

УДК: 617.735 - 072- 002.1: 616-001.28

П. А. Федірко¹✉, Т. Ф. Бабенко¹, О. О. Колосинська¹, Р. Ю. Дорічевська¹, Н. А. Гарькава²,
Л. В. Грек³, В. В. Василенко¹, С. В. Масюк¹

¹Державна установа «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України», вул. Мельникова, 53, м. Київ, 04050, Україна

²Державний заклад «Дніпропетровська медична академія Міністерства охорони здоров'я України», вул. Вернадського, 9, м. Дніпро, 49044, Україна

³Київська міська клінічна офтальмологічна лікарня «Центр мікрохірургії ока», вул. Комарова, 3, м. Київ, Україна

МОРФОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ МАКУЛЯРНОЇ ЗОНИ СІТКІВКИ У РЕКОНВАЛЕСЦЕНТІВ ГОСТРОЇ ПРОМЕНЕВОЇ ХВОРОБИ (У ВІДДАЛЕНОМУ ПЕРІОДІ)

Мета: оцінити морфометричні параметри сітківки у реконвалесцентів у віддаленому періоді після перенесеної гострої променевої хвороби.

Матеріали і методи. Проведено повне офтальмологічне обстеження 7 реконвалесцентів гострої променевої хвороби (ГПХ). Обстежені розподілені на дві підгрупи: 1) пацієнти зі встановленим діагнозом макулярної дегенерації сітківки (8 очей); 2) пацієнти, які не мали клінічних ознак патології макули (6 очей). Параметри сітківки в центральній зоні вивчали за допомогою методу оптичної когерентної томографії. Для оцінки результатів обстежень використані статистичні методи: обчислення середніх значень кількісних показників, оцінка вірогідності різниці за методом Ст'юдента.

Результати. Оптична когерентна томографія засвідчила статистично достовірне збільшення товщини сітчастої оболонки у фовеолі всіх реконвалесцентів ГПХ.

Висновки. Показано, що товщина сітчастої оболонки у фовеолі і парамакулярній зоні в осіб, які перенесли ГПХ, вірогідно більша, ніж у контролі. Ці зміни спостерігаються у всіх реконвалесцентів ГПХ – як у осіб з проявами макулярної дистрофії, так і у тих, в кого її клінічних проявів не було виявлено. Наявність кореляційного зв'язку між об'ємом сітківки у макулярній зоні і документованою дозою опромінення досліджуваної групи підкреслює перспективність подальших досліджень сітчастої оболонки реконвалесцентів ГПХ за допомогою оптичної когерентної томографії для вивчення механізму ушкодження сітківки у цієї категорії постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи.

Ключові слова: оптична когерентна томографія, макулярна зона сітківки, гостра променева хвороба, реконвалесценти, макулодистрофія.

Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2018. Вип. 23. С. 481–489. doi: 10.33145/2304-8336-2018-23-481-489.

✉ Федірко Павло Андрійович, e-mail: eye-rad@ukr.net

P. Fedirko¹✉, T. Babenko¹, O. Kolosynska¹, R. Dorichevska¹, N. Garkava², L. Grek³, V. Vasylenko¹, S. Masiuk¹

¹State Institution «National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», 53 Melnykova str., Kyiv, 04050, Ukraine

²State Institution «Dnipropetrovsk Medical Academy of the Ministry of health of Ukraine», 9 Vernadsky str., Dnipro, 49044, Ukraine

³Kyiv City Clinical Ophthalmological Hospital «Eye Microsurgery Center», 3 Komarova str., Kyiv, Ukraine

MORPHOMETRIC PARAMETERS OF RETINAL MACULAR ZONE IN RECONVALESCENTS OF ACUTE RADIATION SICKNESS (IN REMOTE PERIOD)

Objective: evaluate the retinal morphometric parameters of the reconvalescents in remote period after acute radiation sickness.

Materials and methods. A complete ophthalmologic examination was carried out on 7 reconvalescents of acute radiation sickness. The examined are divided into two subgroups: 1) patients with macular degeneration of the retina (8 eyes); 2) patients without clinical signs of macular pathology (6 eyes). Parameters of the retina in the central retina zone studied using the method of optical coherence tomography. To evaluate the results of surveys used statistical methods: average values of quantitative indicators calculation, estimation of probability difference by Student's method.

Results. Optical coherence tomography revealed a statistically significant increase of the thickness of the retina in the fovea in all reconvalescents of acute radiation sickness.

Conclusions. It was shown that the thickness of the retina in the fovea and paramacular zone in persons who suffered acute radiation sickness is significantly higher than in the control. These changes observed in all reconvalescents ARS – both in person with signs of macular degeneration, and in those whose clinical manifestations were not detected. The presence of a correlation between the volume of the retina in the macular zone and the documented radiation dose of the study group emphasizes the perspectives of next OCT examination of the retina of reconvalescents of ARS to study the mechanism of retina's damage in this category of victims of the Chernobyl accident.

Key words: Optical coherence tomography, macular zone of the retina, acute radiation sickness, reconvalescents, macular degeneration.

Problems of radiation medicine and radiobiology. 2018;23:481-489. doi: 10.33145/2304-8336-2018-23-481-489.

ВСТУП

Гостра променева хвороба (ГПХ) вважається найбільш тяжким наслідком впливу іонізуючого випромінювання на організм людини [1]. Особи, яким було діагностовано ГПХ внаслідок Чорнобильської катастрофи, отримали значно більші дози опромінення [1], ніж інші учасники ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС [2] та мешканці радіоактивно забруднених територій [3]. Група реконвалесцентів ГПХ невелика порівняно з іншими категоріями постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС [1, 4], але вивчення особливостей розвитку патологічних змін у них залишається актуальним [1, 5].

Результати офтальмологічних обстежень радіаційно опромінених осіб засвідчили наявність функціональних порушень зору [6] і суттєвих змін кровообігу сітківки [7] у цієї категорії пацієнтів. Новітній метод офтальмологічного обстеження – оптична когерентна томографія (ОКТ) [8–12] дозволяє оцінити тов-

INTRODUCTION

Acute radiation sickness (ARS) is considered the hardest consequence of the influence of ionizing radiation on the human body [1]. Persons who were diagnosed acute radiation sickness due to the Chernobyl accident received significantly higher radiation doses [1] than other clean-up workers of the Chernobyl NPP accident [2] and inhabitants of radiation-polluted areas [3]. The group of reconvalescents of ARS is small compared with other categories of victims of the Chernobyl accident [1, 4], but the study of the peculiarities of the development of pathological changes in them remains relevant [1, 5].

The results of ophthalmologic examination of radiation-exposed individuals indicated a functional impairment of vision [6] and significant changes of hemocirculation of retina [7] in this category of individuals. The latest method of ophthalmologic examination – optical coherence tomography (OCT) [8–12]

щину сітчастої оболонки та порушення структури окремих її шарів [11–15]. У сучасній науковій літературі немає даних про результати використання цього методу у пацієнтів, які перенесли ГПХ. Обстеження сітківки реконвалесцентів ГПХ методом ОКТ дозволить отримати нові дані про перебіг патологічних змін очей у цієї категорії осіб.

МЕТА

Мета дослідження: оцінити морфометричні параметри сітківки у реконвалесцентів у віддаленому періоді після перенесеної гострої променевої хвороби.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Проведено повне офтальмологічне обстеження у 7 реконвалесцентів (14 очей) гострої променевої хвороби. У 1986 році у 5 пацієнтів було діагностовано ГПХ I ступеня, у 1 – II ступеня, у 1 – III ступеня. Досліджувана група розподілена на дві підгрупи: 1) пацієнти зі встановленим діагнозом макулярної дегенерації сітківки; 2) пацієнти, які не мали патологічних змін у макулярній зоні. Вік на момент обстеження 46–80 років. У контрольну групу ввійшли 8 неопромінених осіб (16 очей) того ж віку. Обстеження проводили через двадцять п'ять років після Чорнобильської аварії. Офтальмологічне обстеження включало візометрію з корекцією і без, тонометрію, авторефрактокератометрію, дослідження на щільовій лампі, визначення кольоросприйняття, фотографування на фундус-камері. Параметри сітківки у центральній зоні вивчали за допомогою методу ОКТ (установка «STRATUS OCT» фірми «Zeiss», протокол Macular Thickness Map).

Для оцінки результатів обстеження використані статистичні методи: обчислення середніх значень кількісних показників, оцінка вірогідності різниці за методом Ст'юдента.

РЕЗУЛЬТАТИ І ОБГОВОРЕННЯ

При проведенні ОКТ у реконвалесцентів ГПХ значних порушень архітекtonіки сітчастої оболонки не виявлено (у віддаленому періоді після перенесеної гострої променевої хвороби). На рис. 1 представлено об'ємне зображення макулярної зони реконвалесцента ГПХ I ст. без патологічних змін, на рис. 2 – зображення макули реконвалесцента ГПХ I ст. з початковою стадією дегенеративних змін. Як демонструють рис. 1 і 2, загальна архітекtonіка сітківки у осіб обох підгруп різнилась мало.

Водночас, виявлено статистично достовірне збільшення товщини сітчастої оболонки у фове-

allows to estimate the thickness of retina and structural abnormalities of its individual layers [11–15]. In modern scientific literature there are no results of using this method in ARS survivors. Examination of the retinal rehabilitation of ARS by the OCT method will provide new results of the course of pathological changes of the eyes of this category of individuals.

OBJECTIVE

Objective: evaluate the retinal morphometric parameters of the reconvalescents in remote period after acute radiation sickness.

MATERIALS AND METHODS

Complete ophthalmologic examination was carried out in 7 ARS reconvalescents (14 eyes). In 1986, ARS of the 1st degree were diagnosed in 5 patients, in 1 – the 2nd degree, in 1 – the 3rd degree. The study group was divided into two subgroups: 1) patients with diagnosed macular degeneration; 2) patients with no pathological changes in the macular zone. Age at the time of examination is 46–80 years. The control group included 8 unexposed persons (16 eyes) of the same age. The examination was conducted twenty-five years after the Chernobyl accident. The ophthalmologic examination included visometry with correction and without, tonometry, autorefractometry, slit lamp examination, color perception test, and photography by a fundus-camera. Parameters of the retina in the central area studied using the method of optical coherence tomography («STRATUS OCT» by the company «Zeiss», Macular Thickness Map protocol).

To evaluate the results of surveys used statistical methods: calculation of average values of quantitative indicators, estimation of probability difference by Student's method.

RESULTS AND DISCUSSION

During conducting of OCT in ARS reconvalescents, no significant violations of retinal architectonics were detected (in the remote period after the survived ARS). The Fig. 1 shows the volumetric image of macular zone of the 1st degree ARS reconvalescent without pathological changes, on the Fig. 2 – the image of the macula of 1st degree ARS reconvalescent with an initial stage of degenerative changes. Fig. 1 and 2 demonstrate that the general architectonics of the retina in the subjects of both subgroups varied little.

At the same time, a statistically significant increase of the thickness of the retina in the fovea

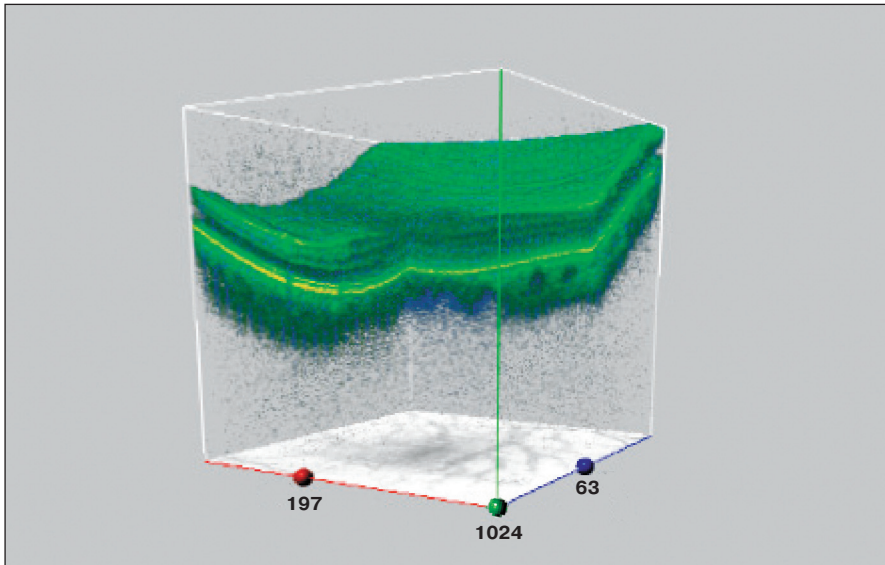


Рисунок 1. Об'ємне зображення макулярної зони сітківки у реконвалесцента ГПХ I ст. без ознак макулярної дегенерації

Figure 1. Volumetric image of the macular zone of the retina in convalescent of acute radiation sickness the first degree without signs of macular degeneration

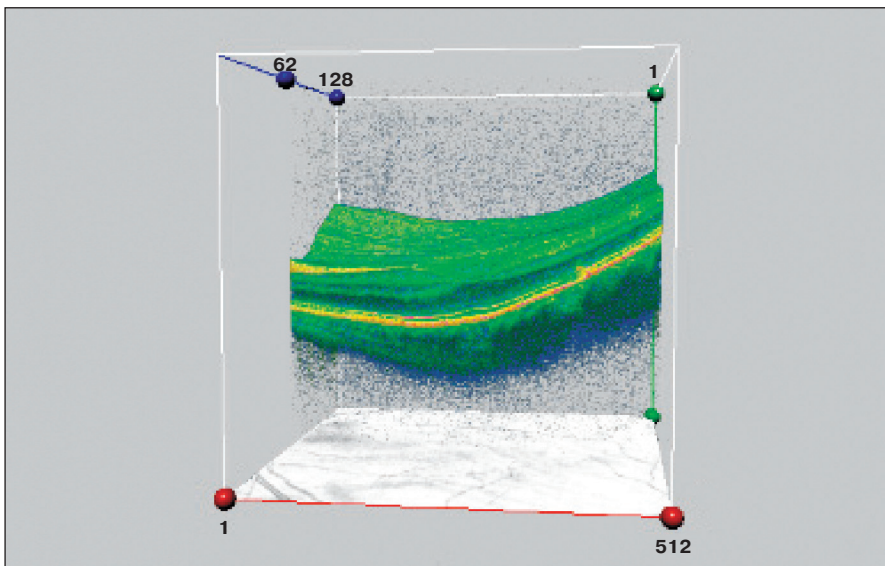


Рисунок 2. Об'ємне зображення макулярної зони сітківки у реконвалесцента ГПХ I ст. з початковою стадією макулярної дегенерації

Figure 2. Volumetric image of the macular zone of the retina in convalescent of acute radiation sickness the first degree with an initial stage of macular degeneration

олі в порівнянні з неопроміненим контролем (табл. 1).

Рис. 3 графічно демонструє статистично вірогідне збільшення товщини сітчастої оболонки у фовеолярній, парафовеолярній (вгорі, назально, темпорально) та парамаккулярній (темпорально) зонах у реконвалесцентів ГПХ з початковими ознаками макулярної дегенерації у порівнянні з реконвалесцентами ГПХ без ознак макулярної дегенерації. Таке збільшення може суттєво впливати на функціональний стан сітківки, оскільки змінюються параметри структур, тісно пов'язаних із фоторецепторами. Крім того, важливою є оптична функція структур сітчастої оболонки. Висловлювались припущення, що зміна товщини сітківки в макулярній зоні може бути причиною появи метаморфопсій (викривлення форми та розмірів предметів) [13–15].

Наявність початкових ознак дегенерації незначно впливає на товщину сітчастої оболонки у фовео-

was detected in comparison with non-irradiated control (Table 1).

Fig. 3 graphically demonstrates a statistically significant increase of the thickness of the retina in the fovea, in the parafoveal zone (above, nasally, temporally), in the paramacular region (temporal) of the convalescents of ARS with signs of macular degeneration in comparison with convalescents of ARS without signs of macular degeneration. Such an increase can significantly affect the functional status of the retina, since the parameters of structures closely related to photoreceptors change. In addition, the optical function of the retina's structures is important, suggesting that change in the thickness of the retina in the macular zone may be the cause of the appearance of metamorphopsia (distortion of the shape and size of objects) [13–15].

Presence of the initial signs of degeneration slightly affects the thickness of retina in fovea and

Таблиця 1

Параметри сітчастої оболонки в макулярній зоні реконвалесцентів ГПХ в порівнянні з неопроміненим контролем (M ± SD)

Table 1

Parameters of the retina in the macular zone of the reconvalescents of acute radiation sickness compared to non-irradiated control (M ± SD)

Показники / indices	Реконвалесценти ГПХ ARS reconvalescents	Неопромінений контроль Non-irradiated control	t	p
Товщина сітківки у фовеолі, мкм Retinal thickness in the fovea, μm	280,33 ± 31,03	227,21 ± 48,05	3,39	p < 0.05 *
Товщина сітківки середня, мкм Average retinal thickness, μm	10,24 ± 0,96	9,20 ± 1,69	1,97	p > 0,05
Товщина сітківки, парафовеолярна зона вгорі, мкм Retinal thickness, the parafoveal zone above, μm	334,58 ± 20,39	302,19 ± 38,33	2,88	p < 0,05 *
Товщина сітківки, парафовеолярна зона назально, мкм Retinal thickness, the parafoveol zone nasal, μm	337,42 ± 30,05	310,81 ± 24,62	2,50	p < 0,05 *
Товщина сітківки, парафовеолярна зона внизу, мкм Retinal thickness, the parafoveal zone lower, μm	349,42 ± 85,27	305,88 ± 23,73	1,7	p > 0,05
Товщина сітківки, парафовеолярна зона темпорально, мкм Retinal thickness, the parafoveal zone temporally, μm	335,50 ± 51,40	297,19 ± 24,96	2,38	p < 0,05 *
Об'єм сітківки в макулярній зоні, мм ³ Volume of the retina in the macular zone, mm ³	284,42 ± 26,52	282,80 ± 11,19	0,19	p > 0,05

Примітка. * – різниця з контрольними значеннями статистично достовірна.
Note. * – the difference with the control values is statistically significant.

лярній зоні і парафовеолярно. А в нижній і темпоральній парамакулярній зоні у осіб з макулодистрофією в порівнянні з реконвалесцентами ГПХ без патологічних змін у макулі товщина і об'єм сітківки в

parafoveol zone. And in the lower and temporal paramacular zone in persons with macular degeneration, in comparison with ARS reconvalescents without pathological changes in macula, the thickness and

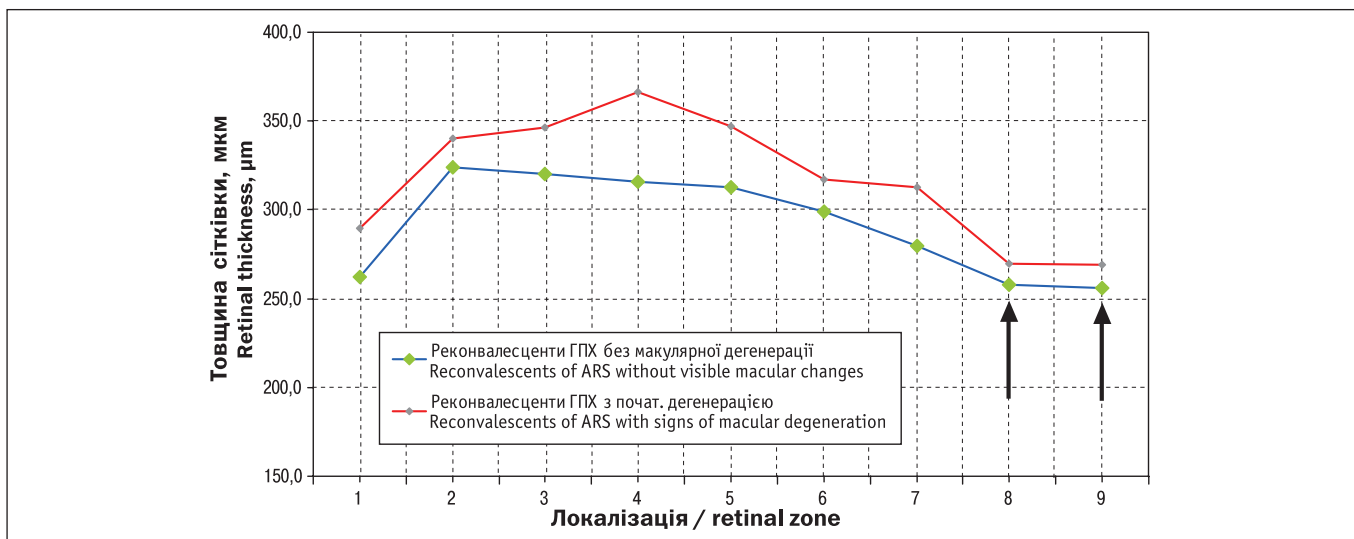


Рисунок 3. Товщина сітчастої оболонки в макулярній зоні реконвалесцентів ГПХ з початковими ознаками макулярної дегенерації у порівнянні з реконвалесцентами ГПХ без ознак макулярної дегенерації

Figure 3. The retinal thickness in the macular zone in reconvalescents of ARS with signs of macular degeneration in comparison with reconvalescents of ARS without signs of macular degeneration

Примітки. 1 – фовеолярна зона; 2 – верхній внутрішній сектор парафовеолярної зони; 3 – назальний внутрішній сектор парафовеолярної зони; 4 – нижній внутрішній сектор парафовеолярної зони; 5 – темпоральний внутрішній сектор парафовеолярної зони; 6 – верхній сектор парамакулярної зони; 7 – назальний сектор парамакулярної зони; 8 – нижній сектор парамакулярної зони; 9 – темпоральний сектор парамакулярної зони.

Notes. 1 – the fovea; 2 – upper internal sector of the parafoveal zone; 3 – nasal internal sector of the parafoveal zone; 4 – lower internal sector of the parafoveal zone; 5 – temporal internal sector of the parafoveal zone; 6 – upper sector of the paramacular zone; 7 – nasal sector of the paramacular zone; 8 – lower paramacular zone sector; 9 – temporal sector of the paramacular zone.

макулярній зоні були більшими (табл. 2). Доведено, що у реконвалесцентів ГПХ без видимих макроскопічних макулярних змін достовірно більшими виявились товщина сітківки у фовеолі, середня товщина сітківки, об'єм сітківки в макулярній зоні в порівнянні з контролем (табл. 3).

Висловлювалось припущення, що збільшення товщини сітківки у зовнішньо-медіальному секторі і зовнішньо-верхньому секторі макулярної зони пов'язане з підвищеним ризиком розвитку у віддаленому періоді дистрофії сітківки [16]. Вважається, що зовнішні і внутрішні сегменти фоторецепторів не підтримуються мюлерівськими клітинами [17, 18], що сприяє лабільності морфометричних параметрів перш за все саме в парамакулярній зоні [18]. Поява змін структур сітківки може мати значний вплив на функцію ока в подальшому, адже відновлення ушкоджених рецепторів в цій зоні не спостерігається [19].

volume of retina in macular zone was greater (Table 2). It has been proved that the thickness of retina in the fovea, the average thickness of retina, and the volume of retina in the macular zone were significantly higher in ARS reconvalescents without visible macular changes in comparison with control (Table 3).

It was suggested that an increase of the retinal thickness in the external-medial sectors and the outer-upper segments of the macular zone is associated with an increased risk of development in the distant period macular degeneration [16]. It is believed that the external and internal segments of photoreceptors are not supported by Muller cells [17, 18], which promotes the lability of morphometric parameters especially in the paramacular region [18]. The appearance of changes in the structure of the retina can have a significant effect on the function of the eye in the future, because recovery damaged receptors in this area are not observed [19].

Таблиця 2

Параметри сітчастої оболонки в макулярній зоні реконвалесцентів ГПХ з проявами дегенерації у порівнянні з реконвалесцентами ГПХ без проявів дегенерації (M ± SD)

Table 2

Retinal parameters in the macular zone of the reconvalescents of acute radiation sickness with signs of macular degeneration in comparison with reconvalescents of ARS without signs of degeneration (M ± SD)

Показники / indices	Реконвалесценти ГПХ без дегенерації ARS reconvalescents without macular degeneration	Реконвалесценти ГПХ з дегенерацією ARS reconvalescents with macular degeneration	t	p
Товщина сітківки в фовеолі, мкм Retinal thickness in the fovea, μm	262,25 ± 23,56	289,38 ± 31,55	1,67	–
Товщина сітківки, парафовеолярна зона вгорі, мкм Retinal thickness, the parafoveal zone above, μm	323,75 ± 5,68	340,0 ± 23,22	1,87	–
Товщина сітківки, парафовеолярна зона назально, мкм Retinal thickness, the parafoveal zone nasal, μm	320,0 ± 8,52	346,13 ± 33,58	2,07	–
Товщина сітківки, парафовеолярна зона внизу, мкм Retinal thickness, the parafoveal zone lower, μm	315,75 ± 8,02	366,25 ± 102,11	1,4	–
Товщина сітківки, парафовеолярна зона темпорально, мкм Retinal thickness, the parafoveal zone temporally, μm	312,5 ± 8,19	347,0 ± 60,58	1,58	–
Товщина сітківки, верхній сектор парамакулярної зони, мкм Retinal thickness, upper sector of the paramacular zone, μm	299,0 ± 50,29	316,88 ± 107,11	0,39	–
Товщина сітківки, назальний сектор парамакулярної зони, мкм Retinal thickness, nasal sector of the paramacular zone, μm	279,75 ± 6,18	312,75 ± 53,36	1,58	–
Товщина сітківки, нижній сектор парамакулярної зони, мкм Retinal thickness, lower sector of the paramacular zone, μm	258,0 ± 5,09	269,57 ± 8,22	2,88	p < 0,05 *
Товщина сітківки, темпоральний сектор парамакулярної зони, мкм Retinal thickness, temporal sector of the paramacular zone, μm	256,25 ± 4,35	268,86 ± 10,48	2,79	p < 0,05 *
Об'єм сітківки в макулярній зоні, мм ³ Volume of the retina in the macular zone, mm ³	9,65 ± 0,26	10,54 ± 1,05	2,25	p < 0,05 *
Середня товщина сітківки, мкм Average retinal thickness, μm	268,25 ± 8,38	292,5 ± 29,17	2,18	p < 0,05 *

Примітка. * – різниця між значеннями статистично вірогідна.
Note. * – the difference between the values is statistically significant.

Таблиця 3

Параметри сітчастої оболонки в макулярній зоні реконвалесцентів гострої променевої хвороби без дегенерації в порівнянні з контролем (M ± SD)

Table 3

Retinal parameters in the macular zone of the reconvalescents of acute radiation sickness without signs of degeneration in comparison with (M ± SD)

Показники / indices	Реконвалесценти ГПХ без дегенерації ARS reconvalescents without macular degeneration	Неопромінений контроль Non-irradiated control	t	p
Товщина сітківки в фовеолі, мкм Retinal thickness in the fovea, μm	262,25 ± 23,56	227,21 ± 48,05	2,24	p < 0,05 *
Товщина сітківки, парафовеолярна зона вгорі, мкм Retinal thickness, the parafoveal zone above, μm	323,75 ± 5,68	9,20 ± 1,69	2,59	p < 0,05 *
Товщина сітківки, парафовеолярна зона назально, мкм Retinal thickness, the parafoveal zone nasal, μm	320,0 ± 8,52	302,19 ± 38,33	1,39	–
Товщина сітківки, парафовеолярна зона внизу, мкм Retinal thickness, the parafoveal zone lower, μm	315,75 ± 8,02	310,81 ± 24,62	1,4	–
Товщина сітківки, парафовеолярна зона темпорально, мкм Retinal thickness, the parafoveal zone temporally, μm	312,5 ± 8,19	305,88 ± 23,73	2,34	p < 0,05 *
Товщина сітківки, верхній сектор парамакулярної зони, мкм Retinal thickness, upper sector of the paramacular zone, μm	299,0 ± 50,29	297,19 ± 24,96	0,39	–
Товщина сітківки, назальний сектор парамакулярної зони, мкм Retinal thickness, nasal sector of the paramacular zone, μm	279,75 ± 6,18	282,80 ± 11,19	0,55	–
Товщина сітківки, нижній сектор парамакулярної зони, мкм Retinal thickness, lower sector of the paramacular zone, μm	258,0 ± 5,09	227,21 ± 48,05	0,47	–
Товщина сітківки, темпоральний сектор парамакулярної зони, мкм Retinal thickness, temporal sector of the paramacular zone, μm	256,25 ± 4,35	9,20 ± 1,69	1,67	–
Об'єм сітківки в макулярній зоні, мм ³ Volume of the retina in the macular zone, mm ³	9,65 ± 0,26	302,19 ± 38,33	1,14	–
Середня товщина сітківки, мкм Average retinal thickness, μm	268,25 ± 8,38	310,81 ± 24,62	2,91	p < 0,05 *

Примітка. * – різниця між значеннями статистично вірогідна.
Note. * – the difference between the values is statistically significant.

В обстеженій нами групі реконвалесцентів ГПХ кореляційний аналіз засвідчив наявність зв'язку між об'ємом сітківки у макулярній зоні і документованою дозою опромінення: коефіцієнт кореляції $r = 0,51$ – у осіб, опромінених у більшій дозі, спостерігалась схильність до збільшення товщини сітківки. Вивчення морфометричних параметрів сітчастої оболонки як реконвалесцентів ГПХ, так і інших категорій постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи in vivo методом ОКТ допоможе виявити механізми ушкодження сітчастої оболонки у постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи і отримати нову інформацію про вплив іонізуючої радіації на сітчасту оболонку ока.

ВИСНОВОК

Проведено оптичну когерентну томографію у 7 реконвалесцентів гострої променевої хвороби (14 очей). У результаті показано, що товщина сітчастої оболонки у фовеолі і парамакулярній зоні в осіб, що

The correlational analysis of the reconvalescents of the ARS surveyed by us showed a correlation between the volume of the retina in the macular area and the documented dose of irradiation: the correlation coefficient $r = 0.51$. If subject exposed in a higher doses, there have a significant tendency to increase the retinal thickness. The study of the morphometric parameters of the reconvalescents of ARS and other categories of irradiated in vivo by the OCT will help to identify the mechanisms of retinal damaging in of the Chernobyl catastrophe victims and to obtain new information on the impact of IR of the retina.

CONCLUSION

Optical coherence tomography investigation was performed for 7 ARS reconvalescents (14 eyes). As a result, it is shown that the retinal thickness in fovea and paramacular zone in individuals who suffered

перенесли ГПХ, вірогідно більша, ніж у контролі. Ці зміни спостерігаються у всіх реконвалесцентів ГПХ — як у осіб з проявами макулярної дистрофії, так і у тих, в кого її клінічних проявів не було виявлено. Наявність кореляційного зв'язку між об'ємом сітківки в макулярній зоні і документованою дозою опромінення досліджуваної групи підкреслює перспективність подальших ОКТ-досліджень сітчастої оболонки реконвалесцентів ГПХ для вивчення механізму ушкодження сітківки у цієї категорії постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи.

Подяка

Робота виконана за фінансової підтримки Національної академії медичних наук України, НДР «Наукове обґрунтування методичних підходів та принципів медичної експертизи зв'язку захворювань, що призвели до інвалідності та смерті з впливом наслідків аварії на Чорнобильській АЕС у віддаленому післяаварійному періоді», державний реєстраційний № 0118U003766.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Базика О. Д., Білий Д. О. Серцево-судинні захворювання та стан систолічної функції лівого шлуночка в учасників ліквідації наслідків Чорнобильської аварії (за даними 30-річного спостереження). *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*. 2017. Вип. 22. С. 292–305.
2. Investigations on health conditions of Chernobyl nuclear power plant accident recovery workers from Latvia in late period after disaster / J. Reste, T. Zvagule, N. Kurjane et al. *Proceedings of the Latvian Academy of sciences. Section B*. 2016. Vol. 70, no. 5. P. 257–265.
3. Основні чинники формування внутрішнього опромінення населення радіоактивно забруднених територій на поточному етапі аварії на ЧАЕС (на прикладі Київської області) / В. В. Василенко, С. Ю. Нечаєв, М. Я. Циганков та ін. *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*. 2015. Вип. 20. С. 148–156.
4. Гунько Н. В. Оцінка ефективності організованого переселення в Україні жителів із зони безумовного (обов'язкового) відселення як заходу протирадіаційного захисту населення. *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*. 2015. Вип. 20. С. 174–184.
5. Логановський К. М., Куц К. В. Когнітивні викликані потенціали P300 після опромінення. *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*. 2016. Вип. 21. С. 264–290.
6. Sergienko N. M., Fedirko P. A. Accommodative function of eyes in persons exposed to ionizing radiation. *Ophthal. Res*. 2002. V. 34 (4). P. 192–194.
7. Retinal vascular pathology risk development in the irradiated at different ages as a result of Chernobyl NPP accident / P. A. Fedirko, T. F. Babenko, R. Y. Dorichevska, N. A. Garkava. *Probl. Radiac. Med. Radiobiol*. 2015. Vol. 20. P. 467–475.

acute radiation sickness is significantly higher than in the control. These changes are observed in all reconvalescents of ARS — both in individuals with sings of macular degeneration and in those whose clinical sings were not detected. The presence of a correlation between the volume of the retina in the macular zone and the documented radiation dose of the study group emphaizes the prospects of next OCT examination of the retina of reconvalescents of ARS for study the mechanism of damage of the retina in this category of victims of the Chornobyl accident.

Aknowlegments

The work was carried out with the financial support of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, scientific research work «Scientific substantiation of methodological approaches and principles of the medical examination due diseases that lead to disability and death from the effects of the Chornobyl accident in a remote post-emergency period», the state registration # 0118U003766.

REFERENCES

1. Bazyka OD, Belyi DO. Cardiovascular diseases and systolic function of left ventricle in clean-up workers of Chornobyl accident (based on 30 years follow-up). *Probl Radiac Med Radiobiol*. 2017;22:292-305.
2. Reste J, Zvagule T, Kurjane N, Skesters A, Silova A, Eglite M, et al. Investigations on health conditions of Chernobyl nuclear power plant accident recovery workers from Latvia in late period after disaster. *Proceedings of the Latvian Academy of sciences. Section B*. 2016;70(5):257-65.
3. Vasylenko VV, Nechaev SYu, Tsigankov MYa, Ratia GG, Berkovskyy VB, Pikta VO, et al. Main internal doseforming factors for inhabitants of contaminated regions at current phase of the Chornobyl nuclear power plant accident (Kyiv region as an example). *Probl Radiac Med Radiobiol*. 2015;20:148-56.
4. Gunko NV. Efficacy evaluation of managed population shift in Ukraine from zone of obligate (compulsory) resettlement as a measure of public radiation protection. *Probl Radiac. Med. Radiobiol*. 2015;20:174-84.
5. Loganovsky KM, Kuts KV. Cognitive evoked potentials P300 after radiation exposure. *Probl Radiac Med Radiobiol*. 2016;21:264-90.
6. Sergienko NM, Fedirko PA. Accommodative function of eyes in persons exposed to ionizing radiation. *Ophthal Res*. 2002;34(4):192-4.
7. Fedirko PA, Babenko TF, Dorichevska RY, Garkava NA. Retinal vascular pathology risk development in the irradiated at different ages as a result of Chornobyl NPP accident. *Probl Radiac Med Radiobiol*. 2015;20:467-75.

8. Progressive chronic retinal axonal loss following acute methanol-induced optic neuropathy: four-year prospective cohort study / O. Nurieva, P. Diblik, P. Kuthan et al. *Am. J. Ophthalmol.* 2018. V. 191. P. 100–115.
9. Disorganization of the retinal inner layers as a predictor of visual acuity in eyes with macular edema secondary to vein occlusion / M. Eldeeb, E. W. Chan, V. Sun, J. C. Chen. *Am. J. Ophthalmol.* 2017. V. 186. P. 167–168.
10. Optical coherence tomography protocols for screening of hydroxychloroquine in Asian patients / S. J. Ahn, J. Joung, H. W. Lim, B. R. Lee. *Am. J. of Ophthalmol.* 2017. Vol. 184. P. 11–18.
11. Differences in optical coherence tomography assessment of Bruch membrane openings compared to stereoscopic photography for estimating cup-to-disc ratio / J.-C. Mwanza, L. Y. Huang, D. L. Budenz et al. *Am. J. Ophthalmol.* 2017. Vol. 184. P. 34–41.
12. Diabetic choroidopathy: Choroidal vascular density and volume in diabetic retinopathy with swept-source optical coherence tomography / J. C. Wang, I. Lains, J. Providencia et al. *Am. J. Ophthalmol.* 2017. Vol. 184. P. 75–83.
13. Ichikawa Y., Imamura Y., Ishida M. Inner nuclear layer thickness, a biomarker of metamorphopsia in epiretinal membrane, correlates with tangential retinal displacement. *Am. J. Ophthalmol.* 2018. Vol. 193. P. 20–27.
14. Two-years results of metamorphopsia, visual acuity, and optical coherence tomographic parameters after epiretinal membrane surgery / T. Kinoshita, H. Imaizumi, H. Miyamoto et al. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 2016. Vol. 254. P 1041–1049.
15. Ichikawa Y., Imamura Y., Ishida M. Metamorphopsia and tangential retinal displacement after epiretinal membrane surgery. *Retina.* 2017. Vol. 37. P. 673–679.
16. Грубник Н. П., Красновид Т. А., Вит В. В. Система оценки степени тяжести структурных изменений фовеа по данным спектральной оптической когерентной томографии и остроты зрения при контузии глазного яблока. *Офтальмол. журн.* 2015. № 1. С. 29–34.
17. Vit V. V. The structure of the human visual system. Odessa: Astroprint. 2003. 655 p.
18. Mansour A. M., Green W. R., Hogge C. Histopathology of commotio retinae. *Retina.* 1992. Vol. 12. P. 24–28.
19. Seong J. A. Optical coherence tomography morphologic grading of macular commotio retinae and its association with anatomic and visual outcomes. *Am. J. Ophthalmol.* 2013. Vol. 156. P. 994–1001.
8. Nurieva O, Diblik P, Kuthan P, Sklenka P, Meliska M, Bydzovsky J, et al. Progressive chronic retinal axonal loss following acute methanol-induced optic neuropathy: four-year prospective cohort study. *Am J Ophthalmol.* 2018;191:100-15.
9. Eldeeb M, Chan EW, Sun V, Chen JC. Disorganization of the retinal inner layers as a predictor of visual acuity in eyes with macular edema secondary to vein occlusion. *Am J Ophthalmol.* 2017;186:167-8.
10. Ahn SJ, Joung J, Lim HW, Lee BR. Optical coherence tomography protocols for screening of hydroxychloroquine in Asian patients. *Am J Ophthalmol.* 2017;184:11-8.
11. Mwanza J-C, Huang LY, Budenz DL, Shi W, Huang G, Lee RK. Differences in optical coherence tomography assessment of Bruch membrane openings compared to stereoscopic photography for estimating cup-to-disc ratio. *Am J Ophthalmol.* 2017;184:34-41.
12. Wang JC, Lains I, Providencia J, Armstrong GW, Santos AR, Gil P, et al. Diabetic choroidopathy: Choroidal vascular density and volume in diabetic retinopathy with swept-source optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol.* 2017;184:75-83.
13. Ichikawa Y, Imamura Y, Ishida M. Inner nuclear layer thickness, a biomarker of metamorphopsia in epiretinal membrane, correlates with tangential retinal displacement. *Am J Ophthalmol.* 2018;193:20-7.
14. Kinoshita T, Imaizumi H, Miyamoto H, Katome T, Semba K, Mitamura Y. Two-years results of metamorphopsia, visual acuity, and optical coherence tomographic parameters after epiretinal membrane surgery. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2016;254:1041-9.
15. Ichikawa Y, Imamura Y, Ishida M. Metamorphopsia and tangential retinal displacement after epiretinal membrane surgery. *Retina.* 2017;37:673-9.
16. Grubnik NP, Krasnovid TA, Vit WV. [A system of assessing the severity degree of the foveal structural changes according to the data of spectral optic coherent tomography and visual acuity in the eyeball contusion]. *Ophthal J.* 2015;(1):29-34. Russian.
17. Vit WV. The structure of the human visual system. Odessa: Astroprint. 2003. 655 p.
18. Mansour AM, Green WR, Hogge C. Histopathology of commotio retinae. *Retina.* 1992;12:24-8.
19. Seong J. A. Optical coherence tomography morphologic grading of macular commotio retinae and its association with anatomic and visual outcomes *Am J Ophthalmol.* 2013. V. 156. P. 994-1001.

Стаття надійшла до редакції 5.07.2018

Received: 5.07.2018