

УДК 577.3

## ИНТЕНСИВНОСТЬ СВОБОДНО-РАДИКАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В МИТОХОНДРИЯХ ПЕЧЕНИ КРЫС ПРИ УМЕРЕННОЙ ГИПОТЕРМИИ РАЗЛИЧНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ<sup>1</sup>

© 2019 г. Р. А. Халилов<sup>1</sup>, А. М. Джафарова<sup>1</sup>\*, С. И. Хизриева<sup>1</sup>, В. Р. Абдуллаев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Кафедра биохимии и биофизики Дагестанского государственного университета, Махачкала, Дагестан, 367000 Россия

\*E-mail: albina19764@mail.ru

Поступила в редакцию 15.04.2019 г.

После доработки 23.04.2019 г.

Принята к публикации 23.04.2019 г.

Искусственную умеренную гипотермию широко используют в клинической практике для защиты органов от последствий ишемии (реперфузии), травм и гипоксии. Однако снижение температуры тела гомойотермных животных индуцирует окислительный стресс, выраженность которого может зависеть от времени воздействия холодного фактора. Поскольку митохондрии играют ключевую роль в генерации активных форм кислорода, нами исследована зависимость интенсивности свободно-радикальных процессов в митохондриях печени крыс от длительности умеренной гипотермии (30°C). Оказалось, что кратковременная (30 мин) гипотермия активизирует процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ), при этом существенно увеличивается концентрация гидроперекисей липидов, основания Шиффа и малонового диальдегида. Пролонгирование гипотермии до 1 ч снижает содержание многих продуктов ПОЛ, а при 3-часовой гипотермии наблюдается их нормализация. Кратковременная гипотермия и ее пролонгирование до 1 ч сопровождается окислительной деструкцией митохондриальных белков, что выражается в снижении содержания в них сульфгидрильных групп и повышении карбонильных. При этом 3-часовая гипотермия способствует нормализации исследованных маркеров окислительной модификации белков. Динамика изменения уровней сульфгидрильных и карбонильных групп в матричных белках митохондрий носит более выраженный характер по сравнению с мембранными белками. Исследование спектральных характеристик мембранных белков митохондрий показало снижение на начальных этапах гипотермии интенсивности их флуоресценции. Основной вклад в него вносят остатки триптофана, локализованные на периферии. Пролонгирование гипотермии до 3-х ч способствует восстановлению параметров флуоресценции до уровня контроля. Данные, полученные при анализе вторых производных спектров флуоресценции, свидетельствуют об изменениях в пространственной конфигурации мембранных белков.

**Ключевые слова:** крысы, гипотермия, печень, митохондрии, перекисное окисление липидов, окислительная модификация белков

**DOI:** 10.1134/S0041377119070046

Гипотермия — это состояние, развивающееся у гомойотермных животных при снижении температуры их тела. В зависимости от этиологии развития гипотермического состояния различают несколько видов гипотермии — случайная, интраоперационная, искусственная. Случайная гипотермия может иметь место у животных, обитающих в регионах со значительными колебаниями температурного режима; у людей, профессиональная деятельность которых связана с работой в условиях низких температур (Brown et al., 2012). При проведении обширных опе-

раций с использованием наркоза человек может подвергаться так называемой интраоперационной гипотермии (Sun et al., 2015).

Искусственные гипотермические состояния широко применяются при операциях на сердце и мозге, а также в терапевтических целях для предупреждения рисков развития ишемических и реперфузионных повреждений жизненно важных органов и защиты от последствий гипоксии, ишемии–реперфузии, инсульта и инфаркта, травм (Polderman, 2009; Søreide, 2014). Защита, обусловленная понижением температуры тела, является результатом снижения скорости метаболических процессов и уменьшения потребности тканей в кислороде и глюкозе (Alva et al., 2013). Наиболее часто для этих целей используют умеренную пролонгированную гипотермию (Усенко, Царев, 2009).

<sup>1</sup> **Принятые сокращения:** АФК — активные форм кислорода, ДК — диеновые конъюгаты, МДА — малоновый диальдегид, ОМБ — окислительная модификация белков, ПОЛ — перекисное окисление липидов, ВПСФ — вторые производные спектров флуоресценции, СРП — свободно-радикальные процессы, ОШ — основания Шиффа.