DOI: 10.21870/0131-3878-2020-29-1-68-78

УДК 616-006.2-053.2:630.43:57.045

Риск развития эмбриональных опухолей у детей в зависимости от радиации Солнца и дыма лесных пожаров

Пинаев С.К.¹, Чижов А.Я.^{2,3}

¹ ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный медицинский университет, Хабаровск;

² ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов, Москва;

³ Медико-экологический центр «Горный воздух XXI век», Москва

В группу эмбриональных опухолей детского возраста включают нефробластому, нейробластому, медуллобластому, рабдомиосаркому, гепатобластому, ретинобластому, герминогенные новообразования и опухоли из примитивной нейроэктодермы. По данным литературы ультрафиолетовое излучение Солнца повышает риск возникновения ретинобластомы, но снижает вероятность развития гепатобластомы. Воздействие на будущую мать дыма транспортных средств увеличивает шансы возникновения у детей ретинобластомы. Курение родителей увеличивает риск развития гепатобластомы у их детей. Дальнейшее изучение риска развития эмбриональных опухолей в зависимости от радиации Солнца и дыма лесных пожаров перспективно для разработки мер по их профилактике. Проведено исследование риска развития эмбриональных опухолей у детей младшего возраста 0-4 лет в зависимости от радиации Солнца и дыма лесных пожаров в Хабаровском крае. Изучена уточнённая заболеваемость эмбриональными опухолями в когортах 1972-1988 гг. рождения. Сформированные динамические ряды подвергли парному корреляционно-регрессионному анализу в семи итерациях по критерию влияния солнечной активности на частоту эмбриональных опухолей (совпадение года солнечной активности и года рождения детей, солнечная активность за 1-2-3 года до рождения детей, солнечная активность через 1-2-3 года после их рождения), и таким же образом в семи итерациях по критерию влияния числа пожаров. На основании установленных связей был проведён многофакторный анализ. Солнечная активность в год рождения детей оказалась связанной с частотой сарком мягких тканей прямой линейной зависимостью ($r=0,526$; $p=0,030$). В когортах 1974-1984 гг. рождения обнаружена тенденция положительной связи между числом лесных пожаров в год рождения детей и частотой выявления нейробластомы ($r=0,511$; $p=0,108$), которая в период 1976-1983 гг. увеличилась до сильной ($r=0,736$; $p=0,037$). Для нефробластомы установлено наличие значительной связи с солнечной активностью через 3 года после рождения детей ($r=0,552$; $p=0,027$), а заболеваемость ретинобластомой в когортах 1975-1988 гг. оказалась связанной с числом лесных пожаров в эти годы ($r=0,541$; $p=0,046$). Многофакторный анализ выявил очень сильную высокодостоверную множественную корреляцию между числом лесных пожаров в год рождения детей, солнечной активностью через год после этого, и частотой эмбриональных опухолей в когортах 1976-1983 гг. рождения ($R=0,912$; $F(2,5)=12,281$; $p<0,012$), что может быть обусловлено индуцированием онкогенного потенциала химических канцерогенов дыма интенсивной солнечной радиацией в этот период времени. В целом, системный анализ связей солнечной радиации и дыма природных пожаров с заболеваемостью детей эмбриональными опухолями позволяет предположить значимый вклад этих факторов в возникновение данной патологии и свидетельствует о значительной этиопатогенетической гетерогенности этой группы новообразований.

Ключевые слова: солнечная радиация, экология, факторы окружающей среды, дым, лесные пожары, пренатальный, постнатальный периоды, дети, канцерогенез, эмбриональные опухоли, саркомы мягких тканей, нейробластома, нефробластома, опухоль Вильмса, ретинобластома.

Значение электромагнитного излучения различного рода и загрязнения воздуха в возникновении рака общепризнано [1]. Около 5-10% злокачественных новообразований (ЗН) у детей связаны с ионизирующей радиацией [2]. Облучение в пренатальном и неонатальном периоде по данным одних авторов повышает риск лейкоза [2, 3], другие придают значение облучению во время беременности, но отрицают роль постнатального воздействия [4]. Солнечная активность, по нашим данным, имеет прямую достоверную связь с частотой неходжкинских лимфом у детей

Пинаев С.К. – доцент, к.м.н. ДВГМУ. Чижов А.Я.* – проф. кафедры РУДН, д.м.н., Засл. деятель науки РФ, академик РЭА, ген. директор МЭЦ «Горный воздух XXI век».

*Контакты: 115093, Москва, Подольское шоссе, 8/5, к. 423. Тел. +79039695460; e-mail: ma21@mail.ru.

[5], что может быть обусловлено изменениями магнитного поля Земли под влиянием Солнца. При этом ультрафиолетовое излучение Солнца, напротив, снижает риск развития острого лимфобластного лейкоза и неходжкинской лимфомы у детей [6, 7] предположительно благодаря стимуляции выработки витамина D [7].

Важным экологическим фактором с доказанным мутагенным и генотоксическим действием является дым [8]. Установлено, что курение родителей до и во время беременности может являться фактором риска развития у ребёнка лимфом и опухолей центральной нервной системы (ЦНС) [9]; пренатальная экспозиция к дыму дровяных печей также повышает риск развития опухолей ЦНС у детей [10]. Множество исследований свидетельствуют о связи детского лейкоза с воздействием дыма табака и выхлопных газов до зачатия, во время беременности и в первые годы жизни [3, 9].

Источником интенсивного задымления атмосферы во многих регионах мира являются лесные пожары. На территории Хабаровского края каждый год возникают сотни лесных пожаров, продолжающихся до полугода и более. Однако, работ, посвящённых изучению их роли в генезе ЗН у детей, в доступной литературе нам не встретилось. Согласно нашим данным, существует достоверная связь между числом лесных пожаров и частотой опухолей ЦНС, а также лимфогранулематоза и лейкоза в популяции детей младшего возраста (ДМВ) 0-4 лет [11-13], причём заболеваемость лейкозом связана также и с активностью Солнца. Помимо этого, нами установлена сильная высоко достоверная связь лесных пожаров с частотой эмбриональных опухолей (ЭО) [11, 14]. Эта группа ЗН детского возраста включает в себя нефробластому, нейробластому, медуллобластому, рабдомиосаркому, гепатобластому, ретинобластому, герминогенные новообразования и опухоли из примитивной нейроэктодермы. Согласно опубликованным данным, ультрафиолетовое излучение Солнца повышает риск возникновения ретинобластомы [15] и ЭО ЦНС, однако снижает риск развития гепатобластомы [6]. Курение матери до и во время беременности, а также воздействие на будущую мать бензина, дизельного топлива и продуктов их сгорания достоверно увеличивает шансы возникновения у детей ретинобластомы [16, 17], аналогичным образом курение родителей увеличивает риск развития гепатобластомы в детском возрасте [18].

Материалы и методы

В настоящем исследовании мы провели системный анализ связи активности Солнца и дыма лесных пожаров с частотой различных форм ЭО на основе разработанной нами ранее [13] модели экосистемы (рис. 1).

Согласно этой модели, воздействие Солнца на человеческую популяцию реализуется как непосредственно, так и опосредованно через магнитное поле Земли и атмосферу. Атмосфера, помимо этого, транслирует на популяцию людей различного рода химические загрязнения как природного, так и антропогенного характера, в частности, дым лесных пожаров. Человечество тоже оказывает значительное влияние на магнитное поле Земли и воздушный океан. Вся совокупность естественных и обусловленных деятельностью человека онкогенных факторов реализуется возникновением злокачественных новообразований у детей младшего возраста, относящихся к одной из уязвимых субпопуляций. Это, в свою очередь, является негативным фактором для человеческой популяции в целом.

Рис. 1. Модель экосистемы «Солнечная радиация – дым лесных пожаров – ДМВ».

На первом этапе была изучена уточнённая заболеваемость ЭО в возрасте 0-4 года в когортах лиц 1972-1988 гг. рождения. На основании числа родов рассчитана заболеваемость на 1 млн человеко-лет для сарком мягких тканей (СМТ), нейробластомы, нефробластомы, ретинобластомы и ЭО в целом в 17 когортах. Медуллобластома в наше исследование не включалась. Для проведения системного анализа использовались интервальные характеристики в рамках календарного года: среднегодовое число пятен на Солнце, число лесных пожаров и частота ЭО у ДМВ в когортах. Сформированные динамические ряды подвергли парному корреляционно-регрессионному анализу с помощью пакета IBM SPSS Statistics 23 в семи итерациях по критерию влияния солнечной активности на частоту ЭО (совпадение года солнечной активности и года рождения детей, солнечная активность за 1-2-3 года до рождения детей, солнечная активность через 1-2-3 года после их рождения), и, таким же образом, в семи итерациях по критерию влияния числа пожаров. На основании установленных связей был проведён многофакторный анализ.

Результаты и обсуждение

Выявлено 174 случая заболевания ДМВ эмбриональными опухолями: 28 СМТ, 56 нейробластом, 39 нефробластом, 35 ретинобластом, 16 прочих форм ЭО (тератобластомы, гепатобластомы, опухоль желточного мешка, семинома, эмбриональный рак).

Регрессионно-корреляционный анализ влияния активности Солнца на частоту СМТ в когортах ДМВ за 1-2-3 года до их рождения и через 1-2-3 года после рождения связи не выявил. Связи заболеваемости этой патологией с числом лесных пожаров во всех семи итерациях также обнаружено не было. В то же время солнечная активность в год рождения детей оказалась связанной с частотой СМТ прямой линейной зависимостью следующего вида:

$$Y = 25,575 + 0,413 \cdot X,$$

где Y – частота СМТ в когортах на 1 млн человеко-лет; X – солнечная активность.

Корреляционный анализ по Пирсону показал наличие между этими переменными значительной связи ($r=0,526$; $p=0,030$; рис. 2). Обращает на себя внимание выбивающийся из графика всплеск частоты СМТ в 1986 г. на фоне низкой активности Солнца. На наш взгляд, он может

быть обусловлен канцерогенным воздействием высокоинтенсивного загрязнения атмосферного воздуха вследствие аномально большого числа лесных пожаров, превышающего в 2 раза средние уровни предшествующих пяти лет.

Рис. 2. Динамика частоты СМТ (на 1 млн человеко-лет) в когортах детей 0-4 лет (1972-1988 гг. рождения) и активности Солнца в год их рождения (Хабаровский край).

В отличие от СМТ, заболеваемость нейробластомой характеризовалась отсутствием связи данной патологии с активностью Солнца во все временные периоды. Число пожаров также не влияло на частоту нейробластомы в когортах 1972-1988 гг. рождения. Однако, исходя из выявленной нами ранее [15] сильной высоко достоверной связи между дымом лесных пожаров и заболеваемостью ЭО в когортах детей 1976-1983 гг. рождения, мы провели более детальное исследование, варьируя протяжённостью динамических рядов. В результате регрессионно-корреляционного анализа для когорт 1974-1984 гг. рождения была обнаружена тенденция положительной связи между числом лесных пожаров в год рождения детей и частотой нейробластомы ($r=0,511$; $p=0,108$; рис. 3), которая в период 1976-1983 гг. увеличилась до сильной ($r=0,736$; $p=0,037$). Зависимость между изучаемыми переменными на указанном этапе носила линейный характер и имела следующий вид:

$$Y = -77,929 + 0,289 \cdot X,$$

где Y – частота нейробластомы в когортах на 1 млн человеко-лет; X – число лесных пожаров.

Регрессионно-корреляционный анализ связи числа лесных пожаров с заболеваемостью нефробластомой не обнаружил зависимости ни в одной из семи итераций. Для данной формы ЭО значимой оказалась солнечная активность через 3 года после рождения детей. Было выявлено наличие прямой линейной зависимости следующего вида:

$$Y = 39,667 + 0,394 \cdot X,$$

где Y – частота нефробластомы в когортах на 1 млн человеко-лет; X – солнечная активность через 3 года после рождения детей. Корреляционный анализ по Пирсону установил значительную связь между этими переменными ($r=0,552$; $p=0,027$; рис. 4).

Рис. 3. Диаграмма рассеяния частоты нейробластом (на 1 млн человеко-лет) в когортах детей 0-4 лет (1974-1984 гг. рождения) в зависимости от числа лесных пожаров в год их рождения (Хабаровский край).

Рис. 4. Динамика частоты нефробластом (на 1 млн человеко-лет) в когортах детей 0-4 лет (1973-1988 гг. рождения) и активности Солнца через 3 года после их рождения (Хабаровский край).

Зависимость заболеваемости ретинобластомой от факторов внешней среды имела значительное сходство с заболеваемостью нейробластомой, а именно – полностью отсутствовали признаки какого-либо влияния активности Солнца на частоту этой патологии. В то же время регрессионно-корреляционный анализ установил прямую линейную зависимость между числом лесных пожаров в 1975-1988 гг. и заболеваемостью ретинобластомой ДМВ, родившихся в эти годы ($r=0,541$; $p=0,046$; рис. 5). Зависимость имела следующий вид:

$$Y = -13,273 + 0,099 \cdot X,$$

где Y – частота ретинобластомы в когортах на 1 млн человеко-лет; X – число лесных пожаров в год рождения детей.

Изучение связи между активностью Солнца и заболеваемостью ДМВ эмбриональными опухолями в целом не выявило таковой. При этом была установлена сильная высоко достовер-

ная прямая линейная зависимость частоты данной патологии от числа лесных пожаров в год рождения детей для когорт 1976-1983 гг. ($r=0,876$; $p=0,004$) следующего вида:

$$Y = 27,179 + 0,541 \cdot X,$$

где Y – частота ЭО в когортах на 1 млн человеко-лет; X – число лесных пожаров в год рождения детей.

Рис. 5. Диаграмма рассеяния частоты ретинобластом (на 1 млн человеко-лет) в когортах детей 0-4 лет (1975-1988 гг. рождения) в зависимости от числа лесных пожаров в год их рождения (Хабаровский край).

Многофакторный анализ связи ЭО с активностью Солнца и дымом лесных пожаров был проведён по изложенной выше процедуре путём варьирования длины динамических рядов в семи итерациях. В результате удалось выявить очень сильную высоко достоверную множественную корреляцию между числом лесных пожаров в год рождения детей, солнечной активностью через год после этого и частотой ЭО в когортах 1976-1983 гг. рождения: $R=0,912$; $F(2,5)=12,281$; $p<0,012$ (рис. 6).

Рис. 6. Динамика частоты эмбриональных опухолей (на 1 млн человеко-лет) в когортах детей 0-4 лет (1972-1988 гг. рождения), числа лесных пожаров в год их рождения и активности Солнца через 1 год после их рождения (Хабаровский край).

Как видно на представленном рисунке, пики заболеваемости эмбриональными опухолями в этот период отражают высокие уровни числа пожаров, а полиномиальный тренд частоты новообразований имеет значительную степень подобия кривой изменения активности Солнца ($R^2=0,5096$).

Таким образом, системный анализ связей солнечной радиации и дыма природных пожаров с заболеваемостью детей эмбриональными опухолями позволяет говорить о значительной этиопатогенетической гетерогенности этой группы новообразований. Нами получены данные, подтверждающие значение пренатального воздействия химических факторов (дыма) для возникновения ретинобластомы и показывающие важность этого фактора для развития нейробластомы, при отсутствии признаков связи частоты данных новообразований с активностью Солнца. При этом мы не обнаружили влияния дыма лесных пожаров на частоту нефробластомы и СМТ, в то время как связь этих новообразований с физическими факторами, а именно с солнечной радиацией, была сильной. Также следует отметить, что в генезе СМТ наиболее уязвимыми для этого вида онкогенного воздействия оказались внутриутробный и младенческий периоды, тогда как вероятность возникновения нефробластомы зависела от активности Солнца в раннем детском возрасте (3-4 года).

Высокий уровень коэффициента множественной корреляции факторов внешней среды с суммарной частотой изучаемых нами эмбриональных опухолей в когортах 1976-1983 гг. может быть обусловлен, на наш взгляд, потенцированием онкогенного потенциала химических канцерогенов дыма интенсивной солнечной радиацией, имевшей место в этот же период времени.

Выводы

Полученные нами данные позволяют говорить об определённой роли экологических факторов в генезе эмбриональных опухолей у детей. Достоверная связь с радиацией Солнца и обусловленными ею изменениями магнитного поля Земли установлена для заболеваемости детей с саркомами мягких тканей и нефробластомой, а сопряжённость с загрязнением воздушной среды дымом отмечена для случаев возникновения нейробластомы и ретинобластомы. При этом, по-видимому, воздействие дыма имеет дозозависимый характер и проявляется после достижения некоего порогового уровня, величина которого может варьировать в зависимости от уровня активности Солнца.

Исходя из полученных данных, в качестве мер профилактики ЭО важная роль принадлежит как борьбе с загрязнением воздушной среды на государственном уровне, так и очищению воздуха внутреннего пространства жилых и производственных помещений с помощью эффективной вентиляции и фильтрации, а также персональной защите с помощью респираторов. Особенно это актуально для будущих родителей и детей раннего возраста. Для ослабления негативного воздействия колебаний магнитного поля Земли, обусловленных влиянием радиации Солнца и техногенных электромагнитных полей, перспективно использование средств, показавших свою эффективность в восстановлении неспецифической резистентности организма, таких как натуральные витамины, антиоксиданты, адаптогены и трансфер-фактор [19].

Благодарность Н.Э. Косых за помощь в сборе материалов.

Литература

1. **Агаджанян Н.А., Чижов А.Я., Ким Т.А.** Болезни цивилизации //Экология человека. 2003. № 4. С. 8-11.
2. **Modonesi C., Oddone E., Panizza C., Gatta G.** Childhood cancer and environmental integrity: a commentary and a proposal //Rev. Saude Publica. 2017. V. 51, N 29. P. 1-5. DOI: 10.1590/S1518-8787.2017051006744.
3. **Cárceles-Álvarez A., Ortega-García J.A., López-Hernández F.A., Orozco-Llamas M., Espinosa-López B., Tobarra-Sánchez E., Alvarez L.** Spatial clustering of childhood leukaemia with the integration of the Paediatric Environmental History //Environ. Res. 2017. V. 156. P. 605-612. DOI: 10.1016/j.envres.2017.04.019.
4. **McNally R.J., Parker L.** Environmental factors and childhood acute leukemias and lymphomas //Leuk. Lymphoma. 2006. V. 47, N 4. P. 583-598.
5. **Пинаев С.К., Чижов А.Я., Пинаева О.Г.** Системный анализ связи активности Солнца и частоты неходжкинских лимфом у детей //Фундаментальная наука и технологии – перспективные разработки: Материалы XVII международной научно-практической конференции, 26-27 ноября 2018 г. North Charleston, USA, 2018. Т. 2. С. 9-12.
6. **Lombardi C., Heck J.E., Cockburn M., Ritz B.** Solar UV radiation and cancer in young children //Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev. 2013. V. 22, N 6. P. 1118-1128. DOI: 10.1158/1055-9965.EPI-12-1316.
7. **Hughes A.M., Armstrong B.K., Vajdic C.M., Turner J., Grulich A.E., Fritschi L., Milliken S., Kaldor J., Benke G., Kricker A.** Sun exposure may protect against non-Hodgkin lymphoma: a case-control study //Int. J. Cancer. 2004. V. 112, N 5. P. 865-871.
8. Air pollution and cancer. IARC Scientific Publications No. 161 /Eds.: K. Straif, F. Cohen, J. Samet. Lyon: IARC, 2013. 170 p. [Электронный ресурс]. URL: <http://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/IARC-Scientific-Publications/Air-Pollution-And-Cancer-2013> (дата обращения 19.05.2019).
9. **Sasco A.J., Vainio H.** From in utero and childhood exposure to parental smoking to childhood cancer: a possible link and the need for action //Hum. Exp. Toxicol. 1999. V. 18, N 4. P. 192-201. DOI: 10.1191/096032799678839905.
10. **Greenop K.R., Hinwood A.L., Fritschi L., Scott R.J., Attia J., Ashton L.J., Heath J.A., Armstrong B.K., Milne E.** Vehicle refuelling, use of domestic wood heaters and the risk of childhood brain tumours: results from an Australian case-control study //Pediatr. Blood Cancer. 2015. V. 62, N 2. P. 229-234. DOI: 10.1002/pbc.25268.
11. **Пинаев С.К., Чижов А.Я.** Системный анализ влияния солнечной радиации и дыма лесных пожаров на риск развития злокачественных новообразований у детей //Успехи молекулярной онкологии: Материалы IV Всероссийской конференция с международным участием по молекулярной онкологии, 17-19 декабря 2018 г., Москва. 2018. Т. 5, № 4 (Приложение). С. 9. [Электронный ресурс]. URL: http://mol-oncol.com/project/mol-oncol.com/tezis_all.pdf (дата обращения 19.05.2019).
12. **Чижов А.Я., Пинаев С.К.** Системный анализ влияния солнечной радиации и дыма лесных пожаров на риск лейкоза у детей //Радиация и риск. 2018. Т. 27, № 4. С. 87-94.
13. **Чижов А.Я., Пинаев С.К., Пинаева О.Г.** Системный анализ связи дыма лесных пожаров и опухолей центральной нервной системы у детей //Технологии живых систем. 2019. № 1. С. 53-58. DOI: 10.18127/j20700997-201901-06.
14. **Пинаев С.К., Пинаева О.Г., Чижов А.Я.** Роль пренатальной экспозиции дыма лесных пожаров в онкогенезе у детей //Биомедицинская радиоэлектроника. 2018. № 4. С. 13-17.
15. **Hooper M.L.** Is sunlight an aetiological agent in the genesis of retinoblastoma? //Br. J. Cancer. 1999. V. 79, N 7/8. P. 1273-1276.
16. **Azary S., Ganguly A., Bunin G.R., Lombardi C., Park A.S., Ritz B., Heck J.E.** Sporadic retinoblastoma and parental smoking and alcohol consumption before and after conception: a report from the Children's Oncology Group //PLoS One. 2016. V. 11, N 3. P. 1-16. e0151728. DOI: 10.1371/journal.pone.0151728.

17. Heck J.E., Park A.S., Qiu J., Cockburn M., Ritz B. Retinoblastoma and ambient exposure to air toxics in the perinatal period //J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol. 2015. V. 25, N 2. P. 182-186. DOI: 10.1038/jes.2013.84.
18. Sorahan T., Lancashire R.J. Parental cigarette smoking and childhood risks of hepatoblastoma: OSCC data //Br. J. Cancer. 2004. V. 90, N 5. P. 1016-1018.
19. Viza D., Fudenberg H.H., Palareti A., Ablashi D., De Vinci C., Pizza G. Transfer factor: an overlooked potential for the prevention and treatment of infectious diseases //Folia Biol. (Praha). 2013. V. 59, N 2. P. 53-67.

Impact of solar activity and the wildfire smoke on the risk of embryonal tumors in young children

Pinaev S.K.¹, Chizhov A.Ya.^{2,3}

¹ Far-East State Medical University, Khabarovsk;

² Peoples' Friendship University of Russia, Moscow;

³ Medico-ecological Center "Mountain Air XXI Century", Moscow

The impact of solar activity and intensity of wildfire smoke on the risk of embryonal tumors for young 0-4 years old children born from 1972 over 1988 in the Khabarovsk region is considered in the paper. According to published information, the risk of retinoblastoma increased in years of enhanced solar activity, at the same time, the risk of hepatoblastoma is down. The impact of the maternal exposure to vehicle exhaust fumes increases risk of pediatric retinoblastoma, and parental smoking increases the risk of hepatoblastoma. The continuous study of the impact of solar radiation and wildfires smoke on pediatric embryonal will result in extension of the knowledge about detrimental effects of natural factors on embryonal tumors and development of advanced preventive and protective measures. The cohorts of 0-4 years old children born from 1972 over 1988 resided in the Khabarovsk region were developed. For the whole study period 174 embryonal tumors were registered, including 28 soft tissue tumors, 56 neuroblastomas, 39 nephroblastomas, 35 retinoblastomas and 16 other embryonal tumors. Before the study information on embryonal tumors prevalence in the cohorts under study was updated. Dynamic statistical series were formed and applied to biserial correlation and regression analysis using seven iterations coincidence of a year of high solar activity and a year of birth, the solar activity in the 3-2-1 years before the birth, and in 1-2-3 years after the birth – with respect to impact of solar activity on embryonal tumors development, similar iterations were used for study of relationship between the amount of wildfires and embryonal tumors development. The found relationships were used in multifactor analysis. There was direct linear correlation between solar activity in a year of birth and soft tissue sarcoma incidence ($r=0.526$; $p=0.030$). In cohorts of children born from 1974 over 1984 the trend of positive relationship between embryonal neuroblastoma incidence and the number of wildfires in the year of birth ($r=0.511$; $p=0.108$) was observed. The strong correlation between the variables was observed from 1976 over 1983 ($r=0.736$; $p=0.037$). Nephroblastoma incidence was significantly associated with solar activity in 3 years after the birth ($r=0.552$; $p=0.027$). Correlation between retinoblastoma incidence and the number of forest fires in a year of birth in children born from 1975 through 1988 ($r=0.541$; $p=0.046$) was found. Multifactor analysis resulted in strong multiple correlation between embryonal tumors incidence in children born from 1976 over 1983 and the number of forest fires in the year of birth and solar activity in a year after the birth ($R=0.912$; $F(2,5)=12.281$; $p<0.012$), this could be a result of enhancing oncogenic potential of chemical carcinogens of the smoke and intensity of solar radiation in that time period. System analysis of correlation between embryonal tumors incidence and intensity of solar radiation, smoke from natural fires allowed making the suggestion that natural factors made the major contribution to the initiation of the embryonal tumors and showed significant etiopathogenic heterogeneity in the group of malignancies.

Key words: solar radiation, ecology, environmental factors, smoke, wildfires, prenatal, postnatal, children, carcinogenesis, embryonal tumors, soft tissue sarcoma, neuroblastoma, nephroblastoma, Wilms tumor, retinoblastoma.

Pinaev S.K. – Assistant Prof., C. Sc., Med. FESMU. Chizhov A.Ya.* – Prof. of RUDN University, MD, Honored Scientist of RF, Academician of the REA, Director General of MEC "Mountain Air XXI Century".

*Contacts: 8/5-423, Podolskoye shosse, Moscow, 115093, Russia. Tel. +79039695460; e-mail: ma21@mail.ru.

References

1. **Agadzhanyan N.A., Chizhov A.Ya., Kim T.A.** Bolezni tsivilizatsii [Diseases of civilization]. *Ekologiya cheloveka – Human Ecology*, 2003, no. 4, pp. 8-11.
2. **Modonesi C., Oddone E., Panizza C, Gatta G.** Childhood cancer and environmental integrity: a commentary and a proposal. *Rev. Saude Publica*, 2017, vol. 51, no. 29, pp. 1-5. DOI: 10.1590/S1518-8787.2017051006744.
3. **Cárceles-Álvarez A., Ortega-García J.A., López-Hernández F.A., Orozco-Llamas M., Espinosa-López B., Tobarra-Sánchez E., Alvarez L.** Spatial clustering of childhood leukaemia with the integration of the Paediatric Environmental History. *Environ. Res.*, 2017, vol. 156, pp. 605-612. DOI: 10.1016/j.envres.2017.04.019.
4. **McNally R.J., Parker L.** Environmental factors and childhood acute leukemias and lymphomas. *Leuk. Lymphoma*, 2006, vol. 47, no. 4, pp. 583-598.
5. **Pinaev S.K., Chizhov A.Ya., Pinaeva O.G.** System analysis of the relationship of solar activity and the incidence of non-Hodgkin's lymphomas in children. *Proc. XVII Int. Conf. «Fundamental science and technology – promising developments»*, 26-27 November, 2018. North Charleston, USA, 2018, vol. 2, pp. 9-12. (In Russian).
6. **Lombardi C., Heck J.E., Cockburn M., Ritz B.** Solar UV radiation and cancer in young children. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.*, 2013, vol. 22, no. 6, pp. 1118-1128. DOI: 10.1158/1055-9965.EPI-12-1316.
7. **Hughes A.M., Armstrong B.K., Vajdic C.M., Turner J., Grulich A.E., Fritschi L., Milliken S., Kaldor J., Benke G., Kricker A.** Sun exposure may protect against non-Hodgkin lymphoma: a case-control stud. *Int. J. Cancer*, 2004, vol. 112, no. 5, pp. 865-871.
8. Air pollution and cancer. IARC Scientific Publications No. 161. Eds.: K. Straif, F. Cohen, J. Samet. Lyon, IARC, 2013. 170 p. Available at: <http://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Scientific-Publications/Air-Pollution-And-Cancer-2013> (Accessed 19.05.2019).
9. **Sasco A.J., Vainio H.** From in utero and childhood exposure to parental smoking to childhood cancer: a possible link and the need for action. *Hum. Exp. Toxicol.*, 1999, vol. 18, no. 4, pp. 192-201. DOI: 10.1191/096032799678839905.
10. **Greenop K.R., Hinwood A.L., Fritschi L., Scott R.J., Attia J., Ashton L.J., Heath J.A., Armstrong B.K., Milne E.** Vehicle refuelling, use of domestic wood heaters and the risk of childhood brain tumours: results from an Australian case-control study. *Pediatr. Blood Cancer*, 2015, vol. 62, no. 2, pp. 229-234. DOI: 10.1002/pbc.25268.
11. **Pinaev S.K., Chizhov A.Ya.** System analysis of the influence of solar radiation and smoke of forest fires on the risk of malignant neoplasms in children. Materials of the IVth All-Russian Conference on Molecular Oncology, December 17-19, 2018, Moscow. *Uspekhi molekulyarnoj onkologii – Advances in Molecular Oncology*, 2018, vol. 5, no. 4 (Appendix), p. 9. Available at: http://mol-oncol.com/project/mol-oncol.com/tezis_all.pdf (Accessed 19.05.2019). (In Russian).
12. **Chizhov A.Ya., Pinaev S.K.** Effects of solar radiation and woodsmoke on risk of childhood leukemia: system analysis. *Radiatsiya i risk – Radiation and Risk*, 2018, vol. 27, no 4. pp. 87-94. (In Russian).
13. **Chizhov A.Ya., Pinaev S.K., Pinaeva O.G.** System analysis of linkages between forest fires smoke and tumors of the central nervous system in children. *Tekhnologii zhivyykh system – Technologies of Living Systems*, 2019, no. 1, pp. 53-58. DOI: 10.18127/j20700997-201901-06.
14. **Pinaev S.K., Pinaeva O.G., Chizhov A.Ya.** The role of the prenatal exposition of forest fires' smoke in carcinogenesis in children. *Biomeditsinskaya radioelektronika – Biomedical Radioelectronics*, 2018, no. 4, pp. 13-17.

15. **Hooper M.L.** Is sunlight an aetiological agent in the genesis of retinoblastoma? *Br. J. Cancer*, 1999, vol. 79, no. 7/8, pp. 1273-1276.
16. **Azary S., Ganguly A., Bunin G.R., Lombardi C., Park A.S., Ritz B., Heck J.E.** Sporadic retinoblastoma and parental smoking and alcohol consumption before and after conception: a report from the Children's Oncology Group. *PLoS One*, 2016, vol. 11, no. 3, pp. 1-16. e0151728. DOI: 10.1371/journal.pone.0151728.
17. **Heck J.E., Park A.S., Qiu J., Cockburn M., Ritz B.** Retinoblastoma and ambient exposure to air toxics in the perinatal period. *J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol.*, 2015, vol. 25, no. 2, pp. 182-186. DOI: 10.1038/jes.2013.84.
18. **Sorahan T., Lancashire R.J.** Parental cigarette smoking and childhood risks of hepatoblastoma: OSCC data. *Br. J. Cancer*, 2004, vol. 90, no. 5, pp. 1016-1018.
19. **Viza D., Fudenberg H.H., Palareti A., Ablashi D., De Vinci C., Pizza G.** Transfer factor: an overlooked potential for the prevention and treatment of infectious diseases. *Folia Biol. (Praha)*, 2013, vol. 59, no. 2, pp. 53-67.