

**COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF REGIONAL HEMODYNAMICS
IN OPTIC NERVE NEURITIS AND ANTERIOR ISCHEMIC OPTIC NERVE
NEUROPATHY IN ACUTE AND CHRONIC COURSE****SI "The Filatov Institute of Eye Diseases and Tissue Therapy of the National Academy of Medical
Sciences of Ukraine" (Odessa, Ukraine)**

Khramenkon@gmail.com

Anterior ischaemic optic neuropathy (AION) and optic neuritis (papilledema) (ON) are the most common causes of unilateral optic disc oedema. They often have similar clinical profiles and can be difficult to differentiate by clinical signs at initial presentation. Therefore, it is important to identify markers for the differential diagnosis of these diseases. Since regional hemodynamics is involved in the pathogenesis of these diseases, it is important to study the features of its state and compare the regional hemodynamic parameters of the eye obtained by rheo-ophthalmography and the brain by rheoencephalography in patients with ON and AION in the acute and chronic course of the disease to determine the diagnostic markers. In the present study, groups of patients with acute idiopathic ON, papillitis and its consequences (34 people (48 eyes)) and patients with acute and chronic AION (53 people (96 eyes)) were examined by computer rheography. The dependence of such indicators of ocular haemodynamics on the diagnostic factor as the index of volumetric pulse blood filling of the eye, the tone of large intraocular vessels, small intraocular vessels, and the rate of volumetric blood filling of the eye was determined. Among the indicators of cerebral haemodynamics, a diagnostically significant difference was observed in the tone of large and small calibre vessels, which were higher in patients with AION than in patients with ON. It was proposed to use the index of ocular blood flow RQ, the rate of ocular pulse blood flow V (ohm/s), and the index of large vessel tone $\alpha 1/T$ (%) for the differential diagnosis of such optic neuropathies as ON and AION in the acute course of the disease.

Key words: ischaemic optic neuropathy, optic neuritis, optic atrophy, volume and rate of blood filling of the eye and brain, tone of the eye and brain vessels.

Connection of the publication with planned research works.

The study was conducted within the framework of the research work "Efficiency of immunocorrection in the treatment of ischemic optic neuropathy", state registration number 119U101224.

Introduction.

Damage to the optic nerve due to autoimmune and infectious inflammation, hypoxia, trauma, as well as neoplastic, toxic processes, compression, etc., causes a significant decrease in visual function [1]. Among them, anterior ischaemic optic neuropathy and optic neuritis (papilledema) are the most common (over 30%) causes of unilateral optic disc oedema. They often have similar clinical profiles and may be difficult to differentiate by clinical signs at the time of initial presentation [2]. This clinical presentation often makes it difficult to differentiate between two completely different nosological forms, which require different approaches to therapy.

Ischaemic optic neuropathy (ION) is a condition of hypoxic damage (infarction of ischaemic origin) to any part of the optic nerve from the chiasm to the optic disc. Clinically, it is divided into anterior and posterior forms according to the presence or absence of optic disc oedema, respectively. Both forms are subdivided into arteritis, when they are secondary to vasculitis (caused by giant cell arteritis), and non-arteritis when they are caused by other diseases [3, 4]. Anterior ION (AION) accounts for 90% of non-arteritic ION cases [2]. The incidence of non-arterial AION ranges from 2.3 to 10.3 per 100,000 population per year [5]. The condition is caused by infarction of the laminar or retrolaminar part of the optic disc in the acute course of the disease, based on impaired blood flow in the short posterior ciliary arteries (PCA) [5]. The pathogenesis of non-arteritic AION is

unclear, but such causes as thromboembolism, systemic hypo- and hypertension, atherosclerotic vascular occlusion, diabetes mellitus, and small optic nerve entrance scleral canal diameter have been described. However, in most cases, the optic nerve vascular insufficiency type is not determined [3]. According to clinical trials of anterior AION with and without arteritis, optic disc oedema regresses within 8-12 weeks, leading to optic nerve atrophy [1].

Optic neuritis (ON), or inflammation of the optic nerve, is one of the most common causes of acute optic nerve damage in children and adults and can be in the form of papilledema, neuroretinitis or retrobulbar neuritis.

The aetiology of ON is diverse: autoimmune and infectious processes, granulomatous disease, paraneoplastic diseases and de-myelination [6]. Isolated ON of unknown aetiology is called idiopathic ON. In recent decades, studies have provided data on optic neuritis of undetermined aetiology in different countries: the incidence of such cases ranges from 0.7-5.1 (USA) to 33 cases per 100,000 population per year (Taiwan) [7]. It is argued that optic nerve atrophy of varying severity is almost always present after ON. When ON progresses to optic nerve atrophy, there is a decrease in visual function if more than half of the fibres to the macula are damaged [8].

Optic nerve pathology is usually determined based on clinical findings, ophthalmoscopy, campimetry, perimetry, dyschromatopsia, decreased contrast sensitivity, impaired phosphene electrical sensitivity threshold and critical phosphene spike fusion frequency, which is characteristic of an afferent pupillary reflex defect, as well as features of visual evoked potentials (VEPs). The latter study is a recording of the electrical activity of the

occipital cortex in response to visual stimuli. In case of demyelination or other lesions of the visual pathways, the cortical response is delayed or absent. If differential diagnostics are necessary, FA and OCT examinations with a close examination of the ONH are performed [9]. Several modern studies have shown the fact of haemodynamic disorders in the orbital vessels, ophthalmic artery, and vein in ON, where the authors suggest hypotheses about its possible causes and point out contradictions in the study results [10, 11]. Some studies have attempted to find key markers for the differential diagnosis of such different optic nerve pathologies. It turns out that such clinical signs as the degree of disc hyperaemia and disc oedema are the same in the affected eyes of both groups and are not the main ones [12]. Arterial constriction, haemorrhage, cotton wool spots, focal telangiectasias, and venous congestion are more common in AION. However, these signs are not absolute and can be present in both pathologies [12, 13].

In order to determine the criteria for the differential diagnosis of AION and ON, local haemodynamics are analysed by fluorescein angiography (FA). In cases of AION, FA reveals delayed optic disc blood filling and local or general choroidal blood filling deficiency. Notably, in the ON group, most patients (76.5%) have normal choroidal blood flow, according to FA [12]. Rheo-ophthalmography and rheoencephalography are useful methods for assessing the volumetric pulse blood filling and tonic properties of the vessels of the eye and brain. According to the results of our previous studies, rheography revealed peculiarities of regional haemodynamics disorders both in the acute period of AION and ON and in the transition to POA [9, 14].

However, we did not conduct a comparative analysis of the haemodynamics of the eye and brain in these conditions to identify diagnostic markers for differential diagnosis.

The aim of the study.

To determine the peculiarities of regional hemodynamics of the eye obtained by rheoophthalmography and brain by rheoencephalography in patients with ON and AION in the acute and chronic course of the disease and to compare them to determine the markers of differential diagnosis of these diseases.

Object and research methods.

Patients in several groups were examined at the laboratory of functional methods of examination of the organ of vision of the State Institution "Filatov Institute of Eye Diseases and Tissue Therapy of the NAMSU".

Group 1 – 27 patients (35 eyes) with idiopathic optic neuritis (ION), which was clinically defined as papilledema, the duration of the disease from the first symptoms to the diagnosis with this examination (Median (Q I-u)) 12 (7-30) days.

Group 2 – 7 patients (13 eyes) with POA as a consequence of ON. The age of patients in these groups was 37.8 ± 11.3 years. The duration of the disease from the first symptoms to diagnosis (Median Q (I-u)) was 1080 (180-1825) days.

Group 3 – 13 patients with acute AION (25 eyes), age -53.7 ± 12.9 years. The duration of the disease from the first symptoms to diagnosis (Median Q (I-u)) was 16.5 (12.5-30) days.

Group 4 – 40 patients with chronic AION (71 eyes), age 54 ± 11.7 years. The duration of the disease from the

first symptoms to diagnosis (Median Q (I-u)) was 700 (180-1950) days.

Group 5 – control group, consisting of 28 healthy volunteers, age 40 ± 14.4 years.

Not all patients underwent ROG and REG examinations simultaneously; the number of patients and their eyes are indicated in the tables.

The work included measures to ensure the safety and health of patients, respect for their rights, human dignity and moral standards following the principles of the Helsinki Declaration of Human Rights, the Council of Europe Convention on Human Rights and biomedical and relevant laws of Ukraine. Written informed consent was obtained from each participant after a detailed explanation of the nature of the study. The authors took all necessary measures to ensure the anonymity of the data after obtaining individual consent to the use of medical history data.

All patients underwent a clinical ophthalmological examination, including visual acuity, tonometry, slit lamp biomicroscopy, ophthalmoscopy with pupil dilation, measurement of axial eye length, optic nerve electrical sensitivity threshold by phosphine and critical flicker fusion frequency, Humphrey perimetry (standard 24-2 SITA; Carl Zeiss Meditec); in case of diagnosis clarification – OCT of the macula, optic disc and peripapillary retina. Patients underwent consultations with a neurologist, MRI and CT scans of the brain. Cases with multiple sclerosis were excluded from the examination.

Rheo-ophthalmography (ROG) was performed on a computer rheography complex (Reokom, Ukraine, Kharkiv). The parameters of volumetric pulse blood filling of the eye were used, which determines the rheographic coefficient Jantsch -RQ, %, parameters of tonic properties of the eye vessels by the ratio of the time of the ascending part of the rheowave to the time of the entire rheowave, which were further defined as tonic properties of large $\alpha 1/T(\%)$ and small vessels $\alpha 2/T(\%)$, respectively, according to the low-frequency and high-frequency components of differential rheograms; volumetric blood flow velocity – as a change in the amplitude of the rheosignal during the ascending part of the rheowave – V (ohm/s).

An application for a copyright certificate for a method of differential diagnosis of ON and AION considering rheo-ophthalmogram parameters has been filed: No. C2023 06364 of 29.08.2023.

In the study of cerebral haemodynamics by the method of rheoencephalography – REG (computer rheographic complex (Reokom, Ukraine, Kharkiv), the indicators of relative pulse volume blood filling (relative rheographic index RI (OM) – the ratio of the patient's rheographic index to the same indicator of his age norm) were used, taken as 100%) and elasto-tonic properties of large (α (%)) and small vessels (DCI (%) – diastolic index, DSI (%) – diastolic index) in the basins of the right and left internal carotid artery (ICA) and vessels of the right and left vertebrobasilar artery (VBA) of the brain.

The results were collected, adjusted, visualised and systematised, and statistical analysis was carried out in spreadsheets using STATISTICA 8.0 (StatSoft.Inc). Nominal data were described in terms of absolute values and percentages. Quantitative indicators were assessed according to the normal distribution using the

Kolmogorov-Smirnov test. In the case of normal distribution, the data were combined into a variation series, in which arithmetic means (M) and standard deviations (SD) were calculated. When comparing the mean values of normally distributed groups, the Student's t-test was calculated. To identify the factors that characterise the relationship between groups of attributes, a single-factor analysis of variance (ANOVA) was used, the main results presented graphically and in terms of the influence effect by the value of the F-criterion and the level of significance.

The diagnostic significance of rheo-ophthalmogram parameters for the differential diagnosis of ON and AION was determined using the binary classification method – ROC curve (Receiver Operating Characteristic) with the determination of the area under the AUC curve and 95% confidence interval (CI). The resulting model is satisfactory if the value is above 0.5 and is considered statistically significant if the CI value is above 0.5. The threshold for the indicator's value (cut-off point) is also determined, with the sensitivity and specificity of the method determined. It allows us to assess the quality and diagnostic efficiency of the prognostic model and find the optimal value of the classification threshold.

Research results.

The factor analysis of variance revealed that the diagnosis factor plays a significant role in the analysed groups of patients for the values of the index of volumetric pulse blood filling of the eye ($F=6.7$, $p=0.00$), tone of large intraocular vessels ($F=28.7$, $p=0.00$), small intraocular vessels ($F=13.5$, $p=0.00$), and volume filling rate ($F=9.4$, $p=0.00$).

When considering the distribution of ocular blood flow RQ (%) among all groups, the highest value was in group 1 – 4.5 ± 1.7 (%). Thus, in the acute course of ON, RQ was 15.5% ($p=0.05$) higher than in the control group; 55.2% ($p=0.002$) higher than in the 2nd group of patients with partial optic atrophy; 60% ($p=0.00$) higher than in the acute form of AION (3rd group) and 44.4% ($p=0.00$) higher than in the chronic course of AION (4th group) (table 1, fig. 1a).

Table 1 – Comparative characteristics of rheo-ophthalmogram (ROG) indices in groups of patients with ON and AION (acute and chronic)

Indicators	ON (acute)	POA as a consequence ON	AION (acute)	AION (chronic)	Control group	P Level of significant differences between groups
	N=35	N=13	N=25	N=71	N=28	
	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD	
	1	2	3	4	5	
RQ % (volumetric pulse blood filling of the eye)	4,5±1,7	2,9±1,3	1,8±0,9	2,5±0,4	3,8±1,7	$P_{1-5}=0,05$ $P_{1-3}=0,00$ $P_{1-4}=0,00$ $P_{1-5}=0,00$ $P_{2-3}=0,002$ $P_{2-4}=0,00$ $P_{2-5}=0,00$ $P_{3-4}=0,000$ $P_{3-5}=0,008$ $P_{4-5}=0,02$
α_r/T (%) (tonic properties of large vessels of the eye)	20,5±3,5	23,6±3,4	25,5±3,1	25,9±0,1	20,0±1,1	$P_{1-5}=0,00$ $P_{1-3}=0,00$ $P_{1-4}=0,00$ $P_{1-5}=0,04$ $P_{2-3}=0,0002$ $P_{2-4}=0,00$ $P_{2-5}=0,00$ $P_{3-4}=0,00$
α_s/T (%) (tonic properties of small vessels of the eye)	17,5±3,4	15,0±3,7	14,8±1,9	15,6±0,4	15,0±1,0	$P_{1-5}=0,0002$ $P_{1-2}=0,01$ $P_{1-3}=0,02$ $P_{1-4}=0,00$
V (ohm/s) (rate of volumetric pulse blood filling of the eye)	1,6±0,8	1,2±0,8	0,7±0,4	1,0±0,2	1,0±0,1	$P_{1-5}=0,0001$ $P_{1-3}=0,001$ $P_{1-4}=0,00$ $P_{1-5}=0,01$

Notes: M – arithmetic mean, SD – standard deviation; N – number of patients; ON – optic neuritis, POA – partial optic atrophy, AION – anterior ischaemic optic neuropathy.

The lowest RQ (%) values were in AION (acute) -1.8 ± 0.9 %. It was 60% lower ($p=0.00$) than in acute ON (group 1), 37.9% lower ($p=0.008$) than in patients with partial optic atrophy (group 2), 28% lower ($p=0.00$) than in chronic AION (group 4) and 52% lower ($p=0.00$) than in controls (group 5) (table 1, fig. 1a). The rate of pulse volume blood filling V (ohm/s) also had the highest values in acute ON, which was 60% ($p=0.0001$) higher than in the control and chronic AION groups, and 2.28 times ($p=0.001$) higher than in acute AION (table 1, fig. 1b).

Such an indicator of rheo-ophthalmogram as the tonic properties of large vessels of the blood supply system of the eye in the acute ON group did not differ from the control group. However, in the case of POA, as a consequence of ON, the vascular tone was higher by

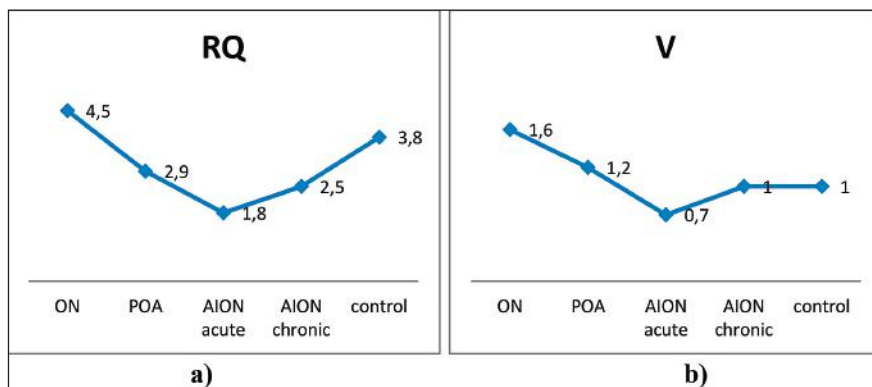


Figure 1 – a) – RQ (%) – index of volumetric blood filling of the eye; b) – V (ohm/s) – index of pulse volume filling rate in groups of patients with optic neuritis (ON), partial optic atrophy (POA), anterior ischaemic optic neuropathy (AION) in acute and chronic form.

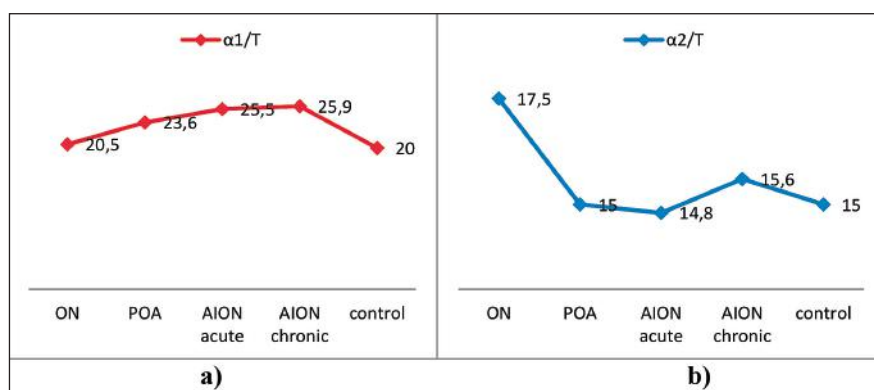


Figure 2 – a) – $\alpha 1/T$ index (tonic properties of large vessels); b) – $\alpha 2/T$ index (tonic properties of small vessels) in groups of patients with optic neuritis (ON), partial optic nerve trophy (POT), anterior ischaemic optic neuropathy (AION) in acute and chronic form.

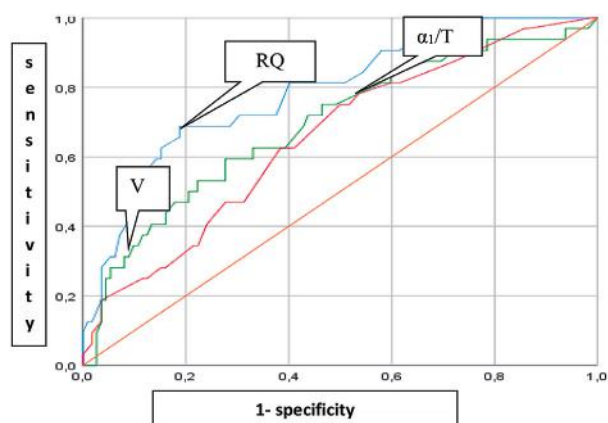


Figure 3 – ROC curve (Receiver Operating Characteristic). RQ % (volume pulse blood flow in the eye), V (ohm/s) (volume pulse blood flow rate in the eye), $\alpha 1/T$ (%) (tonic properties of large vessels in the eye).

15% ($p=0.04$). In acute and chronic AION, it was higher by 25% ($p=0.00$) compared to the ON and control groups (table 1, fig. 2a). The tonic properties of small vessels of the eye in the acute course of ON were the highest on average by 16.6% ($p=0.01$) compared with all groups (groups 2-5) (table 1, fig. 2b).

Table 2 – Comparative characteristics of relative blood volume filling of cerebral vessels by rheographic index RI (%) (relative to the norm, taken as 100%) in the basins of the internal carotid artery (ICA) and vertebro-basilar artery (VBA) according to rheoencephalography of patients with ON and its consequences and AION (acute and chronic)

Vascular basin	Acute ON	Transition of ON to POA	AION (acute)	AION (chronic)	Level of significant differences between groups (p)
	N=25	N=7	N=13	N=40	
	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD	
	1	2	3	4	
ICA (on the right side)	88,5 $\pm$ 38,0	157,7 $\pm$ 30,9	112,0 $\pm$ 50,6	130,8 $\pm$ 90,3	$p_{1-2}=0,02$ $p_{1-4}=0,05$ $p_{2-3}=0,02$
ICA (on the left side)	102,7 $\pm$ 46,2	132,5 $\pm$ 54,5	115,2 $\pm$ 37,4	144,2 $\pm$ 91,3	$p_{1-2}=0,03$ $p_{1-4}=0,04$
VBA (on the right side)	130,1 $\pm$ 30,5	120,0 $\pm$ 44,8	118,5 $\pm$ 39,8	138,5 $\pm$ 84,3	-
VBA (on the left side)	143,2 $\pm$ 33,9	134,8 $\pm$ 36,5	123,2 $\pm$ 37,7	135,5 $\pm$ 81,6	-

Notes: M – arithmetic mean, SD – standard deviation; N – number of patients, ON – optic neuritis, POA – partial optic atrophy, AION – anterior ischaemic optic neuropathy.

The AUC (Area Under Curve) area under the ROC curve, which is responsible for the relationship between the index of ocular blood flow RQ and the diagnosis in patients with ON and AION (in the acute course of the disease), was 0.79 ± 0.04 with 95% CI 0.7-0.87. The quality of the obtained model is good. It is statistically significant because the upper and lower CI values are above 0.5 (fig. 3).

The threshold value of RQ for the cut-off point is 2.9%. If the RQ exceeds this value, a high risk of ON is predicted compared to AION (acute). The sensitivity and specificity of this diagnosis are 70% and 68%, respectively.

The AUC (Area Under Curve) area under the ROC curve, which is responsible for the relationship between the pulse volume filling rate V (ohm/s) and the diagnosis in patients with ON and AION (acute), was 0.69 ± 0.05 with 95% CI 0.58-0.80. The obtained model is also statistically significant. The threshold value of V for the cut-off point is 0.9%. If the RQ exceeds this value, a high risk of ON is predicted compared to AION (acute) with a sensitivity and specificity of 67% and 55%, respectively.

The AUC (Area Under Curve) area under the ROC curve, which is responsible for the relationship between the indicator of large vessel tone $\alpha 1/T$ (%) and the diagnosis in patients with ON and AION (in the acute course of the disease), was 0.65 ± 0.05 with 95% CI 0.55-0.76. The threshold value of $\alpha 1/T$ for the cut-off point is 24%; if $\alpha 1/T$ exceeds this value, a high risk of AION is predicted compared to ON with sensitivity and specificity of 63% and 60%, respectively.

Thus, in addition to the known clinical, functional, imaging and electrophysiological research methods, it is possible to propose using ROG for the differential diagnosis of optic neuritis and anterior optic ischaemic neuropathy (in the acute course of the disease).

Thus, the data of ROC analysis allow us to propose using the index of ocular blood flow RQ, the rate of ocular blood flow V (ohm/s), and the index of large vessels tone $\alpha 1/T$ (%) for the differential diagnosis of optic neuropathy. If the RQ exceeds 2.9%, the pulse volume filling velocity V (ohm/s) is 0.9%, and the large vessel tone index $\alpha 1/T$ (%) is below 24%, a high risk of ON is predicted compared to AION.

When considering the features of cerebral circulation according to rheoencephalography, it was found that pulse volume blood filling according to the RI index differs in the groups only in the basins of the internal carotid artery. Thus, in ON and acute AION in the ICA basin, RI corresponds to the norm and increases in AION (chronic) by 44% ($p<0.05$) and in POA by 52% ($p<0.05$) (table 2).

Comparative characteristics of the tone of large-calibre vessels of all brain basins by the index (α ,%) showed that in the case of ON, this indicator is within the normal range, and increases compared to ON: in the group with POA – on average by 29% ($p=0.005$), in AION (acute) – on average by 34% ($p=0.003$, in AION (chronic) – on average by 39% ($p=0.003$) (**table 3**).

Thus, ON is characterised by the normal tone of large cerebral vessels. Comparative characteristics of the tone of small cerebral vessels by the indicators of DCI% and DSI% showed that in ON they exceed the norm by an average of 40.8% and 57.8%, respectively, in the group with POA – by 4.9% and 38.6%, respectively), in AION (acute) – by 9% and 21.9%, respectively, in AION (chronic) – by 11.9% and 29.7%, respectively ($p<0.05$) (**table 4**). DCI% is higher in the ON group than in AION (acute) $p=0.006$ and AION (chronic) $p=0.004$. The DSI% is higher in the group of ON than AION (acute) $p=0.02$ and AION (chronic) $p=0.007$.

Thus, in the case of ON, there is a significantly more pronounced hypertension of small vessels compared with acute and chronic AION (**table 4**).

Discussion of the research results.

Unilateral optic nerve dysfunctions with optic disc oedema occur in various diseases, but most often in such diseases as anterior ischaemic optic neuropathy (AION), optic neuritis (ON), optic compression neuropathy, infiltrative optic neuropathy and retinal vein occlusion. Among them, AION and ON (papilledema) are the most common causes of unilateral disc oedema with a similar clinical picture, especially if there is no severity of the height of the optic disc oedema and focal haemorrhage [12]. For the differential diagnosis, the patient's age is considered since it is known that the average age in the AION group is higher than in the ON group [5]. In our groups of ON patients, the age of patients was 37.8 ± 11.3 years, and in AION patients, it was 53.7 ± 12.9 years. The gender of patients, the presence of systemic diseases (such as hypertension, diabetes mellitus, multiple sclerosis and optic neuromyelitis), and accompanying symptoms (such as pain when moving the eyes) were also considered. Diabetes mellitus and hypertension are risk factors for AION [15]. Additional examinations should be performed: central and peripheral visual fields, colour vision, CT

Table 3 – Comparative characteristics of the tone of large-calibre vessels of the brain by the index (α ,%) (relative to the norm, taken as 100%) in the basins of the internal carotid artery (ICA) and vertebrobasilar artery (VBA) according to rheoencephalography of patients with ON and its consequences and AION (acute and chronic)

Vascular basin	Acute ON	Transition of ON to POA	AION (acute)	AION (chronic)	Level of significant differences between groups
	1	2	3	4	
	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD	
	N=25	N=7	N=9	N=40	
ICA (on the right side)	104,4 $\pm$ 32,2	140,6 $\pm$ 29,3	146,5 $\pm$ 26,3	155,4 $\pm$ 7,3	$p_{1-2}=0,005$ $p_{1-3}=0,003$ $p_{1-4}=0,000$ $p_{2-4}=0,003$
ICA (on the left side)	103,5 $\pm$ 37,6	141,5 $\pm$ 72,8	135,6 $\pm$ 21,8	151,4 $\pm$ 6,2	$p_{1-2}=0,005$ $p_{1-3}=0,007$ $p_{1-4}=0,000$
VBA (on the right side)	105,5 $\pm$ 26,3	118,3 $\pm$ 37,9	137,5 $\pm$ 49,4	131,7 $\pm$ 7,0	$p_{1-4}=0,000$ $p_{1-3}=0,002$ $p_{2-4}=0,000$
VBA (on the left side)	103,5 $\pm$ 29,3	130,6 $\pm$ 38,4	134,5 $\pm$ 67,4	134,2 $\pm$ 7,9	$p_{1-4}=0,000$ $p_{1-2}=0,005$

Notes: M – arithmetic mean, SD – standard deviation; N – number of patients, ON – optic neuritis, POA – partial optic atrophy, AION – anterior ischaemic optic neuropathy.

scan, electrophysiological methods, contrast light sensitivity, and imaging tests such as OCT. The current literature indicates that the ratio of excavation to disc and the frequency of peripapillary atrophy in the groups of AION and ON are often not different [12]. Fluorescein angiography (FA) most often reveals delayed optic disc filling and circular or local peripapillary choroidal filling delay

Table 4 – Comparative characteristics of small-calibre vessels tone in the brain by indicators (DCI%, DSI%) (relative to the norm, taken as 100%) in the basins of the internal carotid artery (ICA) and vertebro-basilar artery (VBA) according to rheoencephalography of patients with ON and its consequences and AION (acute and chronic)

Vascular basin	indicators	Acute ON	Transition of ON to POA	AION (acute)	AION (chronic)	Level of significant differences between groups
		1	2	3	4	
		M $\pm$ SD	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD	
		N=25	N=7	N=9	N=40	
ICA (on the right side)	DCI%	147,2 $\pm$ 49,0	98,2 $\pm$ 33,9	108,2 $\pm$ 37,4	112,7 $\pm$ 53,5	$p_{1-3}=0,03$ $p_{1-4}=0,02$ $p_{2-3}=0,04$
	DSI %	160,2 $\pm$ 45,0	161,1 $\pm$ 6,0	118,2 $\pm$ 35,7	130,4 $\pm$ 43,1	$p_{1-3}=0,005$ $p_{1-4}=0,003$ $p_{2-3}=0,05$
ICA (on the left side)	DCI%	145,2 $\pm$ 39,0	103,2 $\pm$ 26,4	105,5 $\pm$ 38,3	114,4 $\pm$ 45,2	$p_{1-3}=0,04$ $p_{1-4}=0,04$
	DSI %	161,8 $\pm$ 46,2	129,1 $\pm$ 27,2	122,6 $\pm$ 24,1	125,8 $\pm$ 40,9	$p_{1-3}=0,002$ $p_{1-4}=0,0007$
VBA (on the right side)	DCI%	134,6 $\pm$ 36,1	115,6 $\pm$ 27,0	109,5 $\pm$ 4,9	118,3 $\pm$ 43,4	$p_{1-4}=0,03$
	DSI %	155,2 $\pm$ 39,3	148,2 $\pm$ 29,9	118,9 $\pm$ 20,7	124,7 $\pm$ 39,1	$p_{1-3}=0,0001$ $p_{1-4}=0,000$ $p_{2-3}=0,03$ $p_{2-4}=0,03$
VBA (on the left side)	DCI%	136,2 $\pm$ 29,4	102,8 $\pm$ 29,4	113 $\pm$ 28,5	121,2 $\pm$ 30,9	-
	DSI %	154,2 $\pm$ 31,8	136,0 $\pm$ 32,7	127,8 $\pm$ 44,6	137,7 $\pm$ 40,7	$p_{1-3}=0,005$

Notes: M – arithmetic mean, SD – standard deviation; N – number of patients, ON – optic neuritis, POA – partial optic atrophy, AION – anterior ischaemic optic neuropathy.

in AION [16]. In ON, choroidal circulation disorders are detected in only a quarter of cases, and delayed filling of the ONH was found in only half of patients. The authors believe that FA and fundus photography results can provide valuable information for differential diagnosis [12]. Collignon-Robe NJ and co-authors evaluated the blood circulation in the optic disc by ultrasound Doppler examination in patients with unilateral non-arteritic AION and ON. The authors found differences in circulatory abnormalities between the two diseases (in particular, the circulatory abnormalities are more pronounced in AION than in ON), allowing us to understand the pathophysiological mechanisms at work. However, the authors believe these signs are not sufficiently pronounced for a clinician to distinguish between ON and AION in an individual patient in these studies [17].

Comparative characteristics of pulse volume blood filling by RQ index showed that it was 60% higher ($p=0.00$) in patients with ON than in AION in the acute course of the disease. The rate of pulse volume blood filling V (ohm/s) also had the highest values in the acute course of ON: 2.28 times ($p=0.001$) higher than in acute AION. The tonic properties of small vessels of the blood supply system of the eye in the acute course of ON are higher than in acute AION by 17.5% ($p=0.01$). It is worth noting that ON is characterised by a normal tone of large cerebral vessels, while in acute and chronic AION, the tone is higher than normal by an average of 34% ($p=0.003$) and 39% ($p=0.003$), respectively. The tone of small-calibre vessels in the brain according to the indicators of DCI% and DSI% is, on average, higher in patients with ON compared to acute AION by 77.7% ($p=0.005$) and 62.1% ($p=0.005$), respectively.

In addition to other examination methods, we propose using ROG for the differential diagnosis of optic neuritis and anterior optic ischaemic neuropathy of the

optic nerve in the acute course of the disease. The analysis allows us to propose using the index of ocular blood flow RQ, the rate of visual pulse blood flow V (ohm/s), and the index of large vessel tone $\alpha 1/T$ (%) for the differential diagnosis of optic neuropathy. If the RQ exceeds 2.9%, the pulse volume filling velocity V (ohm/s) exceeds 0.9%, the large vessel tone index $\alpha 1/T$ (%) is below 24%, and a high risk of ON is predicted compared to AION.

Conclusions.

1. In the acute course of optic neuritis (ON) and anterior ischaemic neuropathy (AION), pulse volume blood filling by RQ is 60% higher ($p=0.00$) in patients with ON than in patients with AION. The blood filling velocity V (ohm/s) in the acute course of ON is 2.28 times ($p=0.001$) higher than in acute AION. The tone of small vessels of the eye in the acute course of ON is 17.5% higher than in acute AION.

2. In AION, the tone of cerebral vessels is higher than normal by an average of 34% ($p=0.003$) in the acute course and by 39% ($p=0.003$) in the chronic course of the disease. ON is characterised by the normal tone of large vessels of the brain. The tone of small vessels in patients with ON compared to acute AION is 77.7% higher by DCI and 62.1% by DSI.

3. The results of the ROC analysis allow us to suggest the use of the indicator of volumetric blood filling of the eye RQ, the rate of volumetric pulse blood filling V (ohms/s), the indicator of the tone of large vessels of the eye $\alpha 1/T$ (%) for the differential diagnosis of optic neuropathy.

Prospects for further research.

Study of immunological features and determination of immunological markers for the differential diagnosis of ON and AION.

DOI 10.29254/2077-4214-2023-3-170-291-304

УДК 617.731-002:612.019:612.13:616-036.1

Храменко Н. І.

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГІОНАРНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ ПРИ НЕВРИТІ ЗОРОВОГО НЕРВУ І ПЕРЕДНЬОЇ ІШЕМІЧНОЇ НЕЙРОПАТІЇ ЗОРОВОГО НЕРВУ ПРИ ГОСТРОМУ ТА ХРОНІЧНОМУ ПЕРЕБІГУ ХВОРОБ

ДУ «Інститут очних хвороб і тканинної терапії ім. В.П. Філатова НАМНУ» (м. Одеса, Україна)

Khramenkon@gmail.com

Передня ішемічна нейропатія зорового нерва (ПІНЗН) та неврит зорового нерва (папіліт) (НЗН) є найбільш поширеними причинами одностороннього набряку диска зорового нерва. Вони часто мають схожі клінічні профілі, і їх може бути важко диференціювати за клінічними ознаками під час первісного прояву. Тому важливо визначення маркерів диференціальної діагностики цих хвороб. Оскільки при даних захворюваннях до патогенезу залучається регіонарна гемодинаміка, важливо вивчити особливості її стану та провести порівняння показників регіонарної гемодинаміки ока, отриманих методом реоофтальмографії та мозку - методом реоенцефалографії у хворих на НЗН та ПІНЗН при гострому та хронічному перебігу хвороб для визначення маркерів діагностики. У цьому дослідженні обстеження методом комп'ютерної реографії пройшли групи хворих з гострим ідіопатичним НЗН, папілітом та його наслідками (34 людини (48 очей)) та хворих з гострою та хронічною ПІНЗН (53 людини (96 очей)). Визначено залежність таких показників гемодинаміки ока від фактора діагнозу, як показника об'ємного пульсового кровонаповнення ока, тону великих внутрішньоочних судин, дрібних внутрішньо очних судин, швидкості об'ємного кровонаповнення ока. Серед показників гемодинаміки мозку діагностично значущу відмінність мали показники тону судин великого та дрібного калібру, які були вище у хворих ПІНЗ, ніж у хворих НЗН. Було запропоновано застосування показника об'ємного кровонаповнення ока RQ, швидкості об'ємного

пульсового кровонаповнення V (Ом/с), показника тонууса великих судин ока $\alpha 1/T$ (%) для диференціальної діагностики таких нейропатій зорового нерва як НЗН та ПІНЗ при гострому перебігу хвороб.

Ключові слова: ішемічна нейропатія зорового нерва, неврит зорового нерва, атрофія зорового нерва, об'єм та швидкість кровонаповнення ока та мозку, тонус судин ока та мозку

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.

Дослідження виконано в рамках науково-дослідної роботи «Ефективність імунокорекції в лікуванні ішемічної нейропатії зорового нерва», державний реєстраційний номер № 119U101224.

Вступ.

Пошкодження зорового нерва внаслідок аутоімунного та інфекційного запалення, гіпоксії, травми, а також неопластичних, токсичних процесів, компресії та ін. є причиною значного зниження зорових функцій [1]. Серед них передня ішемічна нейропатія зорового нерва та неврит зорового нерва (папіліт) є найбільш поширеними (вище за 30%) причинами одностороннього набряку диска зорового нерва. Вони часто мають схожі клінічні профілі, і їх може бути важко диференціювати за клінічними ознаками під час первісного прояву [2]. Такий клінічний прояв часто ускладнює диференціальну діагностику двох абсолютно різних нозологічних форм, для яких потрібний і різний підхід до терапії.

Ішемічна нейропатія зорового нерва (ІНЗН) – стан гіпоксичного ушкодження (інфаркт ішемічного генезу) будь-якої частини зорового нерва протягом від хіазми до диска зорового нерва. Клінічно він ділиться на передню та задню форми за наявністю чи відсутністю набряку диска зорового нерва відповідно. Обидві форми поділяються на артеріїтні, коли вони вторинні стосовно васкуліту (зумовлені гігантоклітинним артеріїтом), і неартеріїтні, коли вони спричинені іншими захворюваннями [3, 4]. Передня ІНЗН (ПІНЗН) становить 90% випадків неартеріїтної ІНЗН [2]. Частота неартеріїтної ПІНЗН становить від 2,3 до 10,3 на 100 000 населення на рік [5]. Стан ПІНЗН викликається інфарктом ламінарної або ретроламінарної частини диска зорового нерва, при гострому перебігу хвороб, який заснований порушенням кровотока коротких задніх циліарних артерій (ЗЦА) [5]. Патогенез неартеріїтної ПІНЗН неясний, але описані такі причини, як тромбоемболія, системна гіпо- та гіпертензія, атеросклеротична оклюзія судин, цукровий діабет, малий діаметр склерального каналу входу зорового нерва. Але в більшості випадків не визначається різновид судинної недостатності зорового нерва [3]. Згідно з клінічними дослідженнями передньої ПІНЗН з артеріїтом і без артеріїту, набряк диска зорового нерва регресує протягом 8-12 тижнів, що призводить до атрофії зорового нерва [1].

Неврит зорового нерва (НЗН), або запалення зорового нерва, є однією з частих причин гострого пошкодження зорового нерва у дітей і дорослих, може бути у вигляді папіліту, нейроретиниту або ретробульбарного невриту. Етіологія НЗН різноманітна: автоімунний та інфекційний процес, гранулематозна хвороба, паранеопластичні захворювання і де мієлінізація [6]. Ізольований НЗН невідомої етіології називають ідіопатичним НЗН. В роботах останніх десятиріччів приведені дані щодо захворювання на неврит зорового нерва невідомої етіології в

різних країнах: частота таких випадків коливається від 0,7-5,1 (США) до 33 випадків на 100 000 населення в рік (Тайвань) [7]. Стверджується, що після НЗН майже завжди присутня атрофія зорового нерва в тій чи іншій мірі виразності. При переході НЗН в атрофію зорового нерва відзначається зниження зорових функцій, якщо пошкоджено більш половини волокон, що йдуть до зони макули [8].

Патологію зорового нерва зазвичай визначають на основі клінічної картини, результатів офтальмоскопії, кампіметрії, периметрії, наявності дисхроматопсії і зниженні контрастної чутливості, порушенню порога електричної чутливості за фосфеном і критичній частоті зливання сполохів за фосфеном, що є характерним до аферентного дефекту зіничного рефлексу, а також особливостей зорових викликаних потенціалів (ЗВП). Останнє дослідження являє реєстрацією електричної активності потиличної кори у відповідей на зорові подразники. При демієлінізації або при наявності інших уражень зорових шляхів коркова відповідь затримується, або відсутня. При необхідності диференціальної діагностики проводять дослідження ФАГ і ОКТ з прискіпливим оглядом ДЗН [9]. В ряді сучасних робіт показаний факт порушення гемодинаміки в орбітальних судинах, очній артерії і вені при НЗН, де автори припускають гіпотези о вірогідних її причинах, вказують на суперечності у результатах дослідження [10, 11]. У поодиноких роботах проводять спробу пошуку ключових маркерів диференціальної діагностики таких різних патологій зорового нерва. З'ясовується, що такі клінічні ознаки, як ступінь гіперемії диска та набряк диска, однакові в уражених очах обох груп, і не є основними [12]. Звуження артерій та крововиливи, ватяні плями, вогнищові телеангіектазії та венозний застій частіше виявляються при ПІНЗН. Однак ці ознаки не абсолютні та можуть бути при обох патологіях [12, 13].

З метою визначення критеріїв для диференціальної діагностики ПІНЗН та НЗН аналізуються особливості локальної гемодинаміки методом флуоресцентної ангіографії (ФАГ). У випадках ПІНЗН на ФАГ виявляють затримку кровонаповнення диска зорового нерва та локальну або загальну хоріоїдальну недостатність кровонаповнення. Примітно, що у групі НЗН у більшості пацієнтів (76,5%) за даними ФАГ хоріоїдальний кровообіг нормальний [12]. Реоофтальмографія та реоенцефалографія є корисними методами оцінки об'ємного пульсового кровонаповнення та тонічних властивостей судин ока та мозку. За результатами наших попередніх досліджень методом реографії нами виявлено особливості порушення регіональної гемодинаміки як у гострий період ПІНЗН та НЗН, так і при переході до ЧАЗН [9, 14].

Але нами не було проведено порівняльного аналізу гемодинаміки ока та мозку при даних ста- нах з метою виявлення діагностичних маркерів для диференціальної діагностики.

Мета дослідження.

Визначити особливості показників регіонарної гемодинаміки ока, отриманих методом реоофтальмографії, та мозку – методом реоенцефалографії у хворих на НЗН і та ПІНЗН при гострому та хронічному перебігу хвороби та провести їх порівняння для визначення маркерів диференціальної діагностики цих хвороб.

Об'єкт і методи дослідження.

Обстеження на основі лабораторії функціональних методів дослідження органу зору ДУ «Інститут очних хвороб та тканинної терапії ім. В.П. Філатова НАМНУ» пройшли пацієнти, які складали кілька груп.

1 група – 27 хворих (35 очей) з ідіопатичним невритом зорового нерва (НЗН), який клінічно визначався у вигляді папіліту, термін захворювання від перших симптомів до діагнозу с цим обстеженням (Median (Q I-u)) 12 (7-30) діб.

2 група – 7 хворих (13 очей) з ЧАЗН як наслідок НЗН. Вік хворих цих груп – $37,8 \pm 11,3$ років. Термін захворювання від перших симптомів до діагнозу (Median Q (I-u)) 1080 (180-1825) діб.

3 група 13 хворих з гострою ПІНЗН (25 очей), вік хворих $-53,7 \pm 12,9$ років. Термін захворювання від перших симптомів до діагнозу (Median Q (I-u)) 16,5 (12,5-30) діб.

4 група 40 хворих з хронічною ПІНЗН (71 око), вік хворих – $54 \pm 11,7$ років. Термін захворювання від перших симптомів до діагнозу (Median Q (I-u)) 700 (180-1950) діб.

5 група – контрольна група, яку склали 28 здорових волонтерів, вік – $40 \pm 14,4$ років.

Не всі пацієнти пройшли одночасно дослідження як РОГ, так і РЕГ, кількість пацієнтів та їх очей вказана у таблицях.

У роботі були передбачені заходи щодо забезпечення безпеки та здоров'я пацієнтів, дотримання їх прав, людської гідності та моральних норм відповідно до принципів Гельсінської Декларації прав людини, Конвенції Ради Європи про права людини та біомедичні та відповідних законів України. Письмова поінформована згода була отримана від кожного учасника після докладного пояснення характеру дослідження. Автори вжили всіх необхідних заходів до забезпечення анонімності даних після залучення індивідуальної згоди, що до використання даних з історії хвороби.

Всім пацієнтам було проведено клінічне офтальмологічне обстеження, включаючи гостроту зору, тонометрію, біомікроскопію за допомогою щільної лампи, офтальмоскопію з розширенням зіниці, вимірювання осьової довжини ока, поріг електричної чутливості зорового нерва по фосфену та критичної частоти злиття мелькань, периметрію Humphrey (стандарт 24-2 SITA; Carl Zeiss Meditec); у разі уточнення діагнозу – ОКТ області макули, диска зорового нерва та перипаплярної сітківки. Пацієнти проходили консультації невропатолога, МРТ та КТ головного мозку. Випадки з розсіяним склерозом було виключено з обстеження.

Реоофтальмографію (РОГ) виконували на комп'ютерному реографічному комплексі (Реоком, Україна, Харків). Використовували параметри об'ємного пульсового кровонаповнення ока, що визначає реографічний коефіцієнт Jantsch –RQ, %, параметри тонічних властивостей судин ока за співвід-

ношенням часу висхідної частини реохвилі до часу всієї реохвилі, які далі за показниками низькочастотних і високочастотних складових диференціальних реограм визначали як тонічні властивості великих $\alpha 1/T(\%)$, і дрібних судин $\alpha 2/T(\%)$, відповідно; швидкість об'ємного кровотоку – як зміна амплітуди реосигналу на час висхідної частини реохвилі – V (Ом/с).

Подано заявку на авторське свідоцтво щодо способу диференційної діагностики НЗН та ПІНЗ з урахуванням показників реоофтальмограми: №С2023 06364 от 29.08.2023.

При дослідженні гемодинаміки головного мозку за методом реоенцефалографії – РЕГ (комп'ютерний реографічний комплекс (Реоком, Україна, м. Харків) використовували показники відносного об'ємного пульсового кровонаповнення (відносний реографічний індекс PI (ОМ) – відношення реографічного індексу пацієнта до аналогічного показника його вікової норми), прийнятої за 100%) та еласто-тонічних властивостей великих (показник α (%)) та дрібних судин (ДКІ (%) – дикротичний індекс, ДСІ (%) – діастолічний індекс) у басейнах правої та лівої внутрішньої сонної артерії (ВСА) та судин правої та лівої вертебро-базиллярної артерії (ВБА) головного мозку.

Накопичення, коригування, візуалізація та систематизація одержаних результатів, статистичний аналіз проводилися в електронних таблицях з використанням програми STATISTICA 8.0 (StatSoft.Inc). Номінальні дані описувалися із зазначенням абсолютних значень та відсоткових часток. Кількісні показники оцінювалися відповідно до нормального розподілу за критерієм Колмогорова-Смирнова. При нормальному розподілі дані об'єднувалися в варіаційні ряди, у яких проводився розрахунок середніх арифметичних величин (M) та стандартних відхилень (SD). При порівнянні середніх величин нормально розподілених сукупностей розраховувався t-критерій Стюдента. Для виявлення факторів, що характеризують зв'язок між групами ознак, використовувався дисперсійний однофакторний аналіз (ANOVA), основні результати якого представлені графічно та у проєкті ефекту впливу за значенням F-критерію та рівня значимості.

Діагностична значимість показників реоофтальмограми для диференціальної діагностики НЗН та ПІНЗН визначалася за допомогою методу бінарної класифікації – ROC-кривої (Receiver Operating Characteristic) з визначенням площі під кривою AUC («area under curve») та 95% довірчим інтервалом (ДІ). Отримана модель задовільна при значенні вище 0,5 та вважається статистично значуща, якщо значення ДІ вище за 0,5. Також визначається поріг значення показника (точка відсікання – «cut-off») з визначенням величини чутливості та специфічності методу. Це дозволяє оцінити якість та діагностичну ефективність прогностичної моделі та знайти оптимальне значення порога класифікації.

Результати дослідження.

При проведенні факторного дисперсійного аналізу з'ясувалося, що фактор діагнозу відіграє значну роль у аналізованих групах хворих для значень показника об'ємного пульсового кровонаповнення ока ($F=6,7$, $p=0,00$), тону великих внутрішньоочних судин ($F=28,7$, $p=0,00$), дрібних внутрішньоочних

судин ($F=13,5$, $p=0,00$), швидкості об'ємного кровонаповнення ($F=9,4$, $p=0,00$).

При розгляді розподілу показника об'ємного кровонаповнення ока RQ (%) серед усіх груп найвище значення було в 1-й групі хворих – $4,5 \pm 1,7$ (%). Так, при гострому перебігу НЗН RQ було вищим на 15,5% ($p=0,05$), ніж у групі контролю; вище на 55,2% ($p=0,002$), ніж у 2-й групі хворих з частковою атрофією зорового нерва; вище на 60% ($p=0,00$), ніж при гострій формі ПІНЗН (3-я група) та на 44,4% ($p=0,00$), ніж при хронічному перебігу ПІНЗН (4-та група) (табл.1, рис. 1а).

Найнижчі показники RQ (%) були при ПІНЗН (гостра) $-1,8 \pm 0,9$ %. Це було нижче на 60% ($p=0,00$), ніж при гострому перебігу НЗН (1-я група), нижче ніж у хворих з частковою атрофією зорового нерва на 37,9% ($p=0,008$) (2-а група), нижче на 28% ($p=0,00$), ніж за хронічної ПІНЗН (4-та група) та нижче, ніж у контролі на 52% ($p=0,00$) (5-та група) (табл. 1, рис. 1а). Швидкість об'ємного пульсового кровонаповнення V (Ом/с) також мала найбільші значення при гострому перебігу НЗН, що на 60% ($p=0,0001$) вище, ніж у групі контролю та хронічної ПІНЗН, та в 2,28 раза ($p=0,001$) вище, ніж при гострій ПІНЗН (табл. 1, рис. 1б).

Такий показник реофтальмограми, як тонічні властивості великих судин системи кровопостачання ока, у групі острого НЗН не відрізнялися від групи контролю. А от при ЧАЗН, як наслідок НЗН, тону судин вищий на 15% ($p=0,04$), а також при гострому та хронічному перебігу ПІНЗН вищий на 25% ($p=0,00$) у порівнянні з групами НЗН та контролю (табл. 1, рис. 2а). Тонічні властивості дрібних судин ока при гострому перебігу НЗН були найвищі в середньому на 16,6% ($p=0,01$) в порівнянні з всіма групами (2-5 групи) (табл. 1, рис. 2б).

Площа AUC (Area Under Curve) під ROC-кривою, яка відповідає за взаємозв'язок показника об'ємного кровонаповнення ока RQ та діагнозу у хворих на НЗН та ПІНЗН (при гострому перебігу хвороби) склала $0,79 \pm 0,04$ с 95% ДІ $0,7-0,87$. Якість отриманої моделі добра, вона статистично зна-

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика показників реофтальмограми (РОГ) в групах хворих на НЗН та ПІНЗН (гострої та хронічної)

Показники	НЗН (гострий)	ЧАЗН як наслідок НЗН	ПІНЗН (гостра)	ПІНЗН (хронічна)	група контролю	Рівень значущих відмінностей між групами
	N=35	N=13	N=25	N=71	N=28	
	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD	
	1	2	3	4	5	
RQ % (об'ємне пульсове кровонаповнення ока)	$4,5 \pm 1,7$	$2,9 \pm 1,3$	$1,8 \pm 0,9$	$2,5 \pm 0,4$	$3,8 \pm 1,7$	$P_{1-2}=0,05$ $P_{1-3}=0,04$ $P_{1-4}=0,00$ $P_{1-5}=0,000$ $P_{2-3}=0,002$ $P_{2-4}=0,00$ $P_{2-5}=0,00$ $P_{3-4}=0,000$ $P_{3-5}=0,008$ $P_{4-5}=0,02$
α_1/T (%) (тонічні властивості великих судин ока)	$20,5 \pm 3,5$	$23,6 \pm 3,4$	$25,5 \pm 3,1$	$25,9 \pm 0,1$	$20,0 \pm 1,1$	$P_{1-2}=0,00$ $P_{1-3}=0,00$ $P_{1-4}=0,000$ $P_{1-5}=0,04$ $P_{2-3}=0,0002$ $P_{2-4}=0,00$ $P_{2-5}=0,000$
α_2/T (%) (тонічні властивості дрібних судин ока)	$17,5 \pm 3,4$	$15,0 \pm 3,7$	$14,8 \pm 1,9$	$15,6 \pm 0,4$	$15,0 \pm 1,0$	$P_{1-2}=0,0002$ $P_{1-3}=0,01$ $P_{1-4}=0,02$ $P_{1-5}=0,00$
V (Ом/с) (швидкість об'ємного пульсового кровонаповнення ока)	$1,6 \pm 0,8$	$1,2 \pm 0,8$	$0,7 \pm 0,4$	$1,0 \pm 0,2$	$1,0 \pm 0,1$	$P_{1-2}=0,0001$ $P_{1-3}=0,001$ $P_{1-4}=0,00$ $P_{1-5}=0,01$

Примітки: М-середнє арифметичне, SD-стандартне відхилення; N-кількість пацієнтів; НЗН- неврит зорового нерва, ЧАЗН – часткова атрофія зорового нерва, ПІНЗН – передня ішемічна нейропатія зорового нерва.

чуша, бо верхнє та нижнє значення ДІ вище 0,5 (рис. 3).

Порогове значення RQ для точки відсікання (cut-off) дорівнює 2,9%. Якщо RQ перевищує це значення, прогнозується високий ризик НЗН в порівнянні з ПІНЗН (гостра). Чутливість та специфічність даної діагностики 70% та 68% відповідно.

Площа AUC (Area Under Curve) під ROC-кривою, яка відповідає за взаємозв'язок показника швидкості об'ємного пульсового кровонаповнення V (Ом/с) та діагнозу у хворих на НЗН та ПІНЗН (при гострому перебігу хвороби) склала $0,69 \pm 0,05$ с 95% ДІ $0,58-0,80$. Отримана модель також статистично значуща. Порогове значення V для точки відсікання (cut-off) до-

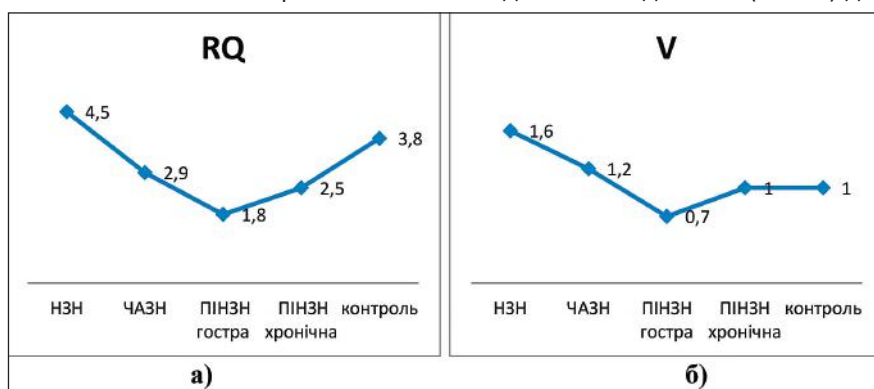


Рисунок 1 – а) – Показник об'ємного кровонаповнення ока RQ (%); б) – V (Ом/с) – показник швидкості об'ємного пульсового кровонаповнення у групах хворих на неврит зорового нерва (НЗН), часткову атрофію зорового нерва (ЧАЗН), передню ішемічну нейропатію зорового нерва (ПІНЗН) у гострій та хронічній формі.



Рисунок 2 – а) – Показник α_1/T (тонічні властивості великих судин); б) – показник α_2/T (тонічні властивості дрібних судин) у групах хворих на неврит зорового нерва (НЗН), часткову трофію зорового нерва (ЧАЗН), передню ішемічну нейропатію зорового нерва (ПІНЗН) у гострій та хронічній формі.

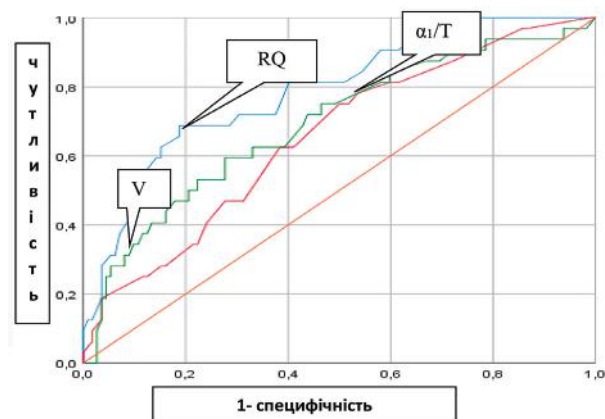


Рисунок 3 – ROC-крива (Receiver Operating Characteristic). RQ % (об'ємне пульсове кровонаповнення ока), V (Ом/с) (швидкість об'ємного пульсового кровонаповнення ока), α_1/T (%) (тонічні властивості великих судин ока).

рівнює 0,9%. Якщо RQ перевищує це значення, прогнозується високий ризик НЗН в порівнянні з ПІНЗН (гостра) з чутливістю та специфічністю даної діагностики 67% та 55% відповідно.

Площа AUC (Area Under Curve) під ROC-кривою, яка відповідає за взаємозв'язок показника тонууса ве-

Таблиця 2 – Порівняльна характеристика відносного об'ємного кровонаповнення судин головного мозку за реографічним індексом PI (%) (стосовно норми, прийнятої за 100%) у басейнах внутрішньої сонної артерії (ВСА) та вертебро-базиллярної артерії (ВБА) за даними реоенцефалографії хворих на НЗН і його наслідків та ПІНЗН (гострої та хронічної)

Судинний басейн	Гострий НЗН	Перехід НЗН у ЧАЗН	ПІНЗН (гостра)	ПІНЗН (хронічна)	Рівень значущих відмінностей між групами (p)
	N=25	N=7	N=13	N=40	
	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD	
ВСА (з правого боку)	88,5±38,0	157,7±30,9	112,0±50,6	130,8±90,3	$p_{1-2}=0,02$ $p_{1-4}=0,05$ $p_{2-3}=0,02$
ВСА (з лівого боку)	102,7±46,2	132,5±54,5	115,2±37,4	144,2±91,3	$p_{1-2}=0,03$ $p_{1-4}=0,04$
ВБА (з правого боку)	130,1±30,5	120,0±44,8	118,5±39,8	138,5±84,3	-
ВБА (з лівого боку)	143,2±33,9	134,8±36,5	123,2±37,7	135,5±81,6	-

Примітки: M-середнє арифметичне, SD-стандартне відхилення; N-кількість пацієнтів, НЗН-неврит зорового нерва, ЧАЗН – часткова атрофія зорового нерва, ПІНЗН – передня ішемічна нейропатія зорового нерва.

ликих судин ока α_1/T (%) та діагнозу у хворих на НЗН та ПІНЗН (при гострому перебігу хвороби) склала $0,65 \pm 0,05$ с 95% ДІ $0,55-0,76$. Отримана модель статистично значуща. Порогове значення α_1/T для точки відсікання (cut-off) дорівнює 24%, якщо α_1/T перевищує це значення, прогнозується високий ризик ПІНЗН порівнянні з НЗН з чутливістю та специфічністю даної діагностики 63% та 60% відповідно.

Таким чином, додатково до відомих клінічних, функціональних, візуалізуючих та електрофізіологічних методів дослідження, можна запропонувати застосування РОГ для диференціальної діагностики неврит зорового нерва та передньої оптичної ішемічної нейропатії зорового нерва (при гострому перебігу хвороби).

Так, дані ROC аналізу дозволяють запропонувати застосування показника об'ємного кровонаповнення ока RQ, швидкості об'ємного пульсового кровонаповнення V (Ом/с), показника тонууса великих судин ока α_1/T (%) для диференціальної діагностики нейропатії зорового нерва. Якщо RQ перевищує значення 2,9%, швидкості об'ємного пульсового кровонаповнення V (Ом/с) 0,9%, показник тонууса великих судин ока α_1/T (%) нижче за 24%, прогнозується високий ризик НЗН в порівнянні з ПІНЗН.

При розгляді особливостей кровообігу мозку за даними реоенцефалографії з'ясувалося, що об'ємне пульсове кровонаповнення за показником PI має різницю в групах лише в басейнах внутрішньої сонної артерії. Так, при НЗН та при гострій ПІНЗН у басейні ВСА PI відповідає нормі та підвищується при ПІНЗН (хронічної) на 44% ($p<0,05$) і при ЧАЗН на 52% ($p<0,05$) (табл. 2).

Порівняльна характеристика тонууса судин великого калібру всіх басейнів головного мозку за показником (α %) показала, що при НЗН цей показник є в межах норми, а підвищується в порівнянні з НЗН: у групі з ЧАЗН – у середньому на 29% ($p=0,005$), при ПІНЗН (гостра) – у середньому на 34% ($p=0,003$), при ПІНЗН (хронічна) – у середньому на 39% ($p=0,003$) (табл. 3).

Таким чином, НЗН відзначається нормальним тонуусом крупних судин головного мозку. Порівняльна характеристика тонууса судин дрібного калібру головного мозку за показниками ДКІ% та ДСІ% показала, що при НЗН вони перевищують норму в середньому на 40,8% та 57,8% відповідно, у групі з ЧАЗН – на 4,9% та 38,6% відповідно при ПІНЗН (гостра) – на 9% та 21,9% відповідно, при ПІНЗН (хронічна) – на 11,9% та 29,7% відповідно ($p<0,05$) (табл. 4). ДКІ% вище у групі НЗН,

ніж ПІНЗН (гостра) $p=0,006$ та ПІНЗН (хронічна) $p=0,004$. ДСІ% вище у групі НЗН, ніж ПІНЗН (гостра) $p=0,02$ та ПІНЗН (хронічна) $p=0,007$.

Таким чином, при НЗН відзначається значно більш виражений гіпертонус дрібних судин, порівняно з ПІНЗН гострої та хронічної течії (табл. 4).

Обговорення результатів дослідження.

Односторонні дисфункції зорового нерва з набряком диска зорового нерва зустрічаються при різних захворюваннях, але найчастіше при таких, як передня ішемічна оптична нейропатія (ПІНЗН), неврит зорового нерва (НЗН), оптична компресійна нейропатія, інфільтративна оптична нейропатія і оклюзія вен сітківки. Серед них ПІНЗН та НЗН (папіліт) є найпоширенішими причинами одностороннього набряку диска зі схожою клінічною картиною, особливо якщо немає вираженості висоти набряку ДЗН та осередкової геморагії [12]. Для диференціальної діагностики враховують вік хворого, оскільки відомо, що середній вік у групі ПІНЗН вище, ніж у групі НЗН [5]. І в наших групах НЗН вік хворих був $37,8 \pm 11,3$ років, а при ПІНЗН вище – $53,7 \pm 12,9$ років. Також враховується стать пацієнтів, наявність системних захворювань (таких як гіпертонія, цукровий діабет, розсіяний склероз та оптиконейромієліт), супутні симптоми (такі як біль при русі очей). Цукровий діабет та артеріальна гіпертензія були визначені як фактори ризику ПІНЗН [15]. Необхідно проводити додаткові обстеження: центрального та периферичного поля зору, поля зору на кольори, КТ, електрофізіологічні методи дослідження, контрастну світлову чутливість, візуалізують тести – ГКТ. У сучасній літературі вказується, що співвідношення екскавації та диска та частота перипапільної атрофії в групах ПІНЗН та НЗН найчастіше не відрізняється [12]. Флуоресцентна ангіографія (ФАГ) найчастіше виявляє затримку наповнення диска зорового нерва та циркулярну або локальну перипапільну затримку наповнення хоріоїди при ПІНЗН [16]. А при НЗН порушення хоріоїдального кровообігу виявляється лише у чверті випадків, затримка наповнення ДЗН зустрічалася лише у половини хворих. Автори вважають, що результати ФАГ та результати фотографії очного дна можуть надати

Таблиця 3 – Порівняльна характеристика тонусу судин великого калібру головного мозку за показником (α ,%) (стосовно норми, прийнятої за 100%) у басейнах внутрішньої сонної артерії (ВСА) та вертебро-базиллярної артерії (ВБА) за даними реоенцефалографії хворих на НЗН і його наслідків та ПІНЗН (гострої та хронічної)

Судинний басейн	Гострий НЗН	Перехід НЗН у ЧАЗН	оптична нейропатія (гостра)	оптична нейропатія (хронічна)	Рівень значущих відмінностей між групами
	1	2	3	4	
	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD	
	N=25	N=7	N=9	N=40	
ВСА (з правого боку)	104,4 $\pm$ 32,2	140,6 $\pm$ 29,3	146,5 $\pm$ 26,3	155,4 $\pm$ 7,3	$p_{1-2}=0,005$ $p_{1-3}=0,003$ $p_{1-4}=0,000$ $p_{2-4}=0,003$
ВСА (з лівого боку)	103,5 $\pm$ 37,6	141,5 $\pm$ 72,8	135,6 $\pm$ 21,8	151,4 $\pm$ 6,2	$p_{1-2}=0,005$ $p_{1-3}=0,007$ $p_{1-4}=0,000$
ВБА (з правого боку)	105,5 $\pm$ 26,3	118,3 $\pm$ 37,9	137,5 $\pm$ 49,4	131,7 $\pm$ 7,0	$p_{1-4}=0,000$ $p_{1-3}=0,002$ $p_{2-4}=0,000$
ВБА (з лівого боку)	103,5 $\pm$ 29,3	130,6 $\pm$ 38,4	134,5 $\pm$ 67,4	134,2 $\pm$ 7,9	$p_{1-4}=0,000$ $p_{1-2}=0,005$

Примітки: М-середнє арифметичне, SD-стандартне відхилення; N-кількість пацієнтів; НЗН- неврит зорового нерва, ЧАЗН – часткова атрофія зорового нерва, ПІНЗН – передня ішемічна нейропатія зорового нерва.

цінну інформацію для диференціальної діагностики [12]. Collignon-Robe NJ та співавт. оцінювали порушення кровообігу в диску зорового нерва методом ультразвукового доплерівського дослідження

Таблиця 4 – Порівняльна характеристика тонусу судин дрібного калібру головного мозку за показниками (ДКІ%, ДСІ%) (стосовно норми, прийнятої за 100%) у басейнах внутрішньої сонної артерії (ВСА) та вертебро-базиллярної артерії (ВБА) за даними реоенцефалографії хворих на НЗН і його наслідки та ПІНЗН (гострої та хронічної)

Судинний басейн	показники	Гострий НЗН	Перехід НЗН у ЧАЗН	оптична нейропатія (гостра)	оптична нейропатія (хронічна)	Рівень значущих відмінностей між групами
		1	2	3	4	
		M $\pm$ SD	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD	
		N=25	N=7	N=9	N=40	
ВСА (з правого боку)	ДКІ%	147,2 $\pm$ 49,0	98,2 $\pm$ 33,9	108,2 $\pm$ 37,4	112,7 $\pm$ 53,5	$p_{1-3}=0,03$ $p_{1-4}=0,02$ $p_{2-3}=0,04$
	ДСІ %	160,2 $\pm$ 45,0	161,1 $\pm$ 6,0	118,2 $\pm$ 35,7	130,4 $\pm$ 43,1	$p_{1-3}=0,005$ $p_{1-4}=0,003$ $p_{2-3}=0,05$
ВСА (з лівого боку)	ДКІ%	145,2 $\pm$ 39,0	103,2 $\pm$ 26,4	105,5 $\pm$ 38,3	114,4 $\pm$ 45,2	$p_{1-3}=0,04$ $p_{1-4}=0,04$
	ДСІ %	161,8 $\pm$ 46,2	129,1 $\pm$ 27,2	122,6 $\pm$ 24,1	125,8 $\pm$ 40,9	$p_{1-3}=0,002$ $p_{1-4}=0,0007$
ВБА (з правого боку)	ДКІ%	134,6 $\pm$ 36,1	115,6 $\pm$ 27,0	109,5 $\pm$ 4,9	118,3 $\pm$ 43,4	$p_{1-4}=0,03$
	ДСІ %	155,2 $\pm$ 39,3	148,2 $\pm$ 29,9	118,9 $\pm$ 20,7	124,7 $\pm$ 39,1	$p_{1-3}=0,0001$ $p_{1-4}=0,000$ $p_{2-3}=0,03$ $p_{2-4}=0,03$
ВБА (з лівого боку)	ДКІ%	136,2 $\pm$ 29,4	102,8 $\pm$ 29,4	113 $\pm$ 28,5	121,2 $\pm$ 30,9	-
	ДСІ %	154,2 $\pm$ 31,8	136,0 $\pm$ 32,7	127,8 $\pm$ 44,6	137,7 $\pm$ 40,7	$p_{1-3}=0,005$

Примітки: М-середнє арифметичне, SD-стандартне відхилення; N-кількість пацієнтів; НЗН- неврит зорового нерва, ЧАЗН – часткова атрофія зорового нерва, ПІНЗН – передня ішемічна нейропатія зорового нерва.

у пацієнтів з односторонньою неартеріальною ПІНЗН та НЗН. Автори знайшли відмінності в порушеннях кровообігу між двома захворюваннями (зокрема, що порушення кровообігу більш виражене при ПІНЗН, ніж при НЗН), які дозволяють зрозуміти патофізіологічні механізми, що діють. Але автори вважають, що ці ознаки недостатньо виражені, щоб клініцист міг розрізняти НЗН та ПІНЗН у окремого пацієнта при даних дослідженнях [17].

Порівняльна характеристика об'ємного пульсового кровонаповнення за показником RQ показала, що він вище на 60% ($p=0,00$) у хворих з НЗН, ніж при ПІНЗН при гострому перебігу хвороб. Швидкість об'ємного пульсового кровонаповнення V (Ом/с) також мала найбільші значення при гострому перебігу НЗН: у 2,28 рази ($p=0,001$) вище, ніж при гострій ПІНЗН. Тонічні властивості дрібних судин системи кровопостачання ока при гострому перебігу НЗН вищі ніж за гострої ПІНЗН, на 17,5% ($p=0,01$). Варто зазначити, що НЗН відзначається нормальним тонусом великих судин головного мозку, а при ПІНЗН при гострому та хронічному перебігу тонус вище за норму у середньому на 34% ($p=0,003$) та на 39% ($p=0,003$) відповідно. Тонус судин дрібного калібру головного мозку за показниками ДКІ% та ДСІ% у середньому вище у хворих НЗН в порівнянні з гострою ПІНЗН на 77,7 % ($p=0,005$) та на 62,1% ($p=0,005$) відповідно.

На додаток до інших методів обстеження ми пропонуємо застосування РОГ для диференціальної діагностики неврити зорового нерва та передньої оптичної ішемічної нейропатії зорового нерва при гострому перебігу хвороби. Проведений аналіз дозволяє запропонувати застосування показника об'ємного кровонаповнення ока RQ, швидкості об'ємного пульсового кровонаповнення V (Ом/с), показника тонуса великих судин ока α_1/T (%) для

диференціальної діагностики нейропатії зорового нерва. Якщо RQ перевищує значення 2,9%, швидкість об'ємного пульсового кровонаповнення V (Ом/с) перевищує значення 0,9%, показник тонуса великих судин ока α_1/T (%) нижче за 24%, прогнозується високий ризик НЗН в порівнянні з ПІНЗН.

Висновки.

При гострому перебігу неврити зорового нерва (НЗН) та передньої ішемічної нейропатії (ПІНЗН) об'ємне пульсове кровонаповнення за показником RQ вище на 60% ($p=0,00$) у хворих з НЗН, ніж при ПІНЗН. Швидкість кровонаповнення V (Ом/с) при гострому перебігу НЗН у 2,28 рази ($p=0,001$) вище, ніж при гострій ПІНЗН. Тонус дрібних судин ока при гострому перебігу НЗН вище на 17,5% ніж при гострій ПІНЗН.

При ПІНЗН тонус судин головного мозку вище за норму у середньому на 34% ($p=0,003$) при гострому перебігу та на 39% ($p=0,003$) та хронічному перебігу хвороби. НЗН відзначається нормальним тонусом великих судин головного мозку. Тонус дрібних судин у хворих НЗН в порівнянні з гострою ПІНЗН вище на 77,7 % за показником ДКІ та на 62,1% за показником ДСІ.

Результат ROC аналізу дозволяє запропонувати застосування показника об'ємного кровонаповнення ока RQ, швидкості об'ємного пульсового кровонаповнення V (Ом/с), показника тонуса великих судин ока α_1/T (%) для диференціальної діагностики нейропатії зорового нерва.

Перспективи подальших досліджень.

Вивчення імунологічних особливостей та визначення імунологічних маркерів для диференціальної діагностики НЗН та ПІНЗ.

References / Література

1. Biousse V, Newman NJ. Ischemic Optic Neuropathies. N Engl J Med. 2015 Jun 18;372(25):2428-36. DOI: [10.1056/NEJMra1413352](https://doi.org/10.1056/NEJMra1413352). Erratum in: N Engl J Med. 2015 Dec 10;373(24):2390.
2. Jung JJ, Baek SH, Kim US. Analysis of the causes of optic disc swelling. Korean J Ophthalmol. 2011 Feb;25(1):33-6. DOI: [10.3341/kjo.2011.25.1.33](https://doi.org/10.3341/kjo.2011.25.1.33).
3. Patel HR. Pathology of Ischemic Optic Neuropathy. Archives of Pathology & Laboratory Medicine. 2017;141(1):162-6.
4. Hayreh SS. Ischemic optic neuropathy. Prog Retin Eye Res. 2009 Jan;28(1):34-62. DOI: [10.1016/j.preteyeres.2008.11.002](https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2008.11.002).
5. Kerr NM, Chew SS, Danesh-Meyer HV. Non-arteritic anterior ischaemic optic neuropathy: a review and update. J Clin Neurosci. 2009 Aug;16(8):994-1000. DOI: [10.1016/j.jocn.2009.04.002](https://doi.org/10.1016/j.jocn.2009.04.002).
6. Bennett JL. Optic Neuritis. Continuum (Minneapolis Minn). 2019 Oct;25(5):1236-1264. DOI: [10.1212/CON.0000000000000768](https://doi.org/10.1212/CON.0000000000000768).
7. Hickman SJ, Petzold A. Update on Optic Neuritis: An International View. Neuroophthalmology. 2021 Aug 31;46(1):1-18. DOI: [10.1080/01658107.2021.1964541](https://doi.org/10.1080/01658107.2021.1964541).
8. Miller NR, Newman NJ, Biousse V, Kerrison JB. Walsh and Hoyt's Clinical Neuro-ophthalmology. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2005. 320 p.
9. Khramenko NI, Konovalova NV, Serebrina TM, Ivanyts'ka OV. Rehimarna hemodynamika oka pry nevryti zorovoho nerva. Oftal'm. zhurn. 2023;2:3-11. [in Ukrainian].
10. Pache M, Kaiser HJ, Akhalbedashvili N, Lienert C, Dubler B, Kappos L, et al. Extraocular blood flow and endothelin-1 plasma levels in patients with multiple sclerosis. Eur Neurol. 2003;49(3):164-8. DOI: [10.1159/000069085](https://doi.org/10.1159/000069085).
11. Hradilek P, Zapletalova O, Dolezil D, Skoloudik D. Acute optic neuritis in multiple sclerosis: evaluation of haemodynamics in the ophthalmic artery with colour Doppler imaging. Neuroophthalmology 2005;29:161-164.
12. Kim MK, Kim US. Analysis of Fundus Photography and Fluorescein Angiography in Nonarteritic Anterior Ischemic Optic Neuropathy and Optic Neuritis. Korean J Ophthalmol. 2016 Aug;30(4):289-94. DOI: [10.3341/kjo.2016.30.4.289](https://doi.org/10.3341/kjo.2016.30.4.289).
13. Warner JE, Lessell S, Rizzo JF 3rd, Newman NJ. Does optic disc appearance distinguish ischemic optic neuropathy from optic neuritis? Arch Ophthalmol. 1997 Nov;115(11):1408-10. DOI: [10.1001/archophth.1997.01100160578009](https://doi.org/10.1001/archophth.1997.01100160578009).
14. Khramenko NI, Konovalova NV, Huzun OV. Stan rehional'noyi ta tsentral'noyi hemodynamiky pry ishemichniy neyropatyi zorovoho nerva. Oftal'mol. zhurn. 2018;3:3-10. [in Ukrainian].
15. Salomon O, Huna-Baron R, Kurtz S, Steinberg DM, Moisseiev J, Rosenberg N, et al. Analysis of prothrombotic and vascular risk factors in patients with nonarteritic anterior ischemic optic neuropathy. Ophthalmology. 1999 Apr;106(4):739-42. DOI: [10.1016/S0161-6420\(99\)90159-8](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(99)90159-8).
16. Shin SY, Kim DS, Ko MK. Fluorescein angiographic features of choroidal insufficiency in anterior ischemic optic neuropathy. Korean J Ophthalmol. 1999 Dec;13(2):100-4. DOI: [10.3341/kjo.1999.13.2.100](https://doi.org/10.3341/kjo.1999.13.2.100).
17. Collignon-Robe NJ, Feke GT, Rizzo JF 3rd. Optic nerve head circulation in nonarteritic anterior ischemic optic neuropathy and optic neuritis. Ophthalmology. 2004 Sep;111(9):1663-72. DOI: [10.1016/j.ophtha.2004.05.020](https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2004.05.020).

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГІОНАРНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ ПРИ НЕВРИТІ ЗОРОВОГО НЕРВУ І ПЕРЕДНЬОЇ ІШЕМІЧНОЇ НЕЙРОПАТІЇ ЗОРОВОГО НЕРВУ ПРИ ГОСТРОМУ ТА ХРОНІЧНОМУ ПЕРЕБІГУ ХВОРОБ**Храменко Н. І.**

Резюме. Передня ішемічна нейропатія зорового нерва та неврит зорового нерва (папіліт) є найбільш поширеними причинами одностороннього набряку диска зорового нерва. Вони часто мають схожі клінічні профілі, і їх може бути важко диференціювати за клінічними ознаками під час первісного прояву. Такий клінічний прояв часто ускладнює диференціальну діагностику двох абсолютно різних нозологічних форм, для яких потрібний і різний підхід до терапії

Мета – визначити особливості стану та провести порівняння показників регіонарної гемодинаміки ока, отриманих методом реоофтальмографії та мозку – методом реоенцефалографії у хворих на НЗН і його наслідки та ПІНЗН при гострому та хронічному перебігу хвороб.

Обстеження на основі лабораторії функціональних методів дослідження органу зору ДУ «Інститут очних хвороб та тканинної терапії ім. В.П. Філатова НАМНУ» пройшли пацієнти, які складали кілька груп. 1 група – 27 хворих (35 очей) з гострим ідіопатичним невритом зорового нерва (НЗН), який клінічно визначався у вигляді папіліту, 2 група – 7 хворих (13 очей) з ЧАЗН як наслідок НЗН. 3 група 13 хворих з гострою ПІНЗН (25 очей), 4 група 40 хворих з хронічною ПІНЗН (71 око), 5 група – контрольна група, яку склали 28 здорових волонтерів. Дослідження гемодинаміки ока та головного мозку за методом реоофтальмографії (РОГ) та реоенцефалографії РЕГ виконували на комп'ютерному реографічному комплексі (Реоком, Україна, м. Харків). Використовували показники: об'ємного пульсового кровонаповнення ока за реографічним коефіцієнтом RQ (%), тонічних властивостей великих судин ока – α_1/T (%), і дрібних судин ока – α_2/T (%), швидкість об'ємного кровотоку ока – V (Ом/с). Для судин головного мозку: відносний реографічний індекс RI (Ом), тонус великих (показник α (%)) та дрібних судин (ДКІ (%)) – дикротичний індекс, ДСІ (%) – діастолічний індекс).

Результати. Фактор діагнозу відіграє значну роль у аналізованих групах хворих для значень показника об'ємного пульсового кровонаповнення ока ($F=6,7$, $p=0,00$), тону великих внутрішньоочних судин ($F=28,7$, $p=0,00$), дрібних внутрішньоочних судин ($F=13,5$, $p=0,00$), швидкості об'ємного кровонаповнення ($F=9,4$, $p=0,00$). При гострому перебігу невриту зорового нерва (НЗН) та передньої ішемічної нейропатії (ПІНЗН) об'ємне пульсове кровонаповнення за показником RQ вище на 60% ($p=0,00$) у хворих з НЗН, ніж при ПІНЗН. Швидкість кровонаповнення V (Ом/с) при гострому перебігу НЗН у 2,28 рази ($p=0,001$) вище, ніж при гострій ПІНЗН. Тонус дрібних судин ока при гострому перебігу НЗН вище на 17,5% ніж за гострої ПІНЗН. Тонус судин головного мозку при ПІНЗН вище за норму у середньому на 34% ($p=0,003$) за гострим перебігом та на 39% ($p=0,003$) за хронічним перебігом хвороби. НЗН відзначається нормальним тонусом великих судин головного мозку. Тонус дрібних судин у хворих НЗН в порівнянні з гострою ПІНЗН вище на 77,7% за показником ДКІ та на 62,1% за показником ДСІ.

Висновки. Запропоновано застосування показника об'ємного кровонаповнення ока RQ, швидкості об'ємного пульсового кровонаповнення V (Ом/с), показника тону великих судин ока α_1/T (%) для диференціальної діагностики таких нейропатій зорового нерва як НЗН та ПІНЗН при гострому перебігу хвороб.

Ключові слова: ішемічна нейропатія зорового нерва, неврит зорового нерва, атрофія зорового нерва, об'єм та швидкість кровонаповнення ока та мозку, тонус судин ока та мозку.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF REGIONAL HEMODYNAMICS IN OPTIC NERVE NEURITIS AND ANTERIOR ISCHEMIC OPTIC NERVE NEUROPATHY IN ACUTE AND CHRONIC COURSE**Khramenko N. I.**

Abstract. Anterior ischemic optic neuropathy (AION) and optic neuritis (papillitis) (ON) are the most common causes of unilateral optic disc swelling. Often these diseases have similar clinical profiles. It may be difficult to differentiate clinically at initial process. Such a clinical manifestation of the two completely different nosological forms complicates the differential diagnosis, because the different approach to therapy is required for them.

The aim is to study of the condition and to compare the indicators of the eye hemodynamics by the rheoophthalmography and the brain hemodynamics by the rheoencephalography in patients with ON and AION in acute and chronic course of the disease.

Examination based on the laboratory of functional methods of the organ of vision research. Group 1 – 27 patients (35 eyes) with acute idiopathic ON (papillitis), group 2 – 7 patients (13 eyes) with atrophy of the optic nerve, 3rd group – 13 patients with acute AION (25 eyes), 4th group of 40 patients with chronic AION (71 eyes), 5th group – a control group – 28 healthy volunteers. Hemodynamic studies of the eye and brain by the method of rheoophthalmography (ROG) and rheoencephalography (REG) were performed on a computer rheographic complex (Reokom, Ukraine, Kharkiv). We used such indicators: volume pulse blood filling of the eye according to the rheographic coefficient RQ (%), tonic properties of large vessels of the eye – α_1/T (%), and tonic properties of the small vessels of the eye – α_2/T (%), velocity of volumetric blood flow of the eye – V (Om/s). For brain vessels: relative rheographic index RI (Om), tonic properties of large (α , %) and small vessels (DKI (%)) – dicrotic index, DSI (%) – diastolic index).

Results. In the all groups of patients the factor of diagnosis plays a significant role for the index of eye volumetric pulse blood filling ($F=6.7$, $p=0.00$), tone of large intraocular vessels ($F=28.7$, $p=0.00$), small intraocular vessels ($F=13.5$, $p=0.00$), volume blood filling rate ($F=9.4$, $p=0.00$). RQ indicator is higher by 60% ($p=0.00$) in patients with ON, than in patients with AION in the acute course. V (Om/s) is 2.28 times ($p=0.001$) higher during the acute course of ON than during acute AION. The tone of the eye small vessels is higher by 17.5% in the acute ON course than in acute AION. The tone of cerebral vessels is higher in AION than the norm by an average of 34% ($p=0.003$) in the acute course and by 39% ($p=0.003$) in the chronic course of the disease. ON is characterized by a normal tone of the large vessels of

the brain. The small vessels tonus in patients with ON is higher by 77.7% according to the DKI indicator and by 62.1% according to the DSI indicator, compared to acute AION.

Conclusions. The use of the indicators: the eye volume blood filling (RQ), the speed of volume pulse blood filling V (Om/s), the tone of large blood vessels of the eye $\alpha 1/T$ (%) is proposed for the differential diagnosis of optic neuropathies such as ON and AION.

Key words: ischemic neuropathy of the optic nerve, the optic neuritis, blood supply to the eye and brain, speed of blood supply, vascular tone of the eye and brain.

ORCID and contributionship / ORCID автора та його внесок до статті:

Khramenko N. I.: — ABCDEF

Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Khramenko Natalia Ivanivna / Храменко Наталя Іванівна

SI "The Filatov Institute of Eye Diseases and Tissue Therapy of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine" / ДУ «Інститут очних хвороб і тканинної терапії ім. В.П. Філатова НАМНУ»

Ukraine, 65061, Odessa, 49/51 French Boulevard / Адреса: Україна, 65061, м. Одеса, Французький бульвар 49/51

Tel.: 80672804089 / Тел.: 0672804089

E-mail: khramenkon@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 / A – концепція роботи та дизайн, B – збір та аналіз даних, C – відповідальність за статистичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Received 25.03.2023 / Стаття надійшла 25.03.2023 року
Accepted 28.08.2023 / Стаття прийнята до друку 28.08.2023 року

DOI 10.29254/2077-4214-2023-3-170-304-309

UDC 613.292+615.356]:616.-021,272-005.4]12

Chekalina N. I.

RESVERATROL MORE SIGNIFICANTLY THAN QUERCETIN IMPROVES CENTRAL HEMODYNAMICS IN PATIENTS WITH ISCHEMIC HEART DISEASE

Poltava State Medical University (Poltava, Ukraine)

chn.med.ua@gmail.com

The leading cause of death in the world remains coronary heart disease (IHD), despite the numerous treatments being developed. Therefore, the search for new effective methods of treatment of IHD is extremely relevant. One of the pathogenetic mechanisms for the progression of atherosclerosis, which is the morphological basis of coronary heart disease, is chronic systemic inflammation. Anti-inflammatory activity at different levels of proinflammatory signaling have polyphenols of plant origin.

The purpose of the work is to assess the impact of polyphenols of resveratrol and quercetin on the indicators of central hemodynamics in patients with IHD.

A prospective open randomized controlled trial was conducted with the participation of 230 people with IHD, I-II functional class (FC), with heart failure not higher than II FC. After assessing hemodynamics, according to echocardiography (echo), patients are randomized into 2 groups of study and a comparison group. Along with the basic therapy of ICH, the study group And assigned 100 mg of resveratrol per day, group II – 120 mg of quercetin per day. After 2 months, the results of echo were evaluated.

In patients with IHD, signs of diastolic dysfunction by type And by type – relaxation disorder have been identified. The presence of heart failure by diastolic type was confirmed by the left ventricle isovolumetric relaxation time and the left ventricle deceleration time, and the size of the left atrium.

Systolic function in the vast majority of patients corresponded to the limits of the norm, but was significantly less than in the group of healthy individuals. Under the influence of both polyphenols, more significantly than with the use of standard therapy, the systolic and diastolic functions of LV have improved, with the advantage of resveratrol.

The use of resveratrol and quercetin in complex therapy of patients with IHD had a positive effect on the central hemodynamics, especially on the diastolic function of the left ventricle, with the advantage of resveratrol efficiency, which makes it possible to recommend it for wide use in the treatment of IHD.

Key words: ischemic heart disease, central hemodynamics, diastolic heart failure, polyphenols, resveratrol, quercetin.

Connection of the publication with planned research works.

This work is a fragment of the SWR "Peculiarities of the course of cardiovascular pathology in patients of different age categories depending on the presence of

components of the metabolic syndrome and comorbid conditions, ways of correcting the detected disorders and prevention", (state registration number 0119U1028)

Introduction.