

УДК 577.2

Влияние антиортостатического вывешивания на оплодотворяющую способность сперматозоидов мышей

Гогичаева Ксения Константиновна^{1(*)}

xeniagogichaeva@gmail.com

Жданкина Ю.С.^{1,3}

Серебрякова Р.В.

Бирюков Н.С.^{1,3}Котов О.В.¹Огнева И.В.^{1,2,3}¹ ГНЦ РФ — ИМБП РАН, Москва, Россия² ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина», Звёздный городок, Россия³ ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

Аннотация. Исследовано влияние 30-суточного антиортостатического вывешивания самцов *Mus musculus* на параметры спермограммы с оценкой эффекта эссенциальных фосфолипидов (ЭФ). Измеряли концентрацию и подвижность сперматозоидов, их оплодотворяющую способность. Было показано, что при оплодотворении интактных сперматозоидами мышей после вывешивания для зигот снижалась, 2-4-клеточных эмбрионов не появлялось; пероральное введение ЭФ мышам до и во время вывешивания эти эффекты предотвращало. Неспецифическое увеличение содержания холестерина могло нарушать капацитацию и снижать оплодотворяющую способность.

Ключевые слова: невесомость, антиортостатическое вывешивание, зигота

Введение. Влияние факторов космического полета на репродуктивную систему человека изучено недостаточно. Известно, что реальная и симулированная невесомость вызывают различные структурные и функциональные изменения в мужской репродуктивной системе [1, 2], которые могут влиять на капацитацию и оплодотворение. В данном исследовании оценивали эффективность оплодотворения ооцитов сперматозоидами мышей, подвергнутых 30-суточному антиортостатическому вывешиванию на фоне приема ЭФ.

Материалы и методы; результаты. Все экспериментальные процедуры с самцами *Mus musculus* были осуществлены лабораторией фенотипирования животных ГНЦ РФ — ИМБП РАН. Исследование проводили на 30 половозрелых самцах мыши C57black6/J и 21 половозрелой самке мыши линии BALB/c. Суспензию сперматозоидов получали и оценивали стандартным образом (2) равно как и ооцит-кумулюсные комплексы [3]. Полученные суспензии сперматозоидов добавляли к ооцит-кумулюсным комплексам и помещали на 6, 6,5 и 7 ч в инкубатор при 37 °C и 5 %-м содержании CO₂. На каждой временной точке получали фотографии зигот и ранних зародышей. Исследуемые клетки разделили на четыре экспериментальные группы: контрольная С и с применением ЭФ – СЕ, аналогично с воздействием антиортостатического

вывешивания – HS и HSE. Проводили подсчет доли зигот, измеряли расстояние между мужским и женским пронуклеусами, подсчитывали долю 2–4-клеточных зародышей. Анализ всех изображений проводили в программе Fiji.

Антиортостатическое вывешивание снижало концентрацию на 64 % ($p < 0,05$) и долю подвижных сперматозоидов на 37 % ($p < 0,05$) (при сравнении группой С). В группе СЕ применение ЭФ приводило к увеличению общей концентрации сперматозоидов: 4,5 млн/мл в группе СЕ, 4,0 млн/мл в группе С ($p < 0,05$), а доля подвижных сперматозоидов увеличивалась на 22 % ($p < 0,05$). Скорость движения сперматозоидов после вывешивания составила 107 ± 6 мкм/с в группе HS и 99 ± 6 мкм/с в группе HSE. Через 6 часов в группе СЕ доля оплодотворенных ооцитов была в 2 раза выше, чем в С (32 % против 16 %; $p < 0,05$). В группе HS этот показатель снижался до 12 %, тогда как в HSE восстанавливался до уровня контроля — 15 %. Через 6,5 и 7 часов распределение долей оплодотворенных ооцитов между группами не изменялось. Через 6 часов расстояние между пронуклеусами не отличалось, а через 7 часов в группе HS уменьшилось на 15 % ($p = 0,06$) по сравнению с группой С. Доля 2–4-клеточных эмбрионов в группах СЕ и HSE не отличалась от доли в группе С, в группе HS успешного развития до такой стадии не было.

Заключение. Антиортостатическое вывешивание приводило к снижению доли развивающихся эмбрионов мыши на фоне накопления кальция и неспецифического повышения холестерина. Однако применение ЭФ сохраняло этот показатель на контрольном уровне.

*Работа поддержана программой фундаментальных исследований
ГНЦ РФ — ИМБП РАН FMFR-2024-0041.*

Список источников

- [1] Karim A., Qaisar R., Azeem M., Jose J., Ramachandran G., Ibrahim Z.M., Elmoselhi A., Ahmad F., Abdel-Rahman W.M., Ranade A.V. Hindlimb unloading induces time-dependent disruption of testicular histology in mice. *Sci. Rep.*, 2022, vol. 12 (1), art. no. 17406. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22385-9>
- [2] Ogneva I.V., Zhdankina Y.S., Gogichaeva K.K., Malkov A.A., Biryukov N.S. The motility of mouse spermatozoa changes differentially after 30-minute exposure under simulating weightlessness and hypergravity. *Int. J. Mol. Sci.*, 2024, vol. 25 (24), art. no. 13561. <https://doi.org/10.3390/ijms252413561>
- [3] Sventitskaya M.A., Ogneva I.V. Reorganization of the mouse oocyte' cytoskeleton after cultivation under simulated weightlessness. *Life Sci. Space Res (Amst)*, 2024, vol. 40, pp. 8–18. <https://doi.org/10.1016/j.lssr.2023.11.001>