх жінок рівень тригліцеридів перевищив 1,7 ммоль/л, при цьому рівень ліпопротеїдів високої щільності був меншим 1,0 ммоль/л. У 60% осіб основної групи співвідношення альбумін/креатинін перевищувало 30 мг/г. Виявлені антропометричні, інструментальні та лабораторні зміни дозволили встановити діагноз метаболічного синдрому у жінок основної групи. Офтальмологічне обстеження показало, що у пацієнток цієї групи патології очного дна не виявлено. Диск зорового нерву був блідо-рожевим і мав чіткі контури, його діаметр дорівнював 0,2 – 0,3. Артеріоло-венулярне співвідношення мікросудин становило 2/3. Периферичні ділянки очного дна та макула візуально



не мали ознак патології. Для виключення прихованої патології проводилося розширене клініко-інструментальне обстеження, яке включало сонографію органів черевної порожнини та щитоподібної залози, електрокардіографію, офтальмоскопію. Лабораторні методи включали загально-клінічний аналіз крові, глюкозу крові, індекс Хома, тест на толерантність до глюкози, гліколізований гемоглобін, визначення загального білку, активності трансфераз сироватки крові (аланінамінотрансферази, аспартат-амінотрансферази), тимолову пробу, вміст холестерину, ліпопротеїдів різної щільності, білірубину, С-реактивного білку, загально-клінічний аналіз сечі. Тривалість обстеження становила від 60 до 80 діб.

Вивчення стану гемомікроциркуляції бульбарної кон'юнктиви ока здійснювали за допомогою щільної лампи Zeiss SL 160 (ФРН) зі збільшенням від 1 • 5 до 1 • 50 разів і стереоскопічного мікроскопа МССО (СРСР) із збільшенням за затвердженою МОЗ України методикою [11].

Порушення гемомікроциркуляторного русла оцінювали за судинними змінами, які включали: порушення паралелізму розташування мікросудин у бульбарній кон'юнктиві, мікроаневризми, сакуляції, зміни діаметра мікросудин артеріальної та венозної ланки гемомікроциркуляторного русла, звивистість мікросудин (артеріол, венул, капілярів), новоутворені судини, анастомози, аваскулярні поля, зміни кута розгалуження мікросудин та їх ампутації. Діаметр мікросудин, відстані між ними та їх кількість на одиницю площі досліджували за допомогою об'єкт-мікрметра та каліброчної сітки в проміжній зоні бульбарної кон'юнктиви.

Результати обстежень перевіряли на нормальність розподілу, після чого піддавали статистичній обробці з використанням t-критерію Стьюдента.

**Результати дослідження та їх обговорення.** В результаті обстежень виявлено, що у 20% жінок контрольної групи був порушений паралелізм розташування мікросудин у бульбарній кон'юнктиві. В основній групі порушення паралелізму розташування мікросудин виявлено у 60% пацієток ( $p < 0,01$ ) (рис. 1). Ми вважаємо, що це є ознакою компенсаторної перебудови структури судинного русла за розвитку метаболічного синдрому. Мікроаневризми в основній групі виявлялися у 60% хворих, а в контрольній групі вони зустрічалися лише у 26,7% ( $p < 0,01$ ) пацієток, що свідчить про зміни базальної мембрани в артеріальній ланці гемомікроциркуляторного русла.

Артеріоло-венулярне співвідношення в бульбарній кон'юнктиві ока пацієток основної групи складало 1:3 – 1:4.

Міогенна дистонія, яка проявлялася сакуляціями венул (рис. 2), виявлялась у 56,7% пацієток основної групи ( $p < 0,01$ ), а в контрольній групі вона виявлялась значно рідше, а саме у 23,3% жінок. Це свідчить про стаз крові у венулярній ланці гемомікроциркуляторного русла і, як наслідок, перерозтягування судинної стінки.

Нерівномірність калібру артеріол у бульбарній кон'юнктиві у пацієток основної групи зустрічалася в 2,4 рази частіше (56,7%,  $p < 0,01$ ), ніж у жінок контрольної групи (23,3%). Зміни діаметра мікросудин артеріальної та венозної ланки гемомікроциркуляторного русла є ознакою судинної дистонії за рахунок гемодинамічних розладів.

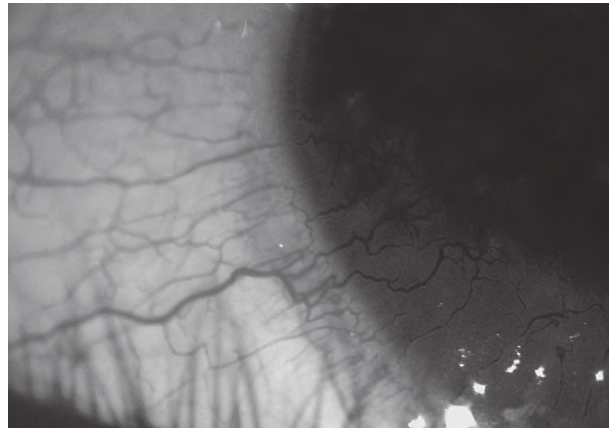


Рисунок 1 – Бульбарна кон'юнктива жінки з метаболічним синдромом 39 років. Порушення паралелізму мікросудин, спазм артеріол, меандрична звивистість артеріол, штопороподібна звивистість венул, зменшення кількості функціонуючих капілярів, аваскулярні поля, каламутний капіляроскопічний фон, виражений периваскулярний набряк, екстравазати, тромбози мікросудин. Збільшення: 40 х.

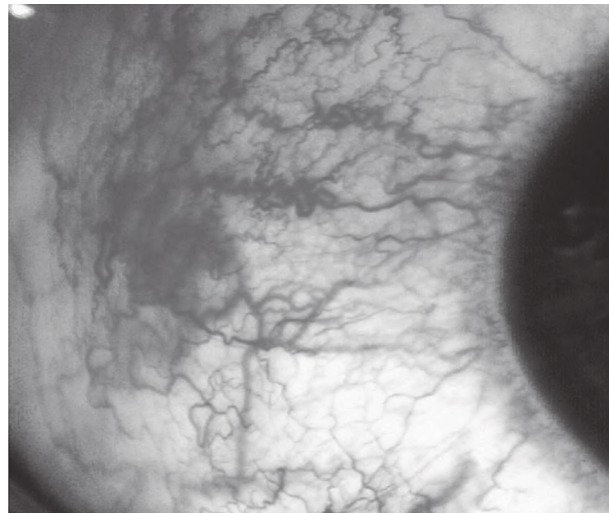


Рисунок 2 – Бульбарна кон'юнктива жінки з метаболічним синдромом 40 років: нерівномірність калібру артеріол та венул, мікроаневризми, сакуляції, спазм артеріол, зменшення кількості функціонуючих капілярів, аваскулярні поля, пігментація капіляроскопічного фону, велика кількість артеріоло-венулярних анастомозів, відкладення гемосидерину, тромбози та стази мікросудин, вогнищевий периваскулярний набряк. Збільшення: 30 х.

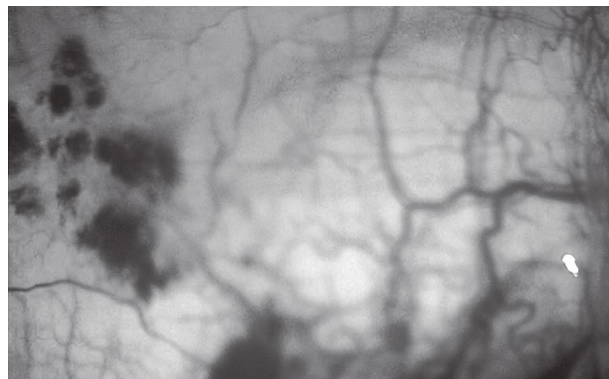


Рисунок 3 – Бульбарна кон'юнктива жінки з метаболічним синдромом 42 років: меандрична звивистість венул, порційний кровоток. Артеріоло-венулярне співвідношення 1:3 – 1:5. Збільшення: 60 х.

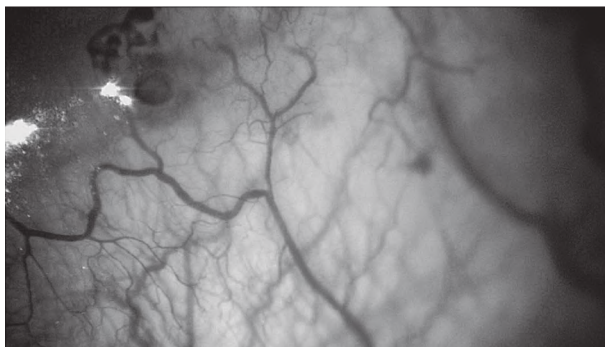


Рисунок 4 – Бульбарна кон’юнктива жінки з метаболічним синдромом 43 років: мікроаневризми, венозні сакулляції, новоутворені судини, велика кількість артеріоло-венулярних анастомозів, петлі та кути капілярів, зменшення кількості функціонуючих капілярів, аваскулярні поля, каламутний капіляроскопічний фон, змазаність контурів мікросудин, вогнищевий периваскулярний набряк, стази та тромбози мікросудин гемомікроциркуляторного русла. Збільшення: 60 х.



Рисунок 5 – Бульбарна кон’юнктива жінки з метаболічним синдромом 42 років. Змієподібна звивистість венул та капілярів, велика кількість артеріоло-венулярних анастомозів, каламутний капіляроскопічний фон, змазаність контурів мікросудин, вогнищевий периваскулярний набряк, стази та тромбози мікросудин гемомікроциркуляторного русла. Артеріоло-венулярне співвідношення 1:3 – 1:4. Збільшення: 60 х.



Рисунок 6 – Бульбарна кон’юнктива жінки з метаболічним синдромом 43 років. Спазм артеріол, велика кількість артеріоло-венулярних анастомозів, зменшення кількості функціонуючих капілярів, аваскулярні поля, каламутний капіляроскопічний фон, змазаність контурів мікросудин, вогнищевий периваскулярний набряк. Артеріоло-венулярне співвідношення 1:3 – 1:4. Збільшення: 50 х.

Стривальність спазму артеріол виявлено у дослідній групі (33,3%), але без статистично достовірних відмінностей порівняно з контрольною групою (22,3%,  $P > 0,05$ ).

Сумарний показник звивистості артеріол, що включав змієподібну, меандричну та штопороподібну її форми, у дослідній групі (66,7%) перевищив анало-

гічний показник контрольної групи (23,3%) майже у 3 рази ( $p < 0,001$ ), що свідчить про структурну перебудову мікросудин. Найчастіше зустрічалася меандрична звивистість артеріол (75,0% значень сумарного показника).

Сумарний показник ступеня звивистості венул у дослідній групі (83,3%) перевищив аналогічний показник контрольної групи (20,0%) більше ніж у 4 рази ( $p < 0,001$ ). Переважно виявлялася постерігалася змієподібна та меандрична звивистості венул (рис. 3).

Сумарний показник ступеня звивистості капілярів (83,3%) у дослідній групі перевищив значення контрольної групи майже у 4 рази (23,3%,  $p < 0,001$ ). Звивистість капілярів переважно була змієподібною (80,0% від загального показника).

Слід зазначити, що превалювання патологічних форм звивистості мікросудин гемомікроциркуляторного русла кон’юнктиви ока у пацієнок із метаболічним синдромом від змієподібної (у більшості випадків) до меандричної свідчить про поступову компенсаторну перебудову системи мікроциркуляції в умовах гіпертензії. Такий висновок ми зробили на основі співставлення одержаних результатів з даними літератури, за якими звивистість є показником компенсації підвищеного артеріального тиску, так як поява звивистості веде до зменшення останнього [12].

Віддзеркаленням підвищення системного артеріального тиску були петлі капілярів (рис. 4), стривальність яких у контролі не перевищила 13,3%, а в дослідній групі вона становила 46,7% ( $p < 0,01$ ).

Новоутворені судини, наявність яких свідчить про системні критичні зміни мікроциркуляції, у осіб дослідної групи виявлялись у 46,7% випадків, що було статистично достовірно більше в 4,7 рази порівняно з контролем (10,0%,  $p < 0,001$ ).

Прискорене скидання крові з артеріальної ланки у венозну характеризували артеріоло-венулярні анастомози (рис. 5), кількість яких у дослідній групі (36,7%) відносно контрольної групи (10%,  $p < 0,05$ ) була вищою у 3,7 рази, що супроводжувалося зменшенням кількості функціонуючих капілярів, агрегацією еритроцитів і мікросудинною облітерацією.

Аваскулярні поля (рис. 6), які свідчать про значні і незворотні порушення трофіки, у дослідній групі спостерігалися у 63,3%, а у контролі лише в 20,0% ( $p < 0,001$ ). Наші результати узгоджуються з даними інших авторів, які вважають, що поява аваскулярного поява та кутів капілярів є доказом тяжких морфологічних змін в системі мікроциркуляції [9].

У пацієнок контрольної групи кути капілярів у бульбарній кон’юнктиві виявлені у 20,0% обстежених, а в дослідній групі вони були зареєстровані у 43,3% ( $p < 0,05$ ) пацієнок. Цей патологічний феномен свідчить про виражену структурну перебудову судинного русла, а також трофічних змін у тканинах організму.

**Таблиця 1 – Артеріоло-венулярне співвідношення судин прелімбальної та проміжної та зон бульбарної кон’юнктиви у практично здорових жінок та осіб з ознаками метаболічного синдрому ( $M \pm m$ ;  $n = 30$ )**

Групи	Проміжна зона	Прелімбальна зона
Контрольна	0,41 ± 0,02	0,52 ± 0,02*
Основна	0,31 ± 0,02	0,40 ± 0,01*

Примітка: \* –  $p < 0,05$ .

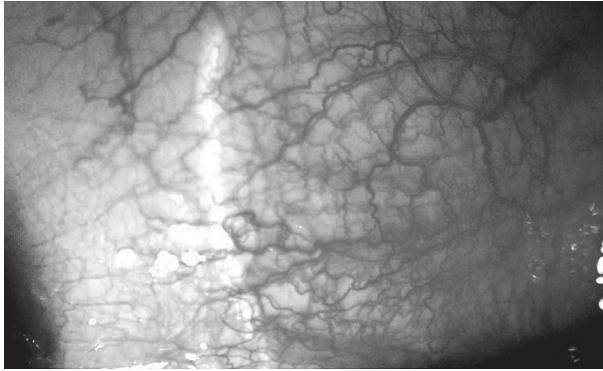


Рисунок 7 – Каламутний капіляроскопічний фон, виражений периваскулярний набряк, мікрокрововиливи, тромбози мікросудин. Артеріоло-венулярне співвідношення 1/3 – 1/4. Бульбарна кон'юнктива жінки з метаболічним синдромом 40 років. Збільшення: 40 х.

Як видно із **таблиці 1**, артеріоло-венулярне співвідношення судин прелімбальної та проміжної та зон бульбарної кон'юнктиви у жінок з метаболічним синдромом зросло на 26,8% ( $p < 0,05$ ) та 29,0% ( $p < 0,05$ ), відповідно.

Діаметр прелімбальних артеріол та прелімбальних венул у жінок з метаболічним синдромом не зазнавав статистично достовірних змін, спостерігалася лише тенденція до їх збільшення (**табл. 2**).

Капіляроскопічний фон бульбарної кон'юнктиви є маркером проникності мікросудин і стану інтерстиційного простору. У дослідній групі каламутний капіляроскопічний фон (**рис. 7**) зустрічався у 40,0%, а у контролі лише в 16,7%, що обумовило статистично достовірні відмінності ( $P < 0,05$ ).

Контури мікросудин були змазаними у 40,0% осіб дослідної групи, а у контролі – лише в 10,0% ( $P < 0,01$ ), що свідчить про денситометричні зміни периваскулярного простору за рахунок його ущільнення.

**Таблиця 2 – Морфометрія прелімбальних артеріол та венул (мкм) у практично здорових жінок та осіб з ознаками метаболічного синдрому (M±m; n=30)**

Групи	Прелімбальні артеріоли	Прелімбальні венули
Контрольна	14,51±0,41	29,5±0,34
Основна	13,60±0,41	33,08±0,28

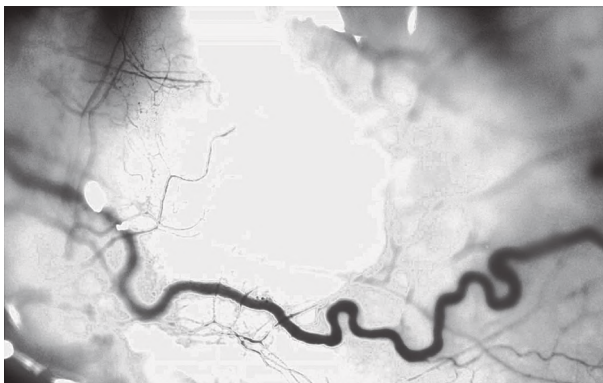


Рисунок 9 – Порушення паралелізму мікросудин, спазм артеріол, зменшення кількості функціонуючих капілярів, аваскулярні поля, екстравазати, пігментація капіляроскопічного фону, відкладення гемосидерину. Артеріоло-венулярне співвідношення 1/3 – 1/5. Бульбарна кон'юнктива жінки з метаболічним синдромом 40 років. Збільшення: 40 х.

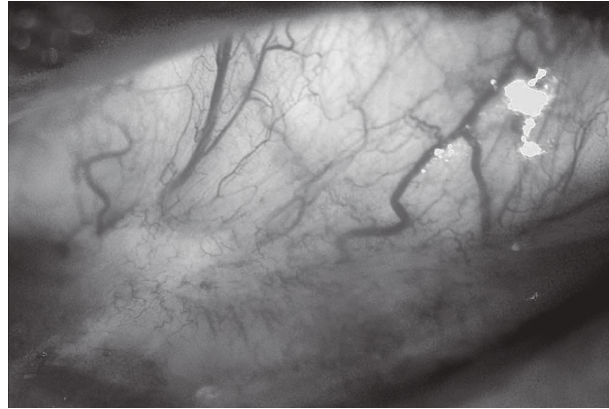


Рисунок 8 – Змазаність контурів мікросудин, вогнищевий периваскулярний набряк, велика кількість артеріоло-венулярних анастомозів, ампутації артеріол. Артеріоло-венулярне співвідношення 1/3 – 1/4. Бульбарна кон'юнктива жінки з метаболічним синдромом 37 років. Збільшення: 40 х.

Периваскулярний набряк, який є маркером порушення дифузії через стінку мікросудин (**рис. 8**), виявлявся вся у 56,7% хворих, а у контролі лише у 20,0% випадків ( $P < 0,01$ ).

Свіжі екстравазати ідентифікувалися у жінок дослідної групи у 53,3%, а у контролі лише у 26,7% ( $P < 0,05$ ). Це свідчить про порушення проникності мікросудин. Одночасно, відкладення гемосидерину (**рис. 9**), який є маркером попередніх крововиливів, в кон'юнктиві осіб дослідної групи виявлялися у 40,0%, а у контролі в 16,7% ( $P < 0,01$ ). Про стадійність розпаду гемоглобіну також свідчила пігментація капіляроскопічного фону, яка виявлялася у 56,7% випадків і перевищила значення цього показника контролю майже в 3 рази (23,3%,  $P < 0,01$ ).

Осьовий гомогенний кровотік, який є фізіологічним, становив у контролі у 70,0%, а у осіб дослідної групи – не перевищував 20,0% ( $P < 0,05$ ). Патологічні типи кровотоку виявлялися дрібно- (13,3%) і великозернистими (16,7%), густими (10%), порційними з рідкими (3,3%) і частими (16,7%) порціями крові, а також кровотоком у вигляді монетних стовпчиків (10%) та кровотоку із зупинками (10%). Зміни реології мікросудин зумовлені, на нашу думку, дистонією мікросудин і передкапілярних сфінктерів, венулярним опором (**рис. 10**).

Швидкість кровотоку є гідродинамічною основою метаболізму мікросудин, вона відображає транспорт-

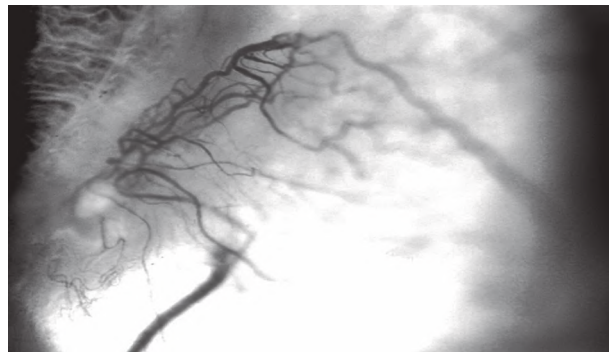


Рисунок 10 – Порушення паралелізму мікросудин, нерівномірність калібру артеріол та венул, спазм артеріол, зменшення кількості функціонуючих капілярів, аваскулярні поля, пігментація капіляроскопічного фону, каламутний капіляроскопічний фон, тромбози та стази мікросудин. Артеріоло-венулярне співвідношення 1/3 – 1/4. Бульбарна кон'юнктива жінки з метаболічним синдромом 37 років. Збільшення: 30 х.

ну функцію гемокапілярів та транскапілярний обмін. Визначення швидкості кровотоку проводилися в капілярах 3 мкм – 5 мкм, що знімає вплив гематокриту і форми еритроцитів.

У осіб контрольної групи стрівальність кровотоку середньої швидкості становила 70,0%. На відміну від контрольної, стрівальність кровотоку середньої швидкості у осіб дослідної групи не перевищила 40%, що зумовило статистичні відмінності ( $P < 0,05$ ). Порушення гемодинаміки виявлялися швидким (20%) та сповільненим (10%) рухом крові, кровотоком з зупинками (30%). Стази мікросудин переважали у венулах (26,7%) та капілярах (33,3%), а в артеріолах не перевищили 6,7%. Таким чином, сумарні значення цього показника склали 66,7%, що було більше ніж у 3 рази з контролем (20,0%,  $P < 0,001$ ). У осіб III групи стази мікросудин були представлені у артеріолах (6,7%). Пристінкові агрегати мікросудин ідентифікувалися у артеріолах (23,3%) та венулах (46,7%). У контролі сумарний відсоток не перевищив 20, що обумовило статистично достовірні відмінності з дослідною групою ( $P < 0,01$ ). Тромбози мікросудин виявлялися переважно у капілярах, де їх кількість становила 50,0%, а у здорових осіб цей показник був меншим у 5 разів і не перевищив 10% ( $P < 0,001$ ).

Системні зміни мікроциркуляції також підтверджує аналіз середніх значень інтегрального капіляроскопічного показника бульбарної кон'юнктиви – капіляроскопічного індексу, який в контролі складав  $14,80 \pm 0,55$ , а в основній групі зростав до  $24,1 \pm 0,61$  ( $p < 0,001$ ), тобто в 1,6 рази.

Отже, в роботі вперше ретельно описані зміни в гемомікроциркуляції бульбарної кон'юнктиви ока

жінок на тлі метаболічного синдрому. Це може бути відображенням стану мікроциркуляції в шкірі голови, в т.ч. обличчя. Слід зазначити, що інші автори вважають, що оцінка біомікроскопії бульбарної кон'юнктиви єдиним функціональним відображенням мікроциркуляції не тільки на рівні організму в цілому, а й порожнини носа, зокрема, так як кровопостачання порожнини носа та кон'юнктиви ока виконується з системи зовнішньої і внутрішньої сонних артерій [13].

**Висновки.** У жінок із метаболічним синдромом виявлені суттєві зміни в гемомікроциркуляції бульбарної кон'юнктиви ока, що проявилось в порушенні паралелізму розташування мікросудин, суттєвому зростанні частоти виявлення мікроаневризмів, розвитку міогенної дистрофії та зростанням кількості пацієнток з ознаками судинної дистонії та структурної перебудови мікросудин, збільшенням кількості пацієнток з артеріоло-венулярними анастомозами та значних і незворотних порушеннях трофіки в бульбарній кон'юнктиви у більшості пацієнток, збільшенні кількості пацієнток із структурною перебудовою судинного русла і з свіжими екстравазатами та відкладанням гемосидерину, дистонією мікросудин і передкапілярних сфінктерів. Також виявлено порушення кровотоку в капілярах діаметром 3-5 мкм та наявність в них тромбозів. Одержані результати свідчать про порушення мікроциркуляції не тільки на рівні організму в цілому, а й в шкірі, зокрема.

**Перспективи подальших досліджень.** Перспективою роботи є проведення досліджень по з'ясуванню стану гемомікроциркуляції в шкірі на тлі метаболічного синдрому.

## Література

1. Rigamonti AE, Cicolini S, Caroli D, Col AD, Scacchi M, Cella SG, et al. Effects of a 3-Week In-Hospital Body Weight Reduction Program on Cardiovascular Risk Factors, Muscle Performance, and Fatigue: A Retrospective Study in a Population of Obese Adults with or without Metabolic Syndrome. *Nutrients*. 2020 May;12(5):1495. DOI: 10.3390/nu12051495.
2. Tang K, Zhang Q, Peng N, Zhang M, Xu S, Li H, et al. Epidemiology of metabolic syndrome and its components in Chinese patients with a range of thyroid-stimulating hormone concentrations. *J Int Med Res*. 2020 Nov;48(11):0300060520966878. DOI: 10.1177/0300060520966878.
3. O'Neill S, O'Driscoll L. Metabolic syndrome: a closer look at the growing epidemic and its associated pathologies. *Obes Rev*. 2015;16:1-12.
4. Zhou S-S, Li D, Zhou Y-M, Cao J-M. The skin function: a factor of anti-metabolic syndrome. *Diabetol Metab Syndr*. 2012;4(1):15. DOI: 10.1186/1758-5996-4-15.
5. Sergesketter AR, Geng Y, Shammam RL, Denis GV, Bachelder R, Hollenbeck ST. The association between metabolic derangement and wound complications in elective plastic surgery. *J Surg Res*. 2022;278:39-48.
6. Kraemer-Aguilar LG, Laflor CM, Bouskela E. Skin microcirculatory dysfunction is already present in normoglycemic subjects with metabolic syndrome. *Metabolism*. 2008 Dec;57(12):1740-1746.
7. Vykyudal D, Davies MG. Vascular biology of metabolic syndrome. *J Vasc Surg*. 2011 Sep;54(3):819-831.
8. Malaya LT, Miklyayev IYU, Kravchuk PT. Mikrotsirkulyatsiya v kardiologii. Khar'kov: Vishcha shkola; 1977. 232 s.
9. Vereshchaka VV, Vozianova SV, Shul'zhenko TN. Vplyv systemnykh zmin mikrotsyrkulyatsiyi na rozvytok peredchasnoyi involyutsiyi shkiry. *Fiziol. zhurn*. 2003;49(6):75-79. [in Ukrainian].
10. Pronina OM, Koptev MM, Bilash SM, Yeroshenko GA. Response of hemomicrocirculatory bed of internal organs on various external factors exposure based on the morphological research data. *Svit medytsyny ta biolohiyi*. 2018;1(63):153-7. DOI: 10.26.724/2079-8334-2018-1-63-153-157.
11. Vereshchaka VV, Sydorova NM, Kalyuzhna LD. Klinichni metody doslidzhennya hemomikrotsyrkulyatornoho rusla: metod. rekomend. *Nats. med. akad. pisl'yadyplomnoyi osvity im. P. L. Shupyka*. K.: Nauk. dumka, 2008. 43 s. [in Ukrainian].
12. Selitskaya TI, P'yankov VZ, Zapuskalov IV. Sosudy kon'yuktivy glaza v norme i pri patologii. Tomsk: Izd-vo Tomskogo un-ta; 1990. 120 s.
13. Shushlyapina NO, Lupyr AV, Taranukha OO, Chernyakova OYE. Klinichne znachennya biomikroskopiyyi sudyn bul'barnoyi kon'yunktivy u khvorykh pry patolohiyi vnutrishn'onosovykh struktur z porushenniyam nosovoho dykhannya. *Klinichna informatyka i Telemedytsyna*. 2020;15(16):88-96. [in Ukrainian].

### ОСОБЛИВОСТІ ГЕМОМІКРОЦИРКУЛЯЦІЇ КОН'ЮНКТИВИ ОКА У ЖІНОК ІЗ МЕТАБОЛІЧНИМ СИНДРОМОМ

Грицевич Н. Р., Верещака В. В., Берегова Т. В

**Резюме.** Зростання поширеності метаболічного синдрому та збільшення кількості оперативних утручань в ділянці обличчя спонукали нас до вивчення впливу метаболічного синдрому на процеси гоєння ранової поверхні та ускладнень після планових пластичних операцій. Однією із причин цього може бути перебудова у гемомікроциркуляторному руслі шкіри. Так як судини бульбарної кон'юнктиви беруть свій початок від гілок внутрішньої сонної артерії, а кровопостачання шкіри обличчя також забезпечується гілками внутрішньої сонної артерії, зроблено висновок про те, що зміни в мікроциркуляції кон'юнктиви ока будуть корелювати із змінами в мікроциркуляції шкіри. Метою роботи було визначення особливостей гемомікроциркуляції кон'юнктиви ока у жінок з метаболічним синдромом.

Було обстежено 60 жінок від 39 до 55 років, які звернулися за хірургічною допомогою з приводу косметичних дефектів шкіри. Контрольну групу склали 30 практично здорових жінок. У 30 жінок, які ввійшли до основної

групи, були зареєстровані ознаки метаболічного синдрому (інсулінорезистентність, гіпертонія, індекс маси > 30 кг/м<sup>2</sup>, збільшення рівня тригліцеридів, зменшення рівня ліпопротеїдів високої щільності). Вивчення гемомікроциркуляції бульбарної кон'юнктиви здійснювали за допомогою вітальної мікроскопії з використанням щільової лампи Zeiss SL 160 (ФРН) зі збільшенням від 5 до 50 крат за затвердженою МОЗ України методикою.

У жінок із метаболічним синдромом виявлені суттєві зміни в гемомікроциркуляції бульбарної кон'юнктиви ока, що проявилось в порушенні паралелізму розташування мікросудин, суттєвому зростанні частоти виявлення мікроаневризмів, розвитку міогенної дистрофії та зростанням кількості пацієнок з ознаками судинної дистонії та структурної перебудови мікросудин, збільшенням кількості пацієнок з артеріоло-венулярними анастомозами та значних і незворотних порушеннях трофіки в бульбарній кон'юнктиві у більшості пацієнок, збільшенні кількості пацієнок із структурною перебудовою судинного русла і з свіжими екстравазатами та відкладанням гемосидерину, дистонією мікросудин і передкапілярних сфінктерів. Також виявлено порушення кровотоку в капілярах діаметром 3-5 мкм та наявність в них тромбозів.

Так як кровопостачання кон'юнктиви ока здійснюється гілками зовнішньої і внутрішньої сонної артерії, зроблено висновок про порушення мікроциркуляції не тільки на рівні організму в цілому, а й в шкірі, зокрема.

**Ключові слова:** гемомікроциркуляція, бульбарна кон'юнктива ока, шкіра, метаболічний синдром.

#### **FEATURES OF THE HEMOMICROCIRCULATION OF THE EYE CONJUNCTIVA IN WOMEN WITH THE METABOLIC SYNDROME**

**Hrytsevych N. R., Vereshchaka V. V., Beregova T. V.**

**Abstract.** The increasing prevalence of metabolic syndrome and the increase in the number of surgical interventions in the face prompted us to study the impact of metabolic syndrome on the healing processes of the wound surface and complications after planned plastic surgery. One of the reasons for this may be a change in the hemomicrocirculatory channel of the skin. Since the vessels of the bulbar conjunctiva originate from the branches of the internal carotid artery, and the blood supply of the facial skin is also provided by the branches of the internal carotid artery, it was concluded that changes in the microcirculation of the conjunctiva of the eye will correlate with changes in the microcirculation of the skin.

The aim of the work was to study the characteristics of hemomicrocirculation of the conjunctiva of the eye in women with metabolic syndrome.

60 women age from 39 to 55 years who apply surgical help for cosmetic skin defects were examined. The control group consisted of 30 almost healthy women. Manifestations of metabolic syndrome (insulin resistance, hypertension, body mass index > 30 kg/m<sup>2</sup>, increased triglycerides and decreased high-density lipoproteins) were registered in 30 women who were included in the main group. The study of the hemomicrocirculation of the bulbar conjunctiva was carried out with the help of vital microscopy using a Zeiss SL 160 slit lamp (Germany) with a magnification from 5 to 50 times according to the methodology approved by the Ministry of Health of Ukraine.

In women with metabolic syndrome, were found significant changes in the hemomicrocirculation of the bulbar conjunctiva of the eye, which was manifested in a violation of the parallelism of the arrangement of microvessels, a significant increase in the frequency of detection of microaneurysms, the development of myogenic dystrophy, and an increase in the number of patients with signs of vascular dystonia and structural rearrangement of microvessels, an increase in the number of patients with arteriolo-venular anastomoses and significant and irreversible trophic disturbances in the bulbar conjunctiva in most patients, an increase in the number of patients with structural remodeling of the vascular bed and with fresh extravasates and hemosiderin deposition, dystonia of microvessels and precapillary sphincters. Violations of blood flow in capillaries with a diameter of 3-5 microns and the presence of thrombosis in them were also detected.

Since the blood supply of the conjunctiva of the eye is carried out by the branches of the internal carotid artery, it is concluded that the microcirculation is disrupted not only at the level of the organism as a whole, but also in the skin, in particular.

**Key words:** hemomicrocirculation, bulbar conjunctiva of the eye, skin, metabolic syndrome.

#### **ORCID кожного автора та їх внесок до статті:**

Hrytsevych N. R.: 0000-0002-9627-2099 <sup>ABCD</sup>

Vereshchaka V. V.: 0000-0003-0978-8028 <sup>ABDE</sup>

Beregova T. V.: 0000-0003-0978-8028 <sup>ADE</sup>

Конфлікт інтересів:

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

---

Адреса для кореспонденції  
Грицевич Назар Романович  
Вищий навчальний комунальний заклад Львівської обласної ради «Львівська медична академія імені Ан-дрея Крупинського»

Адреса: Україна, 79000, м. Львів, вул. Стрілецька 10

Тел.: 0677131940

E-mail: hrytsevych@gmail.com

---

**A** – концепція роботи та дизайн, **B** – збір та аналіз даних, **C** – відповідальність за статичний аналіз, **D** – написання статті, **E** – критичний огляд, **F** – остаточне затвердження статті.

Стаття надійшла 22.03.2022 року  
Стаття прийнята до друку 16.09.2022 року