

УДК 617.723+616-084:617.735+617.711:616-001.28

П. А. Федірко¹✉, Н. А. Гарькава²

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. Дзержинського, 9, м. Дніпро, 49044, Україна

МІКРОЦИРКУЛЯТОРНІ ПОРУШЕННЯ КОН'ЮНКТИВИ В УЧАСНИКІВ АВАРІЙНИХ РОБІТ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС

Мета. Вивчити зміни гемомікроциркуляції в динаміці після радіаційного впливу в залежності від дози опромінення.

Матеріали і методи. Дослідження проведено на 470 учасниках аварійних робіт на ЧАЕС. Через 10–15 років після радіаційного впливу обстежено 450 учасників аварійних робіт на ЧАЕС (УЛНА на ЧАЕС) віком від 28 до 65 років. Контрольну групу становили 110 промислових робітників, що не мали контакту з ІР. Через 22 роки після радіаційного впливу окремо обстежено 20 випадково відібраних УЛНА на ЧАЕС.

Стан мікроциркуляції вивчався шляхом біомікроскопії судин бульбарної кон'юнктиви. Статистичну обробку результатів дослідження включала визначення коефіцієнта t (Ст'юдента), коефіцієнта кореляції і його помилки.

Результати. Дослідження стану мікроциркуляції у кон'юнктиві виявили наявність значних її порушень у опромінених осіб вже в період 10–15 років після радіаційного впливу. Виявлена залежність ступеня прояву і частоти патології мікросудин від дозового навантаження. Через 22 роки після радіаційного впливу порушення гемомікроциркуляції залишилися досить поширеними, великою була частка судинних і периваскулярних змін. Встановлено, що дозові залежності для змін мікроциркуляції і у віддаленому періоді в учасників робіт на ЧАЕС у 1986 р. зберігаються.

Висновки. Показано, що поява значних порушень стану мікроциркуляції у кон'юнктиві спостерігається у опромінених осіб вже в період 10–15 років після радіаційного впливу. Через 22 роки після радіаційного впливу порушення гемомікроциркуляції залишилися поширеними, дозові залежності і, в значній мірі, клінічні особливості зберігаються.

Ключові слова: іонізуюче випромінювання, аварія на ЧАЕС, мікроциркуляція, кон'юнктива.

Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2016. Вип. 21. С. 345–351.

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

P. A. Fedirko¹✉, N. A. Garkava²

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

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

Microcirculation violations of the conjunctiva in clean-up workers of the Chornobyl NPP accident

Objective. Explore hemomicrocirculation changes after radiation exposure depending of irradiation dose in dynamics.

Materials and methods. The research conducted on 470 clean-up workers of the Chornobyl NPP accident. After 10–15 years after radiation exposure examined 450 Chornobyl clean-up workers in age of 28 to 65 years. The control group consisted of 110 industrial workers who had not a contact of IR. In 22 years after radiation exposure separately examined 20 randomly selected Chornobyl clean-up workers accident. The microcirculation state examine by the vessels biomicroscopy of the bulbar conjunctiva. The statistical analysis of the results of the study included the determination of the t coefficient (Student's), correlation coefficient and its error.

Results. The research of the state of microcirculation in the conjunctiva revealed the presence of significant irregularities in exposure persons in the period of 10–15 years after radiation exposure. The dependence educed of the degree and frequency of pathology of the microvessels of dose accumulation. In 22 years after radiation exposure hemomicrocirculation violations remained widespread, a large proportion was vascular and perivascular changes. Established that the dose dependences for changes of the microcirculation in the remote period in participants work at Chornobyl in 1986 save.

Conclusions. It is shown that the appearance of the significant violations of microcirculation state in the conjunctiva observed in exposed persons in the period from 10 to 15 years after radiation exposure. In 22 years after radiation exposure dose dependence hemomicrocirculation violations remained widespread, and clinical features are preserved.

Key words: ionizing radiation, Chornobyl accident, microcirculation, conjunctiva.

Problems of radiation medicine and radiobiology. 2016;21:345–351.

ВСТУП

Відомо, що однією з найбільш ранніх патологічних змін, що виявляється в опромінених популяціях, є ангіопатія сітківки, яка з плином часу прогресує у опромінених популяціях і є підґрунтям для розвитку дистрофічної патології ока [1]. Одним із перших проявів судинних змін у радіаційно опромінених осіб є порушення гемомікроциркуляції [2, 3].

Для розробки методів профілактики і лікування очної патології важливо простежити, чи зберігаються клінічні особливості змін гемомікроциркуляції і дозові залежності з плином часу. Для проведення таких досліджень найдоцільніше використати результати спостереження учасників аварійних робіт на ЧАЕС (УЛНА на ЧАЕС), адже дози опромінення їх вищі, ніж у мешканців радіоактивно забруднених територій [4], тому можна очікувати значно швидшої реалізації радіаційних ефектів.

INTRODUCTION

It is known that one of the earliest pathological changes found in exposed populations is retinal angiopathy, which eventually progresses in exposed populations and is the basis for the development of degenerative pathology of the eye [1]. One of the first manifestations of vascular changes in the radiation-exposed persons is hemomicrocirculation violation [2, 3].

For development of methods of prevention and treatment of ocular pathology is important to trace whether the stored clinical features and hemomicrocirculation changes dose dependence over time. For realization of the studies would be best to use the results of observation participants work at Chornobyl (clean up workers), because their radiation dose is higher than the residents of contaminated areas [4], so you can expect a much faster implementation of radiation effects.

МЕТА

Вивчити зміни гемомікроциркуляції в динаміці після радіаційного впливу в залежності від дози опромінення.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Дослідження проведено на 470 учасниках аварійних робіт на ЧАЕС. Через 10–15 років після радіаційного впливу обстежено 450 учасників аварійних робіт на ЧАЕС (УЛНА на ЧАЕС) віком від 28 до 65 років. Доза опромінення відома була для 210 з них, доза коливалась від 0,0003 до 2,20 Гр, середня доза – $(0,253 \pm 0,023)$ Гр. Контрольну групу становили 110 промислових робітників, що не мали контакту з ІР. Через 22 роки після радіаційного впливу окремо обстежено 20 випадково відібраних УЛНА на ЧАЕС віком від 34 до 78 років, середній вік $(53,85 \pm 0,68)$ років, з відомими дозами зовнішнього опромінення (середня доза зовнішнього опромінення всього тіла – $(0,39 \pm 0,03)$ Гр, дози коливались від 0,02 до 2,0 Гр).

Стан мікроциркуляції вивчався шляхом біомікроскопії судин бульбарної кон'юнктиви. Оцінювали калібр мікросудин, їх хід, звивистість, артеріально-венозне співвідношення, кількість функціонуючих капілярів, розміри безсудинних ділянок, швидкість і характер кровоплину, ступінь прозорості фону, наявність венозних сакуляцій, мікроаневризм, периваскулярного набряку, геморагій, сладж-феномену. Результати проаналізовано з допомогою якісно-кількісної схеми оцінки показників мікроциркуляції у кон'юнктиві. Кожну ознаку оцінювали в балах, розраховували класичний кон'юнктивальний показник (КП) за Л. Т. Малою та співавт., який у нормі становить 0 балів, максимально можлива кількість балів при патології – 33 [5].

Статистична обробка результатів дослідження включала визначення середніх значень кількісних показників, дисперсії або середнього квадратичного відхилення, коефіцієнтів асиметрії та ексцесу, коефіцієнта t (Student), коефіцієнта кореляції і його помилки.

РЕЗУЛЬТАТИ

У здорових осіб при дослідженні стану мікроциркуляції в бульбарній кон'юнктиві спостерігаються паралельне розміщення артеріол і венул, при співвідношенні їх діаметрів від 1/2 до 2/5, рівні межі судин, безперервний кровоплин.

В обстеженій групі УЛНА на ЧАЕС виявлена значна поширеність порушень мікроциркуляції. Патологія мікроциркуляторного річища проявлялась пе-

OBJECTIVE

Explore hemomicrocirculation changes in dynamics after radiation exposure, depending of dose of irradiation.

MATERIALS AND METHODS

The research conducted on 470 clean-up workers of the Chernobyl NPP accident. After 10–15 years after radiation exposure examined 450 cleanup workers of the Chernobyl NPP accident in age of 28 to 65 years. The dose of irradiation has been known for 210 of them, the dose varied from 0.0003 to 2.20 Gy, the average dose – 0.253 ± 0.023 Gy. The control group consisted of 110 industrial workers who had not contact with IR. In 22 years after radiation exposure separately examined 20 randomly selected clean-up workers of ChNPP accident aged from 34 to 78 years, mean age is 53.85 ± 0.68 years with known doses of external irradiation (intermediate dose of external irradiation of the whole body is 0.39 ± 0.03 sGy, doses ranging from 0.02 to 2 Gy).

The microcirculation state examine by the vessels biomicroscopy of the bulbar conjunctiva. Caliber of microvessels, its course, tortuosity, arterio-venous ratio, the number of functioning capillaries, measure of non-vascular areas, the rate and nature of the flow, the transparency of the background presence of venous sakkulies, microaneurysm, pen and vascular edema, hemorrhage, sludge-phenomenon examined. The results are analyzed using quantitative with no-circuit evaluation indicators of microcirculation in the conjunctiva. Each sign has been examined in points, calculated classic conjunctival index (CI) for L. T. Malaya et all., which normally is 0 points, the most same number of points of passage in the pathology – 33 [5].

Statistical analysis of the results of the study included the determination of average values of quantitative indicators, variance or standard deviation, the t coefficient (Student), coefficient correlation and its error.

RESULTS

In healthy people in the study of the state of microcirculation in the bulbar conjunctiva and there is a parallel placement arterioles and venules, a/v diameters from 1/2 to 2/5, equal faces vessels, continuous flow.

In the examined group of clean-up workers of ChNPP accident revealed a significant prevalence of claim violations of microcirculation; pathology of

реважно у вигляді судинних змін: звивистості судин, нерівномірності калібру венул, а інколи й артеріол, спастичному стані артеріол, дилатації венул аж до появи у багатьох випадках венозних сакуляцій, зниження артеріовенозного співвідношення, зменшення кількості функціонуючих капілярів, появи мікроаневризм. Внутрішньосудинні порушення були представлені уповільненням кровоплину аж до стазу, сладж-феноменом. Знайдені було й периваскулярні зміни – помутніння фону, набряк, мікрогеморагії, відкладення пігменту. Кон'юнктивальний показник, який характеризує ступінь прояву порушень мікроциркуляції, в групі УЛНА на ЧАЕС становив $12,05 \pm 0,27$, у контрольній групі – $3,60 \pm 0,91$; в УЛНА на ЧАЕС КП вірогідно вищий ($t = 8,9$, $p < 0,001$) порівняно з контрольною групою. При кореляційному аналізі знайдено прямий вірогідний ($p < 0,01$) зв'язок КП з віком обстежених ($r = 0,22 \pm 0,05$) і документованою дозою зовнішнього опромінення ($r = 0,16 \pm 0,06$). Залежність КП від дози опромінення представлена на рис. 1.

Середній КП в УЛНА на ЧАЕС з дозою опромінення до 0,1 Гр становив $11,58 \pm 0,47$, у осіб з дозою опромінення 0,1–0,25 Гр – $12,43 \pm 0,86$, з дозовим навантаженням 0,25–0,5 Гр – $13,13 \pm 0,73$, з дозовим на-

the microcirculatory streamway and manifested mainly in the form of vascular changes: vessels tortuosity, irregularity of venules caliber and sometimes arterioles, spastic condition of arterioles, dilatation of venules until the appearance of the bug and cases of venous sakkulies, decrease of arteriovenous ratio, reduction of number of functional capillary, appearance of microaneurysm. Intravascular violations are slowing the flow down to stasis, sludge – phenomenon. It was found perivascular changes – clouding of foil, swelling, microhemorrhages, depositions of pigment. Conjunctival index that characterizes the degree of manifestation of microcirculation disorders in the cleanup workers group was 12.05 ± 0.27 , in the control group – 3.60 ± 0.91 ; in the clean-up workers CI is significantly higher ($t = 8.9$, $p < 0.001$) by the side of the control group. In direct correlation analysis found probable ($p < 0.01$) relationship with CI with aged surveyed ($r = 0.22 \pm 0.05$) and documented dose of external exposure ($r = 0.16 \pm 0.06$). CI dependence of exposures dose shown in Figure 1.

Average CI in the cleanup workers of ChNPP with a dose to 0.1 Gy was 11.58 ± 0.47 , in patients with a dose from 0.1 to 0.25 Gy was 12.43 ± 0.86 , with radiation doses from 0.25 to 0.5 Gy was 13.13 ± 0.73 , with

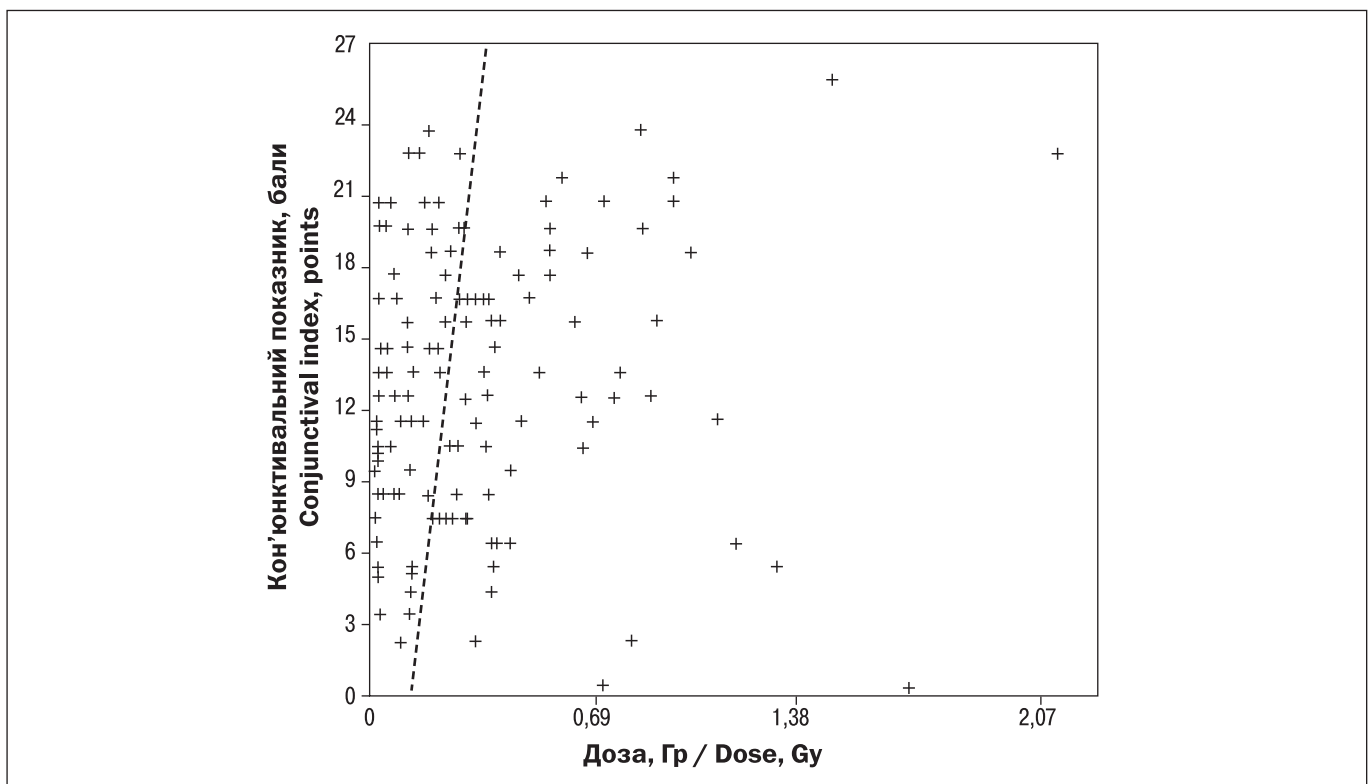


Рисунок 1. Кореляція між дозою зовнішнього опромінення і кон'юнктивальним показником в УЛНА на ЧАЕС

Figure 1. The correlation between the dose of external irradiation and conjunctival index in the clean-up workers of ChNPP

вантаженням 0,5 і більше Гр – $14,53 \pm 1,09$. Встановлено, що для осіб з дозовим навантаженням 0,25 Гр і більше КП був вірогідно вищим, ніж для опромінених у дозі до 0,1 Гр ($t = 2,00$, $p < 0,05$).

Ті чи інші зміни мікроциркуляції в кон'юнктиві були виявлені у всіх оглянутих через 22 роки після радіаційного впливу УЛНА на ЧАЕС. Судинні зміни спостерігались в усіх цих пацієнтів, вони проявлялися: підвищеною звивистістю венул, виявленою в усіх випадках, судинними петлями (рис. 2), нерівномірністю калібру, яка виявлялась у всіх випадках наявності судинних змін, крім 4 випадків у групі з дозовим навантаженням від 0,02 до 0,19 сГр, поодинокими аневризмами, знайденими в 8 випадках (40 %). У 80 % хворих спостерігалися зміни в артеріолах, переважно у вигляді звуження. Нерівномірність калібру артеріол визначалась у 55 % оглянутих. Артеріо-венулярне співвідношення у обстежених було зменшеним за рахунок звуження просвіту артеріол.

Судинні зміни частіше проявлялись у більш опроміненій групі. У 100 % осіб з дозою опромінення 0,1–2 Гр і у 50 % осіб з дозою 0,02–0,1 Гр реєструвалася нерівномірність калібру вен, у 66,67 і 37,5 % відповідно – нерівномірність калібру артеріол.

radiation doses from 0.5 and more Gy was 14.53 ± 1.09 . Found that for people with radiation doses from 0.25 and more Gy CI was probably more than irradiated with a dose to 0.1 Gy ($t = 2.00$, $p < 0.05$).

These or other changes of microcirculation in the conjunctiva were detected in all examined in 22 years after radiation exposure at Chornobyl clean-up workers. Vascular changes were observed in all these patients, they found themselves: increased tortoiseness of venules identified in all cases, vascular loops (Figure 2), uneven caliber, which are identified in all cases, the presence of vascular changes, in addition to four cases in the group with radiation doses from 0.02 to 0.19 Gy, single aneurysms, found in 8 cases (40 %). In 80 % of patients experienced changes in arterioles, mainly in the form of narrowing. Uneven arteriolar caliber was determined in 55 % examined. Artery-venular ratio in examined patients was reduced due to narrowing of the arteries.

Vascular changes more often manifested in the more irradiated group. In 100 % of persons with a dose from 0.1 to 2 Gy and in 50 % of persons with a dose from 0.02 to 1 Gy recorded uneven veins caliber in 66.67 and 37.5 % respectively – uneven arterioles caliber.

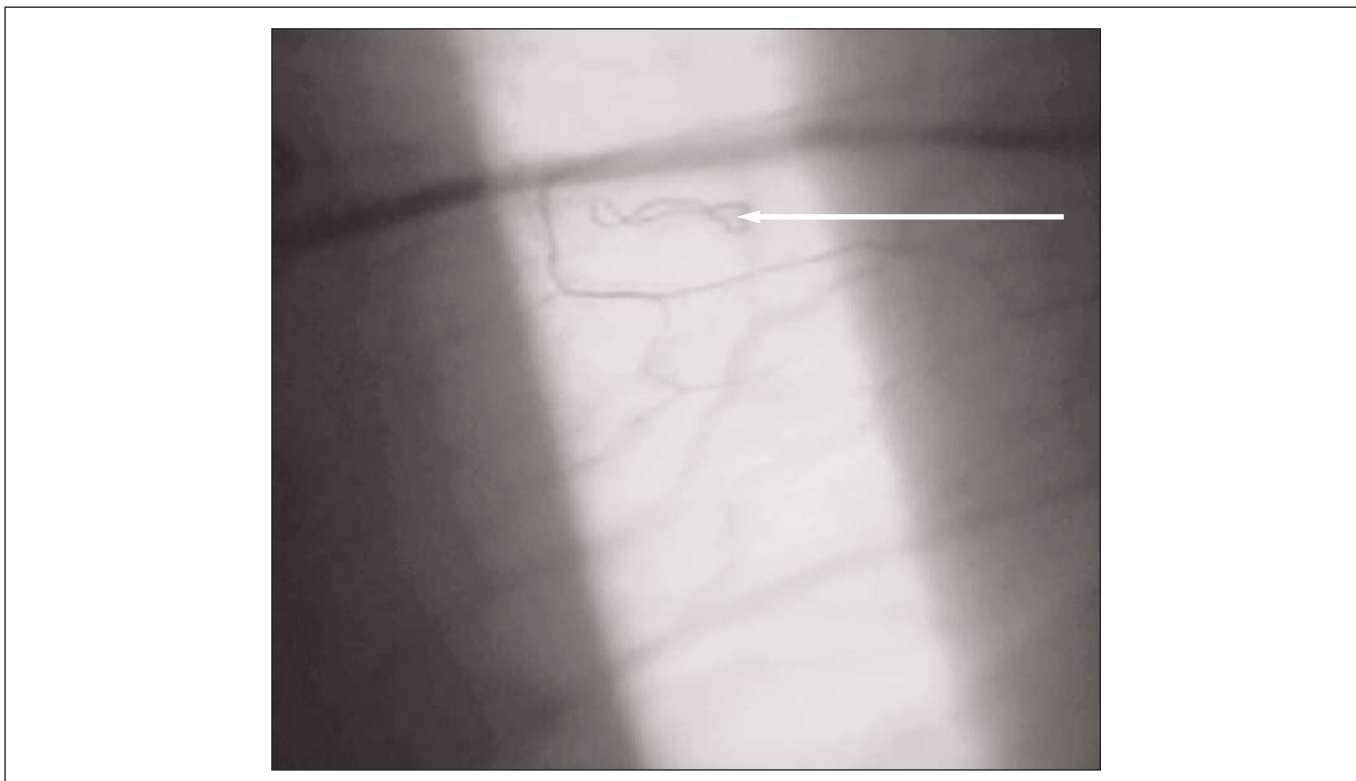


Рисунок 2. Судинні петлі в кон'юнктиві учасника аварійних робіт на ЧАЕС, обстеженого через 22 роки після радіаційного впливу

Figure 2. Vascular loops in the conjunctiva of clean-up workers of ChNPP, observed 22 years after radiation exposure

Внутрішньосудинні зміни виявлялися уповільненням кровотоку по венулах і капілярах, агрегацією еритроцитів, на що вказувала наявність слядж-феномену у венулах, а в багатьох випадках і в капілярах. Загалом вони спостерігались у 85 % оглянутих.

Периваскулярні зміни – ділянки помутніння фону кон'юнктиви та/або локального набряку кон'юнктиви, ліпоїдні і пігментні плями, мікрокрововиливи реєструвалися відносно рідко, загалом у 12 випадках.

Клінічно у осіб з меншою дозою опромінення периваскулярні зміни виявлялися переважно ділянками локального набряку, тоді як у осіб з дозовим навантаженням > 10 і < 200 сГр також ділянками помутніння фону кон'юнктиви, які були виявлені відповідно у 37,5 і у 58,34 % оглянутих; вогнища мікрогеморагій відмічені у 12,5 і у 33,3 %, відповідно.

Кон'юнктивальний показник змінювався від $11,13 \pm 0,67$ в осіб у віці 30-50 років до $12,0 \pm 0,91$ у тих, чий вік ≥ 50 років. Різниця між віковими групами не була статистично вірогідною ($t = 0,76$).

Встановлено, що в УЛНА на ЧАЕС з дозовим навантаженням в період ліквідації наслідків аварії 10–200 сГр КП становив $15,10 \pm 0,82$, що вірогідно вище ($t = 8,9$, $p < 0,001$) у порівнянні з УЛНА на ЧАЕС з дозовим навантаженням в період в період ліквідації наслідків аварії 2–10 сГр, КП у яких становив $6,57 \pm 0,38$.

При кореляційному аналізі знайдено прямий зв'язок КП із віком обстежених ($r = 0,19$) і документованою дозою зовнішнього опромінення ($r = 0,42 \pm 0,18$).

Таким чином, через 22 роки після радіаційного впливу порушення гемомікроциркуляції залишилися широко поширеними, великою була частка судинних і периваскулярних змін. Встановлено, що дозові залежності для змін мікроциркуляції і у віддаленому періоді в учасників робіт на ЧАЕС у 1986 р. зберігаються: кон'юнктивальний показник значно і вірогідно вищим залишається в групі з вищим дозовим навантаженням (0,1–2 Гр) у порівнянні з групою з нижчим (0,02–0,1 Гр) дозовим навантаженням – $15,10 \pm 0,82$ у порівнянні з $6,57 \pm 0,38$, $t = 8,9$, $p < 0,001$. У групі, яка зазнала опромінення в більшій дозі, зміни гемомікроциркуляції були виражені більше.

ВИСНОВКИ

Дослідження стану мікроциркуляції у кон'юнктиві виявили наявність значних її порушень у опроміненних осіб, які виявляються рано. Виявлена залежність ступеня прояву і частоти патології мікросудин від дозового навантаження.

Intravascular changes detected by slowing blood flow in venules and capillaries, aggregation of red blood cells, pointing to that the presence of sludge-phenomenon in venules, and in many cases in capillaries too. In general, they observed in 85 % examined.

Perivascular changes – areas background clouding of the conjunctiva and / or local swelling of the conjunctiva, lipid and pigment spots microhemorrhages recorded relatively rare, generally in 12 cases.

Clinically, in patients with a lower radiation dose perivascular changes proved most areas of local edema, whereas persons with radiation doses > 0.1 and < 2 Gy areas also clouding the background of the conjunctiva, which were found respectively in 37.5 and 58.34 % inspected; fire microhemorrhages recorded in 12.5 and 33.3 % respectively.

Conjunctival index varied from 11.13 ± 0.67 in persons aged 30-50 years to 12.0 ± 0.91 in those whose age ≥ 50 years. The difference between age groups was not statistically significant ($t = 0.76$).

It was established that the clean-up workers of the Chernobyl NPP accident with radiation doses 0.1–2 Gy was CI 15.10 ± 0.82 , which is significantly higher ($t = 8,9$, $p < 0.001$) compared to the Chernobyl clean-up workers with radiation doses 0.02–0.1 Gy, CI which was 6.57 ± 0.38 .

In the correlation analysis found a direct relationship with CI aged surveyed ($r = 0.19$) and documented dose of external radiation ($r = 0.42 \pm 0.18$).

Thus, after 22 years after radiation exposure hemomicrocirculation violations remained widespread, a large proportion was vascular and perivascular changes. Established that the dose dependences for microcirculation changes and in the remote period on the participants work at Chernobyl in 1986: conjunctival index considerably and significantly higher left the group with higher radiation doses (0.1-2.0 Gy) compared with the group with lower (0.02-0.1 Gy) radiation doses – 0.82 ± 15.10 compared to 0.38, $t = 8.9 \pm 6.57$ $p < 0.001$. In the group with more irradiation dose hemomicrocirculation changes were more pronounced.

CONCLUSION

Significant violations of microcirculation of conjunctiva in radiation-exposure persons is appear early. Degree and frequency of microvessels pathology is dependence of the dose accumulation.

У віддаленому періоді після радіаційного впливу – через 22 роки порушення гемомікроциркуляції залишилися поширеними. Дозові залежності для змін мікроциркуляції у віддаленому періоді в учасників робіт на ЧАЕС у 1986 р. зберігаються: у групі, яка зазнала опромінення у більшій дозі, зміни гемомікроциркуляції були виражені більше.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Федірко П. А. Первинна захворюваність на ангіопатію сітківки учасників ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи / П. А. Федірко, Н.А. Гарькава, І. П. Кринична // Проблеми екологічної та медичної генетики і клінічної імунології. - 2009. - Вип. 9 (96). - С. 490-494.
2. Мирошникова Л. М. Клиническое значение микроциркуляции в диагностике и лечении пострадавших при катастрофе на Чернобыльской АЭС // Чернобыль и здоровье населения : тез. докл. науч.-практ. конф., Киев, 25-26 апреля 1994 г. - Киев, 1994. - Т. 2. - С. 144.
3. Федорцева Р. Ф. Отдаленные последствия воздействия малых доз радиации на модели медленно обновляющихся тканей / Р. Ф. Федорцева, С. С. Алексанин, И. Б. Бычкова // Епідеміологія медичних наслідків аварії на Чорнобильській АЕС. 20 років по тому : матер. міжнар. наук.-практ. конф., Київ, 9-10 жовтня 2007 р. - Київ, 2007. - С. 118-119.
4. Василенко В. В. 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, Г. Г. Ратія, В. Б. Берковський, В. О. Пікта, Д. І. Шпаченко, Г. М. Задорожна, Л. П. Міщенко // Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. - 2015. - Вип. 20. - С. 147-156.
5. Малая Л. Т. Клиническая диагностика и принципы терапии нарушенной микроциркуляции при инфаркте миокарда : метод. рекомендации / Л. Т. Малая, И. Ю. Микляев, П. Г. Кравчун, М. А. Власенко. - Харьков, 1977. - 50 с.

In the remote period after radiation exposure – in 22 years hemomicrocirculation violations remained widespread. Doze dependence of microcirculation changes in the remote period in the clean-up workers of the Chernobyl NPP in 1986 remain: in the group that had a greater exposure dose hemomicrocirculation changes were more pronounced.

REFERENCES

1. Fedirko PA, Garkava NA, Krynychna IP. [Primary retinal angiopathy incidence in liquidators of the Chernobyl disaster]. Problems of ecological and medical genetics and clinical immunology. 2009;9(96):490-4. Ukrainian.
2. Miroshnikov LM. [Clinical importance microcirculation in diagnosis and treatment of the victims in the disaster at the Chernobyl]. In: Chernobyl and health of the population: Abstracts of the Scientific-practical Conference; 1994 Apr 25-26; Kyiv. Kyiv; 1994. Vol. 2. p. 144. Russian.
3. Fedortseva RF, Aleksanyn SS, Bichkovskaya IB. [Long-term consequences of impact small radiation doses to model of slowly regenerate tissue]. In: Epidemiology health effects of the Chernobyl accident. 20 years later: Proceedings of the International Scientific-practical Conference; 2007 Oct 9-10; Kyiv. Kyiv; 2007. p. 118-9. Russian.
4. Vasylenko V, Nechaev SY, Tsygankov MY, Ratia GG, Berkovskyy VB, Picta VO, Shpachenko DI, Zadorozhna GM, Mishchenko LP. Main internal dose-forming factors for inhabitants of contaminated regions at current phase of the Chernobyl accident (Kyiv region as an example). Probl Radiac Med Radiobiol. 2015;20:147-56.
5. Malaya LT, Myklyayev IY, Kravchun PG, Vlasenko MA. [Clinical diagnostics and therapy principles of microcirculation violations with myocardial infarction: method. recommendations]. Kharkiv; 1977. 50 p. Russian.

Стаття надійшла до редакції 26.05.2016

Received: 26.05.2016