 © Авторы статьи / Authors of the article

МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАТИКА/MEDICAL INFORMATICS

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.79 EDN: TJBENM

СВЯЗЬ ВАРИАЦИЙ ГЕОМАГНИТНОЙ И СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ С САРКОМАМИ МЯГКИХ ТКАНЕЙ В РОССИИ

Научная статья

Пинаев С.К.[1, *], Старинский В.В.[2], Чижов А.Я.[3], Пинаева О.Г.[4], Грецова О.П.[5]

[1] ORCID : 0000-0003-0774-2376;
[2] ORCID : 0000-0003-0268-8307;
[3] ORCID : 0000-0003-0542-1552;
[4] ORCID : 0000-0001-9676-845X;
[5] ORCID : 0000-0002-4314-3170;

[1, 4] Дальневосточный государственный медицинский университет, Хабаровск, Российская Федерация
[2, 5] Московский научно-исследовательский онкологический институт имени П.А. Герцена, Москва, Российская Федерация
[3] Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва, Российская Федерация
[3] Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна, Москва, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (pinaev[at]mail.ru)

Предложена: 17.10.2024; Принята: 13.11.2024; Опубликована: 17.12.2024

Аннотация

Актуальность. Саркомы мягких тканей представляют общественную проблему в связи с высокой клинической агрессивностью и значительной летальностью. Сведений о причинах их возникновения, необходимых для разработки мер профилактики, критически мало. Цель исследования: изучить связь солнечной и геомагнитной активности с частотой сарком мягких тканей в России.

Материал и методы. Сведения о заболеваемости саркомами мягких тканей в России в 1990–2019 гг. подготовлены МНИОИ им. П. А. Герцена. Данные об активности Солнца и геомагнитных индексах взяты из открытых источников. Проведен корреляционный анализ связи индексов солнечной и геомагнитной активности с заболеваемостью саркомами мягких тканей в 11 итерациях, с временной задержкой (лагом) 0–10 лет. Результаты. Уточнены пики повозрастной заболеваемости саркомами мягких тканей в России (до 1 года, и 81 год), определяющие критические периоды адаптации к солнечной и геомагнитной активности на этапах онтогенеза. Установлена корреляция индекса геомагнитной активности Dst с заболеваемостью саркомами мягких тканей, особенно выраженная в детской популяции. При изучении по декадам выявлена связь индексов солнечной активности с частотой сарком мягких тканей, наиболее сильная в полновозрастной популяции. Корреляция с числами Вольфа в этой возрастной группе увеличивалась в динамике, достигнув к 2019 г. уровня очень сильной, с одновременным уменьшением лага. Выводы: Обнаружена корреляция частоты сарком мягких тканей в России с солнечной и геомагнитной активностью. Усиление связи заболеваемости с активностью Солнца при одновременном укорочении лага может быть обусловлено дизадаптацией к этому фактору преморбидной субпопуляции. Предложена модель онкогенеза с ключевой ролью экологически обусловленного окислительного стресса, гема и семафоринов. Предложены меры коррекции экологически обусловленного окислительного стресса путем стимуляции аутофагии компонентами пищи, и иммунореабилитация пептидными препаратами трансфер фактора.

Ключевые слова: саркомы мягких тканей, солнечная активность, геомагнитная активность, канцерогенез, Россия.

CORRELATION OF VARIATIONS IN GEOMAGNETIC AND SOLAR ACTIVITY WITH SOFT TISSUE SARCOMAS IN RUSSIA

Research article

Pinaev S.K.[1, *], Starinsky V.V.[2], Chizhov A.Y.[3], Pinaeva O.G.[4], Gretsova O.P.[5]

[1] ORCID : 0000-0003-0774-2376;
[2] ORCID : 0000-0003-0268-8307;
[3] ORCID : 0000-0003-0542-1552;
[4] ORCID : 0000-0001-9676-845X;
[5] ORCID : 0000-0002-4314-3170;

[1, 4] Far Eastern State Medical University, Khabarovsk, Russian Federation
[2, 5] P.A. Herzen Moscow Scientific Research Oncological Institute, Moscow, Russian Federation
[3] Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation
[3] A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russian Federation

* Corresponding author (pinaev[at]mail.ru)

Suggested: 17.10.2024; Accepted: 13.11.2024; Published: 17.12.2024

Abstract

 © Авторы статьи / Authors of the article

Relevance. Soft tissue sarcomas are a public problem due to their high clinical aggressiveness and significant lethality. There is critically little information about the causes of their occurrence, which is necessary for the development of preventive measures. The aim of the study: to examine the relationship between solar and geomagnetic activity and the incidence of soft tissue sarcomas in Russia.

Material and methods. Data on the incidence of soft tissue sarcomas in Russia in 1990-2019 were prepared by the P.A. Herzen Moscow Research Institute of Oncology. Data on solar activity and geomagnetic indices were taken from open sources. Correlation analysis of the relationship between solar and geomagnetic activity indices and the incidence of soft tissue sarcomas in 11 iterations with a time delay (lag) of 0-10 years was performed. Results. The peaks of age-specific morbidity of soft tissue sarcomas in Russia (up to 1 year and 81 years of age) determining critical periods of adaptation to solar and geomagnetic activity at the stages of ontogenesis were specified. The correlation of the geomagnetic activity index Dst with the incidence of soft tissue sarcomas, especially pronounced in the paediatric population, has been established. When examining by decades, the correlation of solar activity indices with the incidence of soft tissue sarcomas was detected, the strongest in the full-age population. The correlation with Wolf numbers in this age group increased in dynamics, reaching the level of very strong by 2019, with a simultaneous decrease in the lag. Conclusions: The incidence of soft tissue sarcomas in Russia was found to be correlated with solar and geomagnetic activity. Strengthening of the correlation between the incidence and solar activity with simultaneous shortening of the lag may be due to dysadaptation to this factor of the premorbid subpopulation. A model of oncogenesis with the key role of environmentally determined oxidative stress, haem and semaphorins is suggested. The measures of correction of environmentally determined oxidative stress by stimulation of autophagy with food components and immunorehabilitation with transfer factor peptide drugs are proposed.

Keywords: soft tissue sarcomas, solar activity, geomagnetic activity, carcinogenesis, Russia.

Введение

Саркомы мягких тканей (СМТ) представляют собой гетерогенную группу мезенхимальных злокачественных новообразований, происходящих из примитивной мезодермы (опухоли связок, сухожилий, мышц, жировой ткани), примитивной эктодермы (шваннома) и эндотелия. Большинство СМТ характеризуются определенным сходством морфологической картины и клинических проявлений [1], [2].

Внутри группы СМТ выделяется более 70 подтипов, каждый из которых имеет свои морфологические и клинические особенности [2]. Наиболее частыми гистологическими формами СМТ являются липосаркома, веретеноклеточная саркома, злокачественные фиброзные гистиоцитомы, лейомиосаркома, синовиальная саркома и злокачественная опухоль оболочек периферических нервов [1], [2], [3].

Мировая заболеваемость СМТ находится в диапазоне 2-5 случаев на 100000 населения в год [2], [4], составляя 1% в структуре злокачественных новообразований у взрослых, и до 7%-15% у детей [4]. В России в 2019 г. было зарегистрировано 3607 новых случаев СМТ, что составило 2,46 на 100000 населения. В структуре онкологической заболеваемости в России на СМТ пришлось 0,56%, тогда как в структуре смертности эта доля в два раза выше, и достигает 1,16% [5].

Пик заболеваемости СМТ приходится на возраст 80-90 лет [3]. В 43% случаев опухоли поражают конечности (преимущественно бедро), туловище (10%), внутренние органы (19%) и забрюшинное пространство (15%), реже (9%) локализуются в области головы и шеи [6].

Клинически СМТ весьма агрессивны. Даже после радикального иссечения у 50 % пациентов развиваются рецидивы [1], [4]. Ключевую роль в этом играет обильная васкуляризация СМТ и глубокая инфильтрация прилежащих тканей. Интенсивный ангиогенез в СМТ предопределяет то, что их метастазирование в 70–80% случаев происходит гематогенным путем, чаще всего в легкие, приводя таким образом к неблагоприятному исходу [1], [4]. Именно клиническая агрессивность определяет большую общественную значимость СМТ и необходимость разработки эффективных мер профилактики.

Между тем о причинах возникновения СМТ в настоящее время известно мало [1], [3]. Механизм возникновения СМТ, согласно современным представлениям, обусловлен метаболическим перепрограммированием под воздействием мутагенов и канцерогенов мезенхимальных стволовых клеток с накоплением эпигенетических и/или генетических изменений, приводящим их к трансформации в стволовые опухолевые клетки [7]. Статистически значимая связь отношения шансов развития СМТ ($p < 0,01$) обнаружена с курением, генетической предрасположенностью, воздействием токсинов и хроническим воспалением [8]. Установлено увеличение отношения шансов возникновения СМТ при контакте с полихлорированными дифенилами (диоксиноподобные соединения) в 1,2 раза [9]. Исследование «случай-контроль» выявило четырехкратный рост риска СМТ среди садоводов, что может быть обусловлено контактами с различными пестицидами [10]. Отмечено увеличение частоты СМТ после перенесенной лучевой терапии. В целом, воздействие известных канцерогенов на развитие СМТ изучено недостаточно [3].

В связи с этим представляет интерес изучение возможной этиологической роли в возникновении СМТ такого всеобъемлющего природного фактора, как солнечная активность. В настоящее время установлена связь индексов солнечной активности (чисел Вольфа) с частотой лейкоза, лимфом, эмбриональных опухолей, СМТ, и других новообразований [11]. Также заслуживает внимания изучение возможной роли в экологически обусловленном онкогенезе тесно связанной с радиацией Солнца геомагнитной активности [12] с оценкой значимости различных индексов, отражающих её интенсивность. Возможно, связь заболеваемости опухолями с активностью Солнца обусловлена в той или иной степени геомагнитными колебаниями, которые наиболее выражены в высоких широтах, поскольку низкочастотные магнитные поля являются возможным канцерогеном для человека [13]. В пользу этого предположения говорят данные о корреляции частоты лимфом с географической широтой [11]. Работы, посвященные связи геомагнитной активности с новообразованиями, немногочисленны [14]. Дальнейшие исследования в этом направлении для выявления наиболее опасных с позиций канцерогенеза изменений параметров магнитного поля

 © Авторы статьи / Authors of the article

Земли и радиации Солнца, с уточнением критических периодов адаптации к ним на этапах онтогенеза [15], могут способствовать разработке эффективных мер профилактики данной патологии.

Цель: изучить связь солнечной и геомагнитной активности с частотой сарком мягких тканей в России.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования явилась популяция Российской Федерации. Данные о частоте СМТ в России в 1990–2019 гг. (код МКБ-10: С47;49; абсолютное число случаев; грубые показатели заболеваемости на 100000 населения в год, оба пола) в трех возрастных срезах (0–4 года, 0–14 лет, 0–85+лет) подготовлены с помощью информационно-аналитической системы базы данных по онкологии на основе государственной статистической отчетности «ПО ИАС базы данных федеральной статистической отчетности по онкологии» (Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2011617155) и Федерального ракового регистра РФ «Канцер-регистр 6FB».

Для уточнения критических периодов адаптации к факторам внешней среды на этапах онтогенеза [15] выполнен анализ повозрастной заболеваемости на основании числа зарегистрированных в 2010–2019 гг. случаев СМТ, и данных Федеральной службы государственной статистики о численности населения Российской Федерации по полу и возрасту [16]. Повозрастная заболеваемость рассчитана на 100000 населения соответствующей возрастной группы с шагом в один год, от 0 до 95 лет. В более старшем возрасте в связи с резким сокращением численности групп показатели имеют значительный разброс и расценены как выпадающие данные. Для уточнения положения пиков частоты использован регрессионный анализ полиномом 5 степени. После разделения эмпирического графика по точке излома, проведена дополнительная оценка диаграмм рассеяния для каждого возрастного фрагмента.

Информация об активности Солнца (групповое среднегодовое число солнечных пятен (число Вольфа) и международное среднегодовое число солнечных пятен) взята на сайте Мирового центра данных по солнечно-земной физике [17]. Показатели индексов геомагнитной активности получены на сайте NASA [18]. В анализ включены следующие индексы: PC Tule (геомагнитные возмущения в северной полярной шапке); AE, AL, AU (характеризуют магнитную возмущенность в зоне полярных сияний); Kp (отражает возмущения горизонтальных компонент магнитного поля между 48–63 градусами геомагнитных широт); Ap (представляет изменение наиболее возмущенного элемента магнитного поля на среднеширотных станциях); Dst (изменения геомагнитной активности в низких широтах) [17].

В качестве основного аналитического подхода для оценки взаимосвязи между уровнем заболеваемости СМТ и параметрами солнечной и геомагнитной активности был выбран корреляционный анализ по Пирсону. К такому выбору нас привели следующие соображения. Учитывая ограниченный размер выборки (ниже 40 баллов), традиционным методам проверки гипотез может не хватать достаточной статистической мощности для выявления значимых связей между переменными. Корреляционный анализ предлагает более надежную альтернативу, фокусирующуюся на силе и направлении взаимосвязей без строгой зависимости от размера выборки.

Решение о возможности проведения корреляционного анализа принималось при нормальном характере распределения данных, либо при незначительной величине отклонений, учитывая достаточную робастность метода [19]. Определение нормальности распределения проводилась с помощью критерия Смирнова-Крамера-Мизеса, дополнительная графическая оценка осуществлялась по графику QQ plot.

Корреляционный анализ по Пирсону проведен между динамическими рядами индексов факторов внешней среды и заболеваемости СМТ в России в 1990–2019 гг. в 11 итерациях с временной задержкой (лагом) 0–10 лет с шагом в один год. Поскольку четные и нечетные циклы солнечной активности кардинально отличаются по своим параметрам [12], [20], [21], было принято решение о дополнительном исследовании, с разделением 30-летнего периода на более короткие отрезки. Ранее нами использовались два подхода: фиксация ряда заболеваемости и смещение в отношении него показателей экологических факторов, либо напротив, пошаговый сдвиг показателей частоты СМТ от неподвижного ряда индексов солнечной активности. Сопоставление этих методов показало близкие результаты [22]. В настоящей работе проведено исследование по первому методу, с фиксацией показателей частоты СМТ, раздельно по 10-летним периодам (1990–1999, 2000–2009, 2010–2019 гг.). В качестве критерия достоверности коэффициентов корреляции принята величина $p \leq 0,05$. Обработка данных проведена с помощью встроенного математического аппарата программы Microsoft Excel и пакета IBM SPSS Statistics 23.

Этическое рассмотрение и одобрение этого исследования не проводилось, поскольку рукопись не содержит данных о каких-либо отдельных людях и оперирует только статистическими относительными и средними значениями. Заявление об информированном согласии не требуется, поскольку рукопись не раскрывает ничьих личных данных.

Основные результаты

Повозрастная заболеваемость СМТ характеризуется бимодальным распределением (Рис. 1). После разделения эмпирической кривой по точке излома (12 лет) был проведен раздельный анализ фрагментов 0–12 лет, и 12–95 лет с оценкой диаграмм рассеяния (Рис. 2, Рис. 3). Регрессионный анализ полиномом 5 степени позволил установить положение пиков заболеваемости, которые приходятся на возраст до 1 года, и 81 год.

 © Авторы статьи / Authors of the article

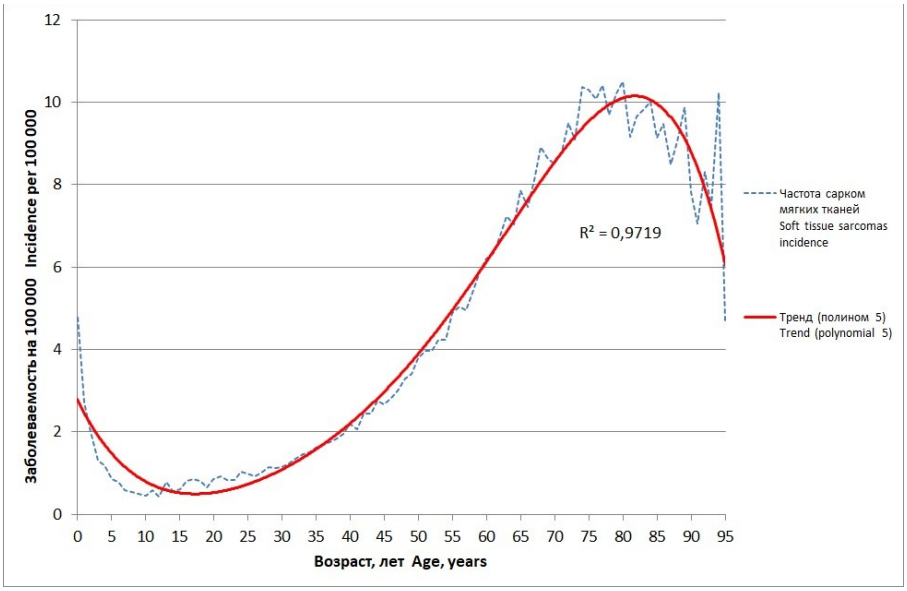

Рисунок 1 - Повозрастная заболеваемость СМТ в России в 2010-2019 гг.
DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.79.1

Примечание: грубый показатель на 10^5, оба пола

При оценке данных установлен нормальный характер распределения в динамических рядах геомагнитных индексов, а также заболеваемости СМТ в возрасте 0-4 и 0-14 лет. При этом графическая оценка частоты СМТ в полновозрастной популяции, а также индексов солнечной активности методом QQ plot, показало незначительное отклонение распределения от нормального.

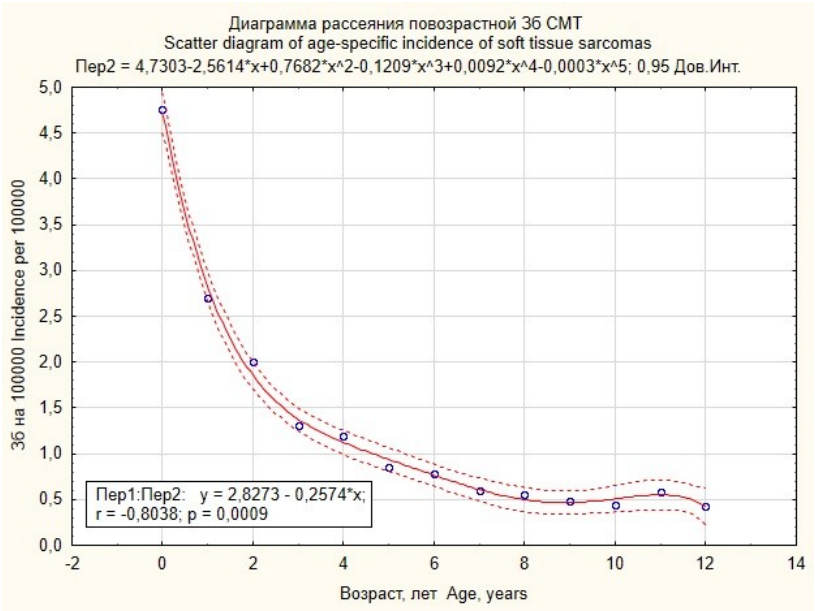

Рисунок 2 - Диаграмма рассеяния повозрастной заболеваемости (Зб) СМТ, 0-12 лет
DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.79.2

Примечание: оба пола, грубые показатели на 10^5

 © Авторы статьи / Authors of the article

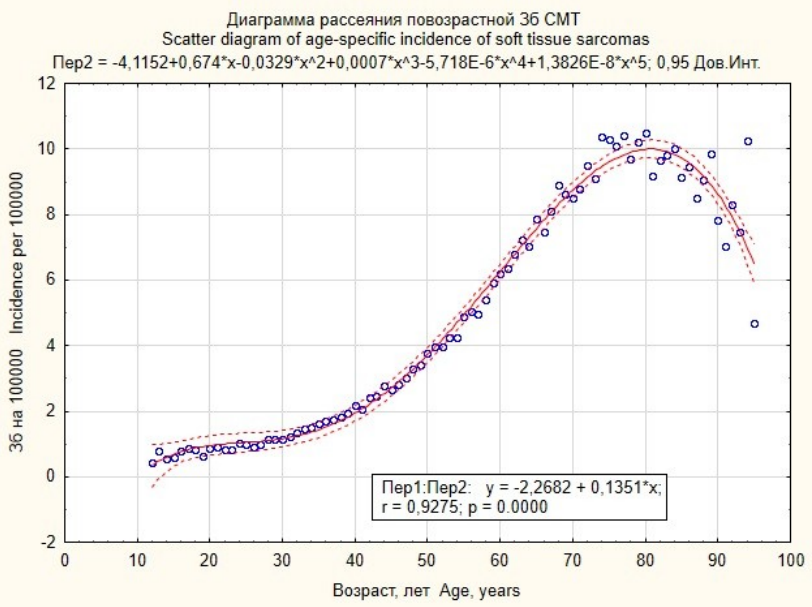

Рисунок 3 - Диаграмма рассеяния повозрастной заболеваемости (Зб) СМТ, 12-95 лет
DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.79.3

Примечание: оба пола, грубые показатели на 10^5

Изучение корреляции международного числа солнечных пятен и относительного числа (числа Вольфа) с заболеваемостью СМТ в России в 1990-2019 гг. не обнаружило зависимости между этими показателями. Более результативным оказалось исследование геомагнитных индексов. Во всех возрастных группах была выявлена корреляция между индексами AL и Dst с частотой СМТ на протяжении всего 30-летнего периода, с достаточно коротким лагом, от 0 до 1 года (Табл. 1). При этом, как видно из таблицы, связь с индексом AL характеризовалась как значительная, тогда как с индексом Dst она достигла уровня сильной, с наибольшим значением в детской популяции 0-14 лет.

Таблица 1 - Коэффициент корреляции и лаг между индексами геомагнитной активности и частотой сарком мягких тканей в различных возрастных популяциях России

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.79.4

Геомагнитные индексы	Период, годы	Возрастные группы, лет								
		0–4			0–14			0–85+		
		r	p	Лаг	r	p	Лаг	r	p	Лаг
AL	1990–1999	0,585	0,001	1	0,600	0,000	0	0,577	0,006	1
Dst	1990–1999	0,691	0,000	1	0,741	0,000	0	0,714	0,000	1

Примечание: r – коэффициент корреляции; p – уровень значимости; лаг – временная задержка (лет)

 © Авторы статьи / Authors of the article

Сопоставление динамики индекса Dst и заболеваемости детей представлено на Рис. 4. При рассмотрении графиков хорошо видна значительная частота совпадения их экстремумов, как положительных, так и отрицательных.

Изучение связи числа солнечных пятен с частотой СМТ в 1990–2019 гг. в России раздельно по десятилетиям установило ее наличие во всех трех декадах как в детской, так и в полновозрастной популяциях (Табл. 2).

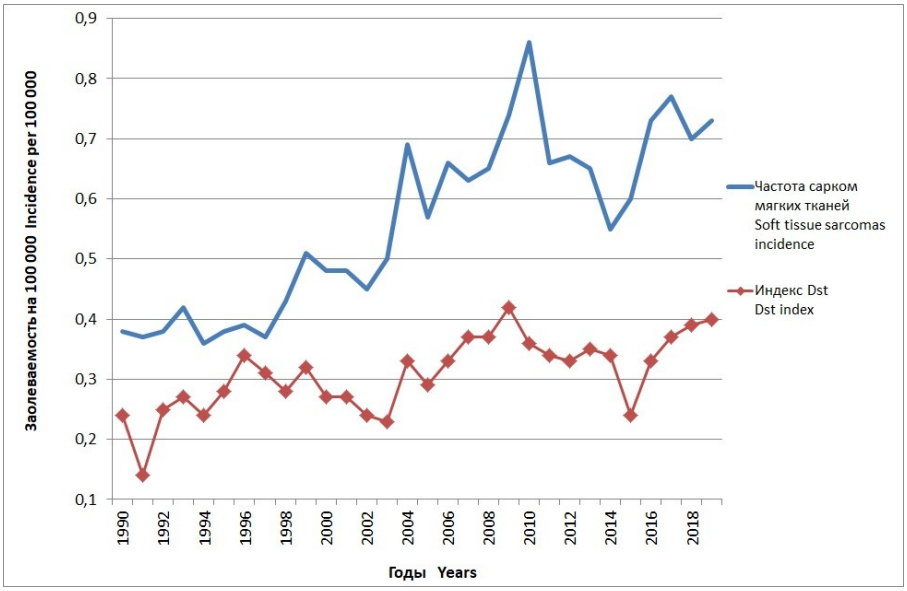

Рисунок 4 - Сравнительная динамика индекса Dst (индекс Dst x 10^{-2} +0,45; лаг 0) и заболеваемости СМТ в России
DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.79.5

Примечание: 0-14 лет, грубый показатель на 10^5, оба пола

Таблица 2 - Коэффициент корреляции и лаг между индексами солнечной активности и частотой сарком мягких тканей в различных возрастных популяциях России

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.79.6

Индексы солнечной активности	Период, годы	Возрастные группы, лет								
		0–4			0–14			0–85+		
		r	p	Лаг	r	p	Лаг	r	p	Лаг
Число солнечных пятен	1990–1999	0,707	0,022	7	*0,461	0,180	8	0,741	0,014	6
	2000–2009	0,704	0,023	6	0,720	0,019	5	0,792	0,006	5
	2010–2019	*0,611	0,060	5	0,658	0,038	5	0,911	0,000	3
Число Вольфа	1990–1999	0,697	0,025	7	*0,448	0,194	8	0,748	0,013	6
	2000–2009	0,711	0,021	6	0,719	0,019	5	0,796	0,006	5
	2010–2019	0,643	0,045	5	0,691	0,027	5	0,912	0,000	3

Примечание: r – коэффициент корреляции (- корреляция недостоверна); p – уровень значимости; лаг – временная задержка (лет)*

В группе детей младшего возраста наименьшая корреляция отмечена в третьей декаде (2010-2019 гг.), тогда как в детской популяции в целом самая слабая связь, напротив, имела место в первой декаде (1990-1999 гг.). Наибольшая корреляция, с увеличением в динамике до уровня очень сильной, выявлена в полновозрастной популяции в 2010–2019 гг. Общим для всех возрастных групп оказалось значительное укорочение лага в динамике.

 © Авторы статьи / Authors of the article

Идентичные результаты получены при исследовании корреляции заболеваемости СМТ с числами Вольфа. Различия в силе связи между числами Вольфа и числом солнечных пятен с частотой опухолей по возрастным группам были незначительными, как и изменения величины корреляции в динамике. Полное совпадение имело место также в динамике и в величине лага, который в популяциях всех возрастов прогрессивно уменьшался от декады к декаде.

Особо следует отметить корреляцию в группе 0-85+ лет, достигшей в третьей декаде (2010-2019 гг.) уровня очень сильной.

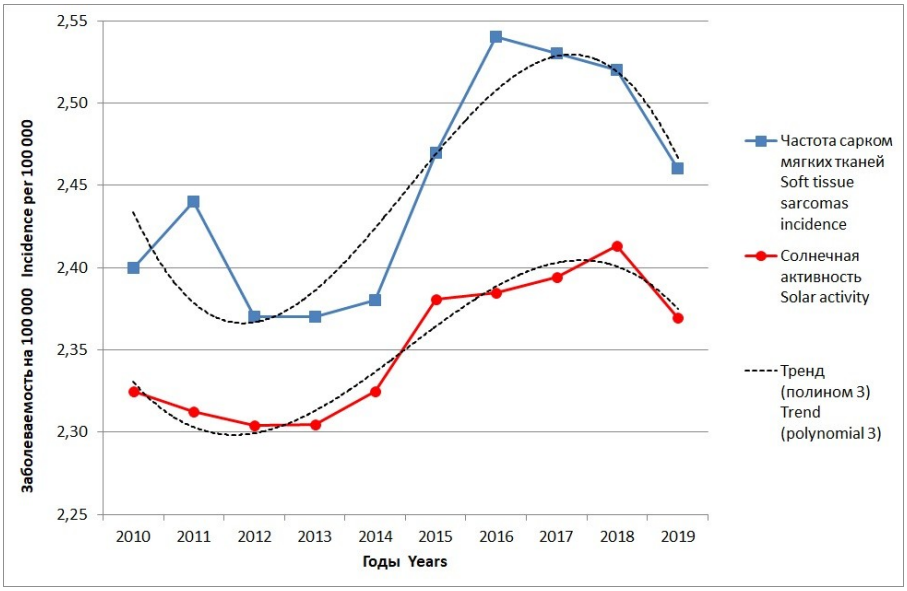

Рисунок 5 - Сравнительная динамика активности Солнца (Числа Вольфа х 10^{-3} +2,3; лаг 3) и заболеваемости СМТ в России в 2010-2019 гг.

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.79.7

Примечание: 0-85+лет, грубый показатель на 10^5, оба пола

Высокая конгруэнтность графиков чисел Вольфа и частоты СМТ особенно заметна в третьей декаде (2010–2019 гг.). Динамика этих процессов представлена на Рис. 5. Рисунок позволяет наглядно оценить значительную степень подобия полиномиальных трендов заболеваемости и чисел Вольфа. На графике хорошо видны три фазы динамики частоты СМТ на этом временном отрезке, тесно сопряженные с солнечной активностью: снижение, затем рост, и повторное снижение заболеваемости.

Обсуждение

Наличие в повозрастной заболеваемости СМТ двух ярко выраженных пиков – в возрасте до 1 года, и в 81 год – говорит о значительном сходстве причин и механизмов возникновения всех входящих в эту группу опухолей, и подтверждает обоснованность их объединения. С другой стороны, бимодальный характер распределения повозрастной заболеваемости является свидетельством кардинального этиопатогенетического различия СМТ у детей младшего возраста и взрослых.

Установление корреляции между солнечной активностью и частотой СМТ у детей в масштабе России подтверждает наши данные, полученные ранее в популяции Хабаровского края [11], тогда как сведения о подобной связи у взрослых получены впервые. Также новыми являются данные о корреляции индексов геомагнитной активности, в первую очередь индекса Dst, с заболеваемостью СМТ во всех возрастных группах на протяжении периода в 30 лет.

AL индекс (auroral low) соответствует максимальному отрицательному отклонению горизонтальной составляющей магнитного поля на станциях зоны полярных сияний. Этот индекс связан с авроральными электроджетами, текущими на запад, и зимой отражает геомагнитную активность в высоких широтах Северного полушария, однако в местные летние месяцы лучше коррелирует с геомагнитной активностью не в ближней, а в противоположной полярной шапке [23]. Индекс Dst отражает взрывное усиление в магнитосфере кольцевого тока, также текущего на запад, и характеризует геомагнитную активность в низких широтах [24]. Вопрос, почему из семи изученных индексов именно Dst и AL, обусловленные геомагнитной активностью в низких широтах и отчасти в южной полярной области, оказались связанными с заболеваемостью СМТ в России, представляет значительный интерес и остается открытым.

Следует принять во внимание, что число солнечных пятен является лишь одним из внешних проявлений множества глубинных процессов, происходящих на Солнце, а также опосредованных ими. Канцерогенное влияние солнечной активности при возникновении СМТ может реализовываться несколькими путями, в частности через прямое воздействие на геном вторичных космических лучей, а также через индукцию экологически обусловленного окислительного стресса (EROS – от англ. environmentally related oxidative stress) низкочастотными колебаниями геомагнитного поля Земли с последующим эпигеномным перепрограммированием семафоринов [25], [26]. Особую роль в развитии EROS при этом играет гем [25]. Содержащееся в нем железо в связи со своей химической

 © Авторы статьи / Authors of the article

нестабильностью значительно усиливает окислительный стресс любого происхождения, запуская через реакцию Фентона образование гидроксильных радикалов. Помимо этого, железо благодаря своим ферромагнитным свойствам увеличивает интенсивность окислительного стресса через физические процессы индукции, приема и усиления электромагнитных полей [25]. Поскольку мишенью EROS являются не органы, а системы тканей – сосудистая, кроветворная, нервная, соединительная и другие – возникающие в результате новообразования, в том числе СМТ, можно охарактеризовать как системные.

Значительный интерес представляет выявленное в 1990-2019 гг. увеличение в динамике корреляции частоты СМТ с индексами солнечной активности в полновозрастной популяции, при снижении в этот период (22-24 циклы) активности Солнца [20]. Укорочение лага в этой ситуации представляется вполне логичным, однако неясно, почему степень связи возрастает при уменьшении силы воздействия.

Мы полагаем, что выявленный феномен обусловлен дизадаптацией части популяции к этому экологическому фактору. Солнечная радиация и обусловленная ею геомагнитная активность являются важнейшим фактором синхронизации внутренних биоритмов человека с окружающей средой. Это касается, в числе прочего, баланса гормонов стресса и антистресса, окислительных и антиокислительных реакций, соотношения супрессорной и хелперной активности, а также энергетических процессов в иммунных клетках [27], [28]. Ключевую роль в этой регуляции играет гипоталамус, который высоко чувствителен к малейшим колебаниям интенсивности и частоты электромагнитных полей [29]. В условиях патологии слабые электромагнитные поля могут оказывать стабилизирующее антистрессорное действие, либо, в случае изначально существовавшего сильного стресса, выступать как сенсибилизатор патологического процесса [29], [30]. В связи с этим можно предположить сенсибилизацию многолетними изменениями солнечной активности имеющихся у предрасположенной части популяции нарушений антиоксидантной защиты и противоопухолевого иммунитета с исходом в дизадаптацию и онкогенез. Суть данного феномена еще предстоит изучить.

Исходя из роли EROS в экологически обусловленном онкогенезе, для его профилактики могут быть использованы антиоксиданты [26] и компоненты питания, стимулирующие аутофагию [11]. Дополнительно, учитывая иммуносупрессивное действие EROS, в экологически неблагоприятных районах показана превентивная иммунореабилитация пептидными препаратами на основе трансфер фактора [11].

Полученные результаты мы рассматриваем как предварительные вследствие малой частоты исследуемой патологии и специфики методики, поскольку регрессионный и корреляционный анализы, выявляя связи, не дают возможности установить их причинно-следственные взаимоотношения. Необходимо расширение дальнейших исследований, как территориальное, таки и методологическое, с подключением других эпидемиологических и экспериментальных методов и развитого аналитического аппарата для обработки полученных данных.

Заключение

Саркомы мягких тканей в силу отсутствия ясного представления об их причинах и патогенезе, в сочетании с высокой клинической агрессивностью, продолжают оставаться вызовом для современной теоретической и практической онкологии. Установленные связи этой группы новообразований с солнечной и геомагнитной активностью, при подтверждении их причинно-следственной зависимости, смогут быть использованы для разработки комплексной программы эффективной профилактики.

Благодарности

Авторы выражают благодарность директору МНИОИ имени П.А. Герцена профессору А.Д. Каприну за помощь в получении данных о заболеваемости саркомами мягких тканей в России в 1990-2019 гг.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Сообщество рецензентов Международного научно-исследовательского журнала
DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.79.8

Acknowledgement

The authors express their gratitude to Professor A.D. Kaprin, Director of the P.A. Herzen Moscow Research Institute of Oncology for the help in obtaining data on the incidence of soft tissue sarcomas in Russia in 1990-2019.

Conflict of Interest

None declared.

Review

Community of Reviewers of the International Research Journal
DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.79.8

Список литературы / References

1. Шейко Е.А. Роль факторов роста эндотелия сосудов в патогенезе сарком мягких тканей: обзор литературы / Е.А. Шейко, И.В. Каплиева, Е.М. Франциянц [и др.] // Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. — 2022. — № 14(2). — С. 28–35. DOI: 10.17650/2782-3687-2022-14-2-28-35.

2. Sbaraglia M. The 2020 WHO Classification of Soft Tissue Tumours: news and perspectives / M. Sbaraglia, E. Bellan, A.P. Dei Tos // Pathologica. — 2021. — № 113(2). — P. 70–84. DOI: 10.32074/1591-951X-213.

3. Бенберин В.В. Саркомы мягких тканей: современный взгляд на проблему / В.В. Бенберин, Б.Т. Байзаков, Н.А. Шаназаров // Вестник Авиценны. — 2019. — № 21(2). — С. 291–297. DOI: 10.25005/2074-0581-2019-21-2-291-297.

4. Ebrahimpour A. Soft Tissue Sarcoma of Extremities: Descriptive Epidemiological Analysis According to National Population-based Study / A. Ebrahimpour, M. Chehrassan, M. Sadighi // Arch Bone Jt Surg. — 2022. — № 10(1). — P. 67–77. DOI: 10.22038/ABJS.2021.53750.2676.

 © Авторы статьи / Authors of the article

5. Злокачественные новообразования в России // Портал ONCOLOGY.RU. — URL: http://www.oncology.ru/service/statistics/malignant_tumors/ (дата обращения: 07.01.2024).

6. von Mehren M. // M. von Mehren, J.M. Kane, M. Agulnik // J Natl Compr Canc Netw. — 2022. — № 7. — P. 815–833. DOI: 10.6004/jnccn.2022.0035.

7. Martínez-Delgado P. Cancer Stem Cells in Soft-Tissue Sarcomas / P. Martínez-Delgado, S. Lacerenza, A. Obrador-Hevia // Cells. — 2020. — № 9(6). — P. 1449. DOI: 10.3390/cells9061449.

8. Weskamp P. Risk Factors for Occurrence and Relapse of Soft Tissue Sarcoma / P. Weskamp, D. Ufton, M. Drysch // Cancers (Basel). — 2022. — № 14(5). — P. 1273. DOI: 10.3390/cancers14051273.

9. Guercio V. Plasma levels of polychlorinated biphenyls (PCB) and the risk of soft tissue sarcoma / V. Guercio, F. Donato, C. Pelucchi // Med Lav. — 2019. — № 110(5). — P. 342–352. DOI: 10.23749/mdl.v110i5.8490.

10. Burningham Z. The epidemiology of sarcoma / Z. Burningham, M. Hashibe, L. Spector // Clin Sarcoma Res. — 2012. — № 2(1). — P. 14. DOI: 10.1186/2045-3329-2-14.

11. Пинаев С.К. Связь дыма и солнечной активности с новообразованиями человека / С.К. Пинаев, А.Я. Чижов, О.Г. Пинаева // Казанский мед. ж. — 2022. — № 103(4). — С. 650–657. DOI: 10.17816/KMJ2022-650.

12. Безродных И.П. Динамика солнечной и геомагнитной активности. I. Источники геомагнитной активности, корональная масс-эжекция, высокоскоростные потоки солнечного ветра / И.П. Безродных, Е.И. Морозова, А.А. Петрукович // Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ. — 2019. — № 170(3). — С. 13–27.

13. IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans. List of Classifications. Agents classified by the IARC Monographs. — Vol. 1–135. — URL: https://monographs.iarc.fr/list-of-classifications (accessed: 07.01.2024).

14. Dimitrov B.D. Cyclic patterns of incidence rate for skin malignant melanoma: association with heliogeophysical activity / B.D. Dimitrov, M.I. Rachkova, P.A. Atanassova // J Zhejiang Univ Sci B. — 2008. — № 9(6). — P. 489–495. DOI: 10.1631/jzus.B0820076.

15. Пинаев С.К. Критические периоды адаптации к дыму и солнечной активности на этапах онтогенеза : обзор литературы / С.К. Пинаев, А.Я. Чижов, О.Г. Пинаева // Экология человека. — 2021. — № 11. — С. 4–11. DOI: 10.33396/1728-0869-2021-11-4-11.

16. Численность населения Российской Федерации по полу и возрасту // Федеральная служба государственной статистики. — URL: https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13284 (дата обращения: 09.04.2024).

17. Мировой центр данных по солнечно-земной физике. — Москва. — URL: http://www.wdcb.ru/stp/index.ru.html (дата обращения: 09.04.2024).

18. Interface to produce plots, listings or output files from OMNI 2 // NASA. — URL: http://www.wdcb.ru/stp/solar/sunspots.ru.html (accessed: 09.04.2024).

19. Fitzmaurice G.M. Applied Longitudinal Analysis, 2nd Edition / G.M. Fitzmaurice, N.M. Laird, J.H. Ware. — John Wiley & Sons, 2011. — 752 p. DOI: 10.1002/9781119513469.

20. Ишков В.Н. Текущий 24 цикл солнечной активности в фазе минимума: Предварительные итоги и особенности развития / В.Н. Ишков // Космические исследования. — 2020. — № 58(6). — С. 471–478. DOI: 10.31857/S0023420620060060.

21. Ross E. The Behaviour of Galactic Cosmic-Ray Intensity During Solar Activity Cycle 24 / E. Ross, W.J. Chaplin // Sol Phys. — 2019. — № 294(1). — P. 8. DOI: 10.1007/s11207-019-1397-7.

22. Пинаев С.К. Сравнительный анализ связи трендов гемобластозов в России, Соединённых Штатах Америки и Канаде с солнечной активностью / С.К. Пинаев, А.Я. Чижов, А.М. Гржибовский // Казанский медицинский журнал. — 2022. — № 103(6). — С. 1005–1012. DOI: 10.17816/KMJ109511.

23. Lyatskaya S. Auroral electrojet AL index and polar magnetic disturbances in two hemispheres / S. Lyatskaya, W. Lyatsky, G.V. Khazanov // J. Geophys. Res. — 2009. — № 114. DOI: 10.1029/2009JA014100.

24. Мочалова А.В. Анализ зависимости значений Dst-индекса, рассчитанных с помощью трех методик, от уровня солнечной и геомагнитной активности / А.В. Мочалова, В.А. Мочалов, О.В. Мандрикова // Вест. КРАУНЦ. Физ.-мат. науки. — 2019. — № 4. — С. 77–86. DOI: 10.26117/2079-6641-2019-29-4-77-86.

25. Пинаев С.К. Роль гема в экологически обусловленном онкогенезе (обзор литературы) / С.К. Пинаев // Экология человека. — 2023. — № 30(1). — С. 5–15. DOI: 10.17816/humeco115234.

26. Mitrea D.R. Antioxidant protection against cosmic radiation-induced oxidative stress at commercial flight altitude / D.R. Mitrea, M. Mortazavi Moshkenani, O.A. Hoteiuc // J Physiol Pharmacol. — 2018. — № 69(4). DOI: 10.26402/jpp.2018.4.03.

27. Булатецкий С.В. Динамика неспецифических адаптационных механизмов как критерий оптимизации магнитных воздействий / С.В. Булатецкий, Ю.Ю. Бяловский, Е.П. Глушкова // Рос. мед.-биол. вестн. им. акад. И.П. Павлова. — 2013. — № 2. — С. 49–53.

28. Мартынюк В.С. Магнитные поля крайне низкой частоты как фактор модуляции и синхронизации инфрадианных биоритмов у животных / В.С. Мартынюк, Н.А. Темурьянц // Геофизические процессы и биосфера. — 2009. — № 8(1). — С. 36–50.

29. Гаркави Л.Х. Активационная терапия. Антистрессорные реакции активации и тренировки и их использование для оздоровления, профилактики и лечения / Л.Х. Гаркави. — Ростов н/Д : Изд-во Рост. Ун-та, 2006. — 256 с.

30. Мартынюк В.С. Экспериментальная верификация электромагнитной гипотезы солнечно-биосферных связей / В.С. Мартынюк, Н.А. Темурьянц // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: Биология, химия. — 2007. — № 20(1). — С. 8.

 © Авторы статьи / Authors of the article

Список литературы на английском языке / References in English

1. Sheiko E.A. Rol' faktorov rosta endoteliya sosudov v patogeneze sarkom myagkikh tkanei [Role of vascular endothelial growth factors in the pathogenesis of soft tissue sarcomas] : a review of the literature / E.A. Sheiko, I.V. Kapliyeva, E.M. Frantsiyants [et al.] // Sarkomy kostey, myagkikh tkanei i opukholi kozhi [Sarcomas of Bones, Soft Tissues, and Skin Tumors]. — 2022. — № 14(2). — P. 28–35. DOI: 10.17650/2782-3687-2022-14-2-28-35. [in Russian]

2. Sbaraglia M. The 2020 WHO Classification of Soft Tissue Tumours: news and perspectives / M. Sbaraglia, E. Bellan, A.P. Dei Tos // Pathologica. — 2021. — № 113(2). — P. 70–84. DOI: 10.32074/1591-951X-213.

3. Benberin V.V. Sarkomy myagkikh tkanei: sovremennyy vzglyad na problemu [Soft tissue sarcomas: a modern view on the problem] / V.V. Benberin, B.T. Baizakov, N.A. Shanarov [et al.] // Vestnik Avicenny [Bulletin of Avicenna]. — 2019. — № 21(2). — P. 291–297. DOI: 10.25005/2074-0581-2019-21-2-291-297. [in Russian]

4. Ebrahimpour A. Soft Tissue Sarcoma of Extremities: Descriptive Epidemiological Analysis According to National Population-based Study / A. Ebrahimpour, M. Chehrassan, M. Sadighi // Arch Bone Jt Surg. — 2022. — № 10(1). — P. 67–77. DOI: 10.22038/ABJS.2021.53750.2676.

5. Zlokachestvennye novotvoreniya v Rossii [Malignant neoplasms in Russia] // Portal ONCOLOGY.RU [Portal ONCOLOGY.RU]. — URL: http://www.oncology.ru/service/statistics/malignant_tumors/ (accessed: 07.01.2024). [in Russian]

6. von Mehren M. // M. von Mehren, J.M. Kane, M. Agulnik // J Natl Compr Canc Netw. — 2022. — № 7. — P. 815–833. DOI: 10.6004/jnccn.2022.0035.

7. Martínez-Delgado P. Cancer Stem Cells in Soft-Tissue Sarcomas / P. Martínez-Delgado, S. Lacerenza, A. Obrador-Hevia // Cells. — 2020. — № 9(6). — P. 1449. DOI: 10.3390/cells9061449.

8. Weskamp P. Risk Factors for Occurrence and Relapse of Soft Tissue Sarcoma / P. Weskamp, D. Ufton, M. Drysch // Cancers (Basel). — 2022. — № 14(5). — P. 1273. DOI: 10.3390/cancers14051273.

9. Guercio V. Plasma levels of polychlorinated biphenyls (PCB) and the risk of soft tissue sarcoma / V. Guercio, F. Donato, C. Pelucchi // Med Lav. — 2019. — № 110(5). — P. 342–352. DOI: 10.23749/mdl.v110i5.8490.

10. Burningham Z. The epidemiology of sarcoma / Z. Burningham, M. Hashibe, L. Spector // Clin Sarcoma Res. — 2012. — № 2(1). — P. 14. DOI: 10.1186/2045-3329-2-14.

11. Pinaev S.K. Vzaimosvyaz' dima i solnechnoi aktivnosti s novotvoreniyami u cheloveka [Relationship between smoke and solar activity and human neoplasms] / S.K. Pinaev, A.Ya. Chizhov, O.G. Pinaeva // Kazan Med. and. [Kazan Medical Journal]. — 2022. — № 103(4). — P. 650–657. DOI: 10.17816/KMJ2022-650. [in Russian]

12. Bezrodnykh I.P. Dinamika solnechnoi i geomagnitnoi aktivnosti. I. Istochniki geomagnitnoi aktivnosti, koronallnaya mass-ezhektsiya, vysokoskorostnye potoki solnechnogo vetra [Dynamics of solar and geomagnetic activity. I. Sources of geomagnetic activity, coronal mass ejection, high-speed solar wind streams] / I.P. Bezrodnykh, E.I. Morozova, A.A. Petrukovich // Voprosy elektromekhaniki. Trudy VNIIEM [Questions of Electromechanics. Proceedings of VNIIM]. — 2019. — № 170(3). — P. 13–27. [in Russian]

13. IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans. List of Classifications. Agents classified by the IARC Monographs. — Vol. 1–135. — URL: https://monographs.iarc.fr/list-of-classifications (accessed: 07.01.2024).

14. Dimitrov B.D. Cyclic patterns of incidence rate for skin malignant melanoma: association with heliogeophysical activity / B.D. Dimitrov, M.I. Rachkova, P.A. Atanassova // J Zhejiang Univ Sci B. — 2008. — № 9(6). — P. 489–495. DOI: 10.1631/jzus.B0820076.

15. Pinaev S.K. Kriticheskie periodы adaptatsii k dyma i solnechnoi aktivnosti na etapakh ontogeneza [Critical periods of adaptation to smoke and solar activity at stages of ontogenesis] : a review of the literature / S.K. Pinaev, A.Ya. Chizhov, O.G. Pinaeva // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. — 2021. — № 11. — P. 4–11. DOI: 10.33396/1728-0869-2021-11-4-11. [in Russian]

16. Chislennost' naseleniya Rossiiskoi Federatsii po polu i vozrastu [Population of the Russian Federation by gender and age] // Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki [Federal State Statistics Service]. — URL: https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13284 (accessed: 09.04.2024). [in Russian]

17. Mirovoy tsentr dannykh po solnechno-zemnoi fizike [World Data Center for Solar-Terrestrial Physics]. — Moscow. — URL: http://www.wdcb.ru/stp/index.ru.html (accessed: 09.04.2024). [in Russian]

18. Interface to produce plots, listings or output files from OMNI 2 // NASA. — URL: http://www.wdcb.ru/stp/solar/sunspots.ru.html (accessed: 09.04.2024).

19. Fitzmaurice G.M. Applied Longitudinal Analysis, 2nd Edition / G.M. Fitzmaurice, N.M. Laird, J.H. Ware. — John Wiley & Sons, 2011. — 752 p. DOI: 10.1002/9781119513469.

20. Ishkov V.N. Tekushchiy 24 tsikl solnechnoi aktivnostii v faze minimuma: Predvaritel'nye itogi i osobennosti razvitiya [Current solar cycle 24 at the minimum phase: preliminary results and development features] / V.N. Ishkov // Kosmicheskie issledovaniya [Cosmic Research]. — 2020. — № 58(6). — P. 471–478. DOI: 10.31857/S0023420620060060. [in Russian]

21. Ross E. The Behaviour of Galactic Cosmic-Ray Intensity During Solar Activity Cycle 24 / E. Ross, W.J. Chaplin // Sol Phys. — 2019. — № 294(1). — P. 8. DOI: 10.1007/s11207-019-1397-7.

22. Pinaev S.K. Sravnitel'nyi analiz svyazi trendov gemoblastozov v Rossii, Soedinennykh Shtatakh Ameriki i Kanade s solnechnoy aktivnost'yu [Comparative analysis of the relationship between trends in hemoblastoses in Russia, the United States, and Canada with solar activity] / S.K. Pinaev, A.Ya. Chizhov, A.M. Grzhibovskiy // Kazanskii meditsinskii zhurnal [Kazan Medical Journal]. — 2022. — № 103(6). — P. 1005–1012. DOI: 10.17816/KMJ109511. [in Russian]

23. Lyatskaya S. Auroral electrojet AL index and polar magnetic disturbances in two hemispheres / S. Lyatskaya, W. Lyatsky, G.V. Khazanov // J. Geophys. Res. — 2009. — № 114. DOI: 10.1029/2009JA014100.

24. Mochalova A.V. Analiz zavisimosti znachenii Dst-indeksa, rasschitannykh s pomoshch'yu trekh metodik, ot urovnya solnechnoi i geomagnitnoi aktivnosty [Analysis of the dependence of Dst-index values, calculated using three methods, on the

 © Авторы статьи / Authors of the article

level of solar and geomagnetic activity] / A.V. Mochalova, V.A. Mochalov, O.V. Mandrikova // Vest. KRAUNTs. Fiz.-mat. nauki [Bulletin og KRAUNC. Physical and Mathematical Sciences]. — 2019. — № 4. — P. 77–86. DOI: 10.26117/2079-6641-2019-29-4-77-86. [in Russian]

25. Pinaev S.K. Rol' gema v ekologicheski obuslovlennom onkogeneze (obzor literatury) [Role of heme in environmentally induced oncogenesis (review of the literature)] / S.K. Pinaev // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. — 2023. — № 30(1). — P. 5–15. DOI: 10.17816/humeco115234. [in Russian]

26. Mitrea D.R. Antioxidant protection against cosmic radiation-induced oxidative stress at commercial flight altitude / D.R. Mitrea, M. Mortazavi Moshkenani, O.A. Hoteiuc // J Physiol Pharmacol. — 2018. — № 69(4). DOI: 10.26402/jpp.2018.4.03.

27. Bulatetskii S.V. Dinamika nespecificheskikh adaptatsionnykh mekhanizmov kak kriterii optimizatsii magnitnykh vozdeistviy [Dynamics of nonspecific adaptive mechanisms as a criterion for optimizing magnetic exposures] / S.V. Bulatetskii, Yu.Yu. Bialovskii, E.P. Glushkova // Ros. med.-biol. vestn. im. akad. I.P. Pavlova [Russian Medical and Biological Herald named after Academician I.P. Pavlov]. — 2013. — № 2. — P. 49–53. [in Russian]

28. Martyniuk V.S. Magnitnye polya krayne nizkoi chastoty kak faktor modulatsii i sinkhronizatsii infradiannykh bioritmov u zhivotnykh [Magnetic fields of extremely low frequency as a factor of modulation and synchronization of infradian biorhythms in animals] / V.S. Martyniuk, N.A. Temuryants // Geofizicheskie protsessy i biosfera [Geophysical Processes and the Biosphere]. — 2009. — № 8(1). — P. 36–50. [in Russian]

29. Garkavi L.Kh. Aktivatsionnaya terapiya. Antistressornye reaktsii aktivatsii i trenirovki i ikh ispol'zovanie dlya ozdorovleniya, profilaktiki i lecheniya [Activation therapy. Antistress activation and training responses and their use for health improvement, prevention, and treatment] / L.Kh. Garkavi. — Rostov n/D : Publishing House of Rostov University, 2006. — 256 p. [in Russian]

30. Martyniuk V.S. Eksperimental'naya verifikatsiya elektromagnitnoi gipotezy solnechno-biosfernykh svyazey [Experimental verification of the electromagnetic hypothesis of solar-biosphere connections] / V.S. Martyniuk, N.A. Temuryants // Uchenye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Seriya: Biologiya, khimiya [Scientific Notes of Taurida National University named after V.I. Vernadsky. Series: Biology, Chemistry]. — 2007. — № 20(1). — P. 8. [in Russian]