

## Effects of nanoparticles on cognitive abilities

In today's world, nanoparticles enter the human body (including workers in numerous industries dealing with nanoparticles) in small daily doses and in natural ways (with food and water, as well as with air). Due to their small size and low solubility, nanoparticles are not recognized by the body's defense systems, do not undergo chemical decomposition and are slowly or not at all excreted from the body, thus posing a potential threat to human health, including the health of children exposed to nanoparticles while still in the womb.

The ability of nanoparticles to cross the blood-brain and placental barriers poses a fundamentally

new task today — the task of studying the potential danger of the development of previously unknown defects of the central nervous system and disorders of the brain, including cognitive dysfunctions in humans and animals.

For the first time, the effects of silver nanoparticles received from the mother's body during the prenatal and lactation periods on the offspring were investigated. The assessment of the presence or absence of cognitive dysfunctions in young animals exposed to nanoparticles coming through the placenta from the mother's body before birth was carried out according to one of the most commonly

used and reliable behavioral tests for assessing cognitive functions — the Morris water maze. The comparison of the cognitive abilities of experimental young animals exposed to the effect of nanoparticles and control animals showed that in the prenatal period the brain regions responsible for the formation of spatial memory are more vulnerable to silver nanoparticles than after birth, which can be explained by the incomplete development of the blood-brain barrier in the fetus (Fig. 1).

The silver content in different organs (blood, liver, lungs, kidneys and brain) of female mice and their offspring was determined by neutron activa-

tion analysis. In female mice, the highest silver concentration was determined in lungs, followed by brain, liver, kidney and blood. In the offspring, silver bioaccumulation changed in the following order: lungs>brain>blood>liver>kidneys. The average specific mass content of silver, which crossed the blood-brain barrier was  $373 \pm 75$  ng (for female mice) and  $385 \pm 57$  ng (for offspring). The obtained results are important for assessing the toxic effect of nanomaterials on the human reproductive system.

Fig. 1. Examples of movement patterns of animals with different types of behavior in the Morris test: 1 — directional search, 2 — random search, 3 — thigmotaxis (strategy of incapable individuals).

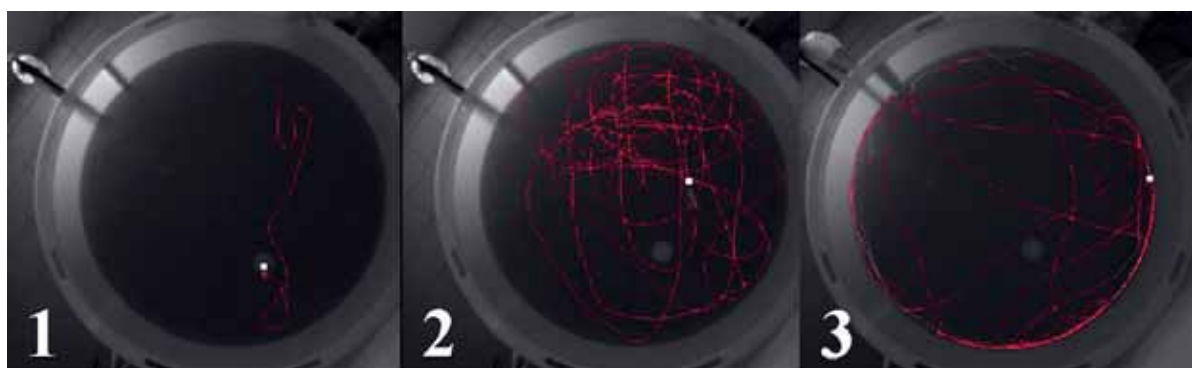


Рис. 1. Примеры траекторий движения животных с разными типами поведения в тесте Морриса: 1 — направленный поиск, 2 — случайный поиск, 3 — тигмотаксис (стратегия неспособных особей).

## Влияние наночастиц на когнитивные способности

В современном мире наночастицы поступают в организм человека (в том числе работников многочисленных производств, имеющих дело с наночастицами) в малых ежедневных дозах и естественными путями (с пищей и водой, а также с воздухом). Ввиду их малого размера и низкой растворимости наночастицы не распознаются защитными системами организма, не подвергаются химическому разложению и медленно или вовсе не выводятся из организма, таким образом представляя потенциальную угрозу для здоровья человека, в том числе и для здоровья детей, подвергающихся экспозиции наночастицами еще в утробе матери.

Способность наночастиц к преодолению гематоэнцефалического и плацентарного барьеров ставит сегодня принципиально новую задачу — задачу изучения потенциальной опасности развития неизвестных ранее дефектов центральной нервной системы и нарушений работы мозга, в том числе когнитивных дисфункций у человека и животных.

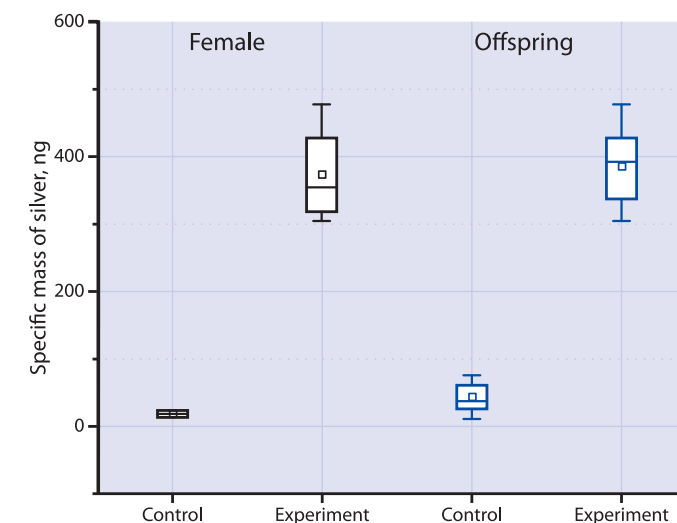
Впервые были исследованы последствия влияния на потомство наночастиц серебра, поступивших из организма матери в пренатальный период и период лактации. Оценка наличия или отсутствия когнитивных дисфункций у молодых животных, до рождения подвергнутых воздей-

Fig. 2

Mass content of silver in the brain of female mice and their offspring determined by neutron activation analysis.

Рис. 2

Массовое содержание серебра в мозге самок и их потомства, определенное методом нейтронного активационного анализа.



ствию наночастиц, поступавших через плаценту из организма матери, была проведена согласно единому, объемному и надежно зарекомендовавшему себя в мировой практике методу тестирования — водному лабиринту Морриса. Полученные результаты показали, что в пренатальный период области мозга, отвечающие за формирование пространственной памяти, более уязвимы перед наночастицами серебра, чем после рождения, что может быть обусловлено незаконченным развитием гематоэнцефалического барьера у плода (рис. 1).

Содержание серебра в различных органах (кровь, печень, легкие, почки и мозг) самок и их

потомства было определено методом нейтронного активационного анализа. В самках самое высокое содержание серебра было определено в легких, затем в мозге, печени, почках и крови. У потомства накопление серебра изменялось в следующем порядке легкие > мозг > кровь > печень > почки. Среднее массовое содержание серебра в мозге самок составило  $373 \pm 75$  нг и в мозге потомства  $385 \pm 57$  нг. Полученные данные важны для оценки токсического эффекта наноматериалов на репродуктивную систему человека.