

С.В. Яргин

## РАДИАЦИОННЫЙ ГОРМЕЗИС: PRIMUM NON NOCERE

Российский университет дружбы народов, Москва.

Контактное лицо: Сергей Вадимович Яргин, sjargin@mail.ru

**Ключевые слова:** радиация, гормезис, мутация, канцерогенез

**Для цитирования:** Яргин С.В. Радиационный гормезис: Primum Non Nocere // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2021. Т.66. №3. С. 88

DOI: 10.12737/1024-6177-2021-66-3-88

В обзоре докторов биологических наук А.Н. Котерова и А.А. Вайнсона на тему о радиационном гормезисе [1] цитировано 145 источников, однако не упомянуты недавние статьи [2-4], где, кроме прочего, обсуждались следующие вопросы. Известно, что многие факторы, для которых характерна двухфазная зависимость доза-эффект по типу гормезиса, присутствуют в естественной среде обитания: вещества и химические элементы, разные виды стресса, ультрафиолетовое и ионизирующее излучение. Для природных факторов гормезис объясним ввиду адаптации живых организмов к определенному уровню воздействия, что касается также естественного радиационного фона, который снижался за время существования жизни на Земле [5].

В пользу радиационного гормезиса имеется немало экспериментальных данных [1, 6, 7]. Некоторые эксперименты на животных не подтвердили гормезис, не выявив, например, увеличения продолжительности жизни мышей, длительно облучавшихся в малых дозах [8]. В других подобных экспериментах отмечено увеличение продолжительности жизни [9]. В обзоре [1] обсуждается метаанализ с неопределенным результатом: «little evidence in a comprehensive animal radiation database to support the hormesis hypothesis» [10]. К сожалению, систематические обзоры и метаанализы не всегда являются «вершиной доказательности» [1] ввиду неодинакового уровня достоверности публикуемых данных, выборочного цитирования и publication bias [11,12]. Экспериментальные данные частично расходятся с результатами эпидемиологических исследований, в которых бывает трудно исключить уклоны (bias), в особенности, дозозависимый отбор и самоотбор. Повышенное внимание облученных лиц к собственному здоровью, внимание к ним со стороны медиков и скрининг-эффект приведут, вероятно, к появлению в будущем новых сообщений о повышенных рисках в соответствующих популяциях. Большое число наблюдений не всегда позволяет избежать уклонов [13]. На сегодняшний день «гормезисные

эффекты малых доз радиации реально доказать только в дисциплинах, предусматривающих эксперимент» [1]. Достоверно оценить зависимость доза-эффект можно в широкомасштабных экспериментах с использованием разных видов животных, что позволит уточнить их радиочувствительность и сделать перенос экспериментальных данных на человека более достоверным. Для таких биологически древних процессов, как повреждение и репарация ДНК, межвидовая экстраполяция представляется возможной. «Только экспериментальных данных – недостаточно» [1]; но ситуация, когда гормезис показан в экспериментах, но не подтвержден в эпидемиологических исследованиях, может оказаться тупиковой и, в то же время, приемлемой для практики. Для клинического использования концепции гормезиса необходима надежная ее верификация и количественная характеристика; но даже после этого потребуются осторожность, поскольку стимулы, вызывающие в норме благоприятные гормезисные эффекты, могут повреждать ткани в состоянии дистрофии или атрофии, усиливать действие других повреждающих факторов, что имеет особое значение в пожилом возрасте и при состояниях, близких к декомпенсации [4,14]. Внутрипопуляционная радиочувствительность у человека сильно варьирует [1], так же как и чувствительность различных органов и тканей одного индивида. Более того, аргументом против использования гормезиса в клинической медицине и радиационной гигиене является непредсказуемость лучевых воздействий в реальной жизни и возможная аккумуляция биологических эффектов. С учетом изложенного, гормезис не противоречит концепции ALARA (As Low As Reasonably Achievable) в целях минимизации вредного воздействия ионизирующей радиации в соответствии с «предупредительным принципом» [1]. Для использования гормезиса в клинической практике необходимо подтверждение безопасности и эффективности в соответствии с требованиями доказательной медицины.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

- Kotero A.N., Wainson A.A. Radiation Hormesis and Epidemiology: 'Never the Twain Shall Meet'. Medical Radiology and Radiation Safety 2021;66(2):36–52(In Russian).
- Jargin SV. Radiation safety and hormesis. Front Public Health. 2020;8:278. DOI: 10.3389/fpubh.2020.00278.
- Jargin SV. Hormesis and radiation safety norms: Comments for an update. Hum Exp Toxicol. 2018;37(11):1233-1243. DOI: 10.1177/0960327118765332.
- Jargin SV. Hormetic use of stress in gerontological interventions requires a cautious approach. Biogerontology. 2016;17(2):417-420. DOI: 10.1007/s10522-015-9630-8.
- Karam PA, Leslie SA. Calculations of background beta-gamma radiation dose through geologic time. Health Phys. 1999;77(6):662-667. DOI: 10.1097/00004032-199912000-00010.
- Calabrese EJ, Baldwin LA. Radiation hormesis: its historical foundations as a biological hypothesis. Hum Exp Toxicol. 2000;19(1):41-75. DOI: 10.1191/096032700678815602.
- Vaiserman A, Cuttler JM, Socol Y. Low-dose ionizing radiation as a hormetin: experimental observations and therapeutic perspective for age-related disorders. Biogerontology. 2021;22(2):145-164. DOI: 10.1007/s10522-020-09908-5.
- Tanaka S, Tanaka IB 3rd, Sasagawa S, Ichinohe K, Takabatake T, Matsushita S, et al. No lengthening of life span in mice continuously exposed to gamma rays at very low dose rates. Radiat Res. 2003;160(3):376-379. DOI: 10.1667/rr3042.
- Caratero A, Courtade M, Bonnet L, Planel H, Caratero C. Effect of a continuous gamma irradiation at a very low dose on the life span of mice. Gerontology. 1998;44(5):272-276. DOI: 10.1159/000022024.
- Crump KS, Dupont P, Jiang H, Shilnikova NS, Krewski D, Zielinski JM. A meta-analysis of evidence for hormesis in animal radiation carcinogenesis, including a discussion of potential pitfalls in statistical analyses to detect hormesis. J Toxicol Environ Health B Crit Rev. 2012;15(3):210-231. DOI: 10.1080/10937404.2012.659140.
- Dupont P, Jiang H, Shilnikova NS, Krewski D, Zielinski JM. Database of radiogenic cancer in experimental animals exposed to low doses of ionizing radiation. J Toxicol Environ Health B Crit Rev. 2012;15(3):186-209. DOI: 10.1080/10937404.2012.659136.
- Dreicer M. Book review. Chernobyl: Consequences of the catastrophe for people and the environment. Environ Health Perspect 2010;118:A500. DOI: 10.1289/ehp.118-a500.
- Richardson DB, Cardis E, Daniels RD, Gillies M, O'Hagan JA, Hamra GB, et al. Risk of cancer from occupational exposure to ionizing radiation: retrospective cohort study of workers in France, the United Kingdom, and the United States (INWORKS). BMJ. 2015;351:h5359. DOI: 10.1136/bmj.h5359.
- Little JB. Low-dose radiation effects: interactions and synergism. Health Phys. 1990;59(1):49-55. DOI: 10.1097/00004032-199007000-00005.

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.  
**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.  
**Поступила:** 24.06.2021. Принята к публикации: 25.06.2021.

**Conflict of interest.** The author declare no conflict of interest.  
**Financing.** The study had no sponsorship.  
**Article received:** 24.06.2021. Accepted for publication: 25.06.2021.