

похідних пантотенату видається доцільним враховувати рівень не тільки КоА, але й інших ацетилюючих метаболітів цього вітаміну.

Гіпоксія замкнутого простору (ГЗП) характеризується дією на організм декількох факторів: власне гіпоксії, гіперкапнії і гіпертермії.

Отримані нами дані свідчать про підвищений вміст пантотенової кислоти при дії гіпоксії порівняно з нормою.

#### Насумок

Таким чином, встановлено, що гіпоксія замкнутого простору (ГЗП) викликає підвищену кількість пантотенової кислоти в печінці і крові білих щурів. Пантотенова кислота необхідна для біосинтезу КоА тому гіпоксія замкнутого кола викликає уповільнений процес біосинтезу КоА пантотеновою кислотою. В результаті при гіпоксії рівень ПАК більше ніж КоА.

#### Список літератури

1. Kopelevich V. M. Issledovaniya v oblasti perenoschikov acil'nyh grupp. 16. Gidroliticheskaja ustojchivost' i fermentativnoe defosformirovanie 4'-fosfo-0-pantotenovoj kisloty / V.M.Kopelevich, A.B.Lysenkova, V. V. Mishhenko [i dr.] // Himija prirodnyh soedinenij.-1981, N 4,- S. 482-487.
2. Merkur'eva E. K. Osnovy biometrii / E. K. Merkur'eva // - M., izdatel'stvo MGU.- 1963 g.
3. Mojseenok A. G. Pantotenovaja kislota / A. G. Mojseenok // - Minsk: Nauka i tehnika, - 1979,-GL.8,-S. 267-320.
4. Mojseenok A. G. Pantotenovaja kislota (biohimija i primenenie vitamina) / A. G. Mojseenok // - Minsk: Nauka i tehnika, - 1980,-264 s.
5. Mojseenok A. G. Razdelenie pedshestvennikov biosinteza kofermenta acetilirovanija-proizvodnyh pantotenovoj kisloty hromatografiej na DEAE-celljuloze / A. G. Mojseenok, V. A. Gurinovich, A. V. Lysenkova // Himija prirodnyh soedinenij - 1987.- N 2-S.258-262.
6. Petrov S. A. Pantotenovaja kislota / S. A. Petrov, O. V. Zaporozhchenko, O. K. Budnjak [i dr.] // - Odessa: VMV, - 2013.-S. 57-58.
7. Petrov S. A. Raspredelenie pantotenovoj kisloty v organizme pri gipoksii zamknutogo prostranstva / S. A. Petrov // - Grodno: GrGMU, - 2013.-S. 58-59.
8. Rezapkin V. I. Ispol'zovanie obracennofaznoj vysokoeffektivnoj gazozhidkostnoj hromatografii dlja analiza proizvodnyh pantotenovoj kisloty / V. I. Rezapkin, V.A. Gurinovich, A.G. Mojseenok // Him.-farm.zhurn,-1989,-M3,-S.349-351
9. Handshumacher R. Animproved enzymatic assay for CoA / R. Handshumacher, G. Mueller, F. Strong // J.Biol.Chem.-1951.- Vol.189, No 1- P. 335-342.

#### Реферати

##### КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ КОА, 4-ФПН, ПАК ПРИ ГИПОКСИИ ЗАМКНУТОГО ПРОСТРАНСТВА НА ОСНОВЕ ИОНОБМЕННОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Сальникова Н. В.

Гипоксия замкнутого пространства (ГЗП) приводит к повышению уровня пантотеновой кислоты в печени и крови. При предварительной инъекции препарата ПАК-Са так же наблюдается повышение пантотеновой кислоты в крови и печени.

**Ключевые слова:** пантотеновая кислота, 4-фосфопантетеин, КоА, метаболиты, гипоксия.

Стаття надійшла 15.01.2015 р.

##### QUANTITATIVE SELECTION COA, PAN-SH, PAK DURING HYPOXIA CONFINED SPACE-BASED ION-EXCHANGE CHROMATOGRAPHY

Salnikova N. V.

Hypoxia confined space (GSP) leads to increased levels of Pantothenic acid in the liver and blood. During the preliminary injection PAK-Ca also increasing Pantothenic acid in the blood and liver.

**Key words:** pantothenic acid, metabolites, 4-phosphopantetheine, CoA, hypoxia.

Рецензент Запорожець Т.М.

УДК [616 – 008+612.616.3]:615.9

Н. В. Соловйова

ВДНЗ України «Українська медична стоматологічна академія», м. Полтава

#### ЗМІНА ПРОДУКЦІЇ АКТИВНИХ ФОРМ КИСНЮ ПРИ ДІЇ НА ОРГАНІЗМ ВІДПРАЦЬОВАНОГО МОТОРНОГО МАСЛА У СІМ'ЯНИКАХ БІЛИХ ЩУРІВ

Утворення активних форм кисню є невід'ємним атрибутом функціонування живих клітин в організмах людини і тварин. За умов розвитку запалення внесок у продукцію активних форм кисню може давати "дихальний вибух" лейкоцитів. Підсилюють процеси трансформації активних форм кисню іони металів перемінної валентності. Така передбачувана загальна схема генерації активних форм кисню узгоджується з наявністю у клітинах сім'яників зазначених структур і ферментів, але вимагає подальших експериментальних досліджень. Проведено вивчення зміни продукції активних форм кисню у сім'яниках білих щурів за умов дії на організм відпрацьованого моторного масла. Встановлено, що у динаміці тривалого впливу відпрацьованого моторного масла на організм білих щурів у тканинах сім'яників відмічається прогресуюче збільшення продукції супероксидного аніон-радикала мітохондріальним

електронно-транспортним ланцюгом. Підвищення вироблення супероксиду мікросомальним електронно-транспортним ланцюгом у сім'яниках обмежено чітким часовим проміжком і відмічається на 60 добу після початку введення білим щурам відпрацьованого моторного масла. Продукція супероксидного аніон-радикала НАДФН-оксидазою лейкоцитів у тканинах сім'яників білих щурів за умов введення відпрацьованого моторного масла виявляє певну фазність: на 14-30 добу - істотно збільшується, на 90 добу - зменшується.

**Ключові слова:** супероксидний аніон-радикал, антиоксидантні ферменти, сім'яники, відпрацьоване моторне масло.

Утворення активних форм кисню (АФК)  $1O_2$ ,  $O_2^-$ ,  $H_2O_2$ ,  $OH\cdot$ ,  $NO\cdot$ ,  $Ro_2$  є невід'ємним атрибутом функціонування живих клітин в організмах людини і тварин [2, 3, 5, 6], які за окисною активністю АФК утворюють такий ряд:  $OH\cdot > 1O_2 > H_2O_2 > O_2^-$  [5]. Утворення АФК у тканинах сім'яників відбувається шляхом витоку із шляхів мітохондріального окиснення, із системи цитохрому Р- 450, який бере участь у стероїдогенезі сім'яників, від флавінових оксидаз пероксисом, з пероксидів, що утворюються циклооксигеназами та ліпоксигеназами [7].

За умов розвитку запалення внесок у продукцію АФК може давати "дихальний вибух" лейкоцитів [5]. Підсилюють процеси трансформації АФК іони металів перемінної валентності. Така передбачувана загальна схема генерації АФК узгоджується з наявністю у клітинах сім'яників зазначених структур і ферментів, але вимагає подальших експериментальних досліджень.

У макрофагах АФК продукуються за участю ксантиоксидази. Нейтрофіли містять НАДФН-оксидазу (НАДФН, ФАД, цитохром В245/558) і мієлопероксидазу. Остання утворює із  $Cl^-$  і  $H_2O_2$  хлорну кислоту, яка хлорує білки. НАДФН-оксидаза виробляє  $O_2^-$  і пероксид водню [3, 5].

Відпрацьовані моторні масла (ВММ) являють собою комплекс низько- або високомолекулярних аліфатичних і ароматичних вуглеводнів, присадок – речовин, що додаються у невеликих кількостях до моторних масел для поліпшення їхніх експлуатаційних властивостей, металів і різних органічних і неорганічних сполук. Високі температури і тертя, неодмінно діючи на моторні масла, викликають окиснення, нітрування та розтріскування полімерів, утворення широкого спектру токсичних речовин (пероксидів, низькомолекулярних і високомолекулярних кислот, фенолів, спиртів, альдегідів, конденсованих ароматичних вуглеводнів тощо). Тому вивчення зміни продукції АФК на прикладі  $O_2^-$  в сім'яниках білих щурів при дії на організм відпрацьованого моторного масла і є актуальним.

**Метою** роботи було з'ясування закономірностей зміни продукції активних форм кисню (супероксидного аніон-радикала), активності пероксидного окиснення ліпідів і антиоксидантних ферментів у тканинах сім'яників білих щурів за умов тривалої дії на організм відпрацьованого автомобільного моторного масла.

**Матеріал та методи дослідження.** Експерименти виконувалися на 75 білих щурах-самцях та 40 самках лінії Вістар масою 160-250 г. Всі тварини були розділені на 6 груп (табл.1).

Таблиця 1

#### Розподіл експериментальних груп тварин

Характеристика груп
Інтактна (контрольна)
Дослідна (інтрагастральне введення відпрацьованого моторного масла, 500 мг/кг маси, 14 діб)
Дослідна (інтрагастральне введення відпрацьованого моторного масла, 500 мг/кг маси, 30 діб)
Дослідна (інтрагастральне введення відпрацьованого моторного масла, 500 мг/кг маси, 60 діб)
Дослідна (інтрагастральне введення відпрацьованого моторного масла, 500 мг/кг маси, 90 діб)
Дослідна (інтрагастральне введення відпрацьованого моторного масла, 500 мг/кг маси, 12 тижнів) з подальшим спарюванням з інтактними самками

Тваринам вводили суміш відпрацьованого моторного масла (ВММ), яка містилася у 1000 відпрацьованих фільтрах. ВММ вводили тваринам у дозі 500 мг/кг маси тіла, що відповідає порогу хронічної дії [1]. Взаємодія здійснювали інтрагастральне за допомогою спеціального зонду щоденно протягом 14, 30, 60 та 90 діб.

Всі значення продукції  $O_2^-$  оцінювали при проведенні тесту з нітросинім тетразолієм (НСТ) у модифікації О.І. Цебржинського [4]. При цьому НСТ-тестом оцінювалась продукція  $O_2^-$  в гомогенаті тканин сім'яників з індукторами у вигляді НАДН, НАДФН і бактеріальними ліпополісахаридами (пірогенал виробництва НДІ ім. М.Ф. Гамалєї РАМН). Дані експериментів

обробляли методами варіаційної статистики за допомогою програми Statistika 2.0. Для порівняння і оцінки вірогідності отриманих результатів використовували розрахунок критерію вірогідності Ст'юдента (t-тест).

**Результати дослідження та їх обговорення.** При проведенні досліджень було встановлено, що через 14 діб після початку введення в організм білих шурів ВММ загальний фон продукції  $\cdot O^2$  та його вироблення мікросомальним і мітохондріальним електронно-транспортними ланцюгами не відрізняється від даних контрольної серії.

На 30 добу після початку введення ВММ відмічається підвищення продукції  $\cdot O^2$  як НАДФН-оксидазою лейкоцитів - до  $0.82 \pm 0.06$  нмоль/мг $\times$ с (на 32.3%,  $P < 0.02^*$ ; (\* -  $P < 0.05$  при порівнянні результатів з даними інтактної серії) у контрольній групі -  $0.62 \pm 0.03$  нмоль/мг $\times$ с), так і мітохондріальним електронно-транспортним ланцюгом - до  $22.67 \pm 0.99$  нмоль/мг $\times$ с (на 34.6%,  $P < 0.01$ ; у контрольній групі -  $16.84 \pm 0.98$  нмоль/мг $\times$ с).

Через 60 діб після початку введення в організм білих шурів ВММ підвищується загальний фон продукції  $\cdot O^2$  - до  $1.14 \pm 0.08$  нмоль/мг $\times$ с (на 46.2%,  $P < 0.01$ ; у контрольній групі -  $0.78 \pm 0.06$  нмоль/мг $\times$ с), а також його вироблення мікросомальним і мітохондріальним електронно-транспортними ланцюгами - відповідно до  $20.23 \pm 0.92$  нмоль/мг $\times$ с (на 35.1%,  $P < 0.01$ ; у контрольній групі -  $14.97 \pm 0.88$  нмоль/мг $\times$ с) та  $21.69 \pm 1.02$  нмоль/мг $\times$ с (на 28.8%,  $P < 0.01$ ; у контрольній групі -  $16.84 \pm 0.98$  нмоль/мг $\times$ с). Продукція  $\cdot O^2$  НАДФН-оксидазою системою лейкоцитів у цей термін не відрізняється від даних контрольної серії.

На 90 добу після початку введення ВММ відмічається збільшення загального фону продукції  $\cdot O^2$  - до  $0.98 \pm 0.06$  нмоль/мг $\times$ с (на 25.6%),  $P < 0.05$ ; у контрольній групі -  $0.78 \pm 0.06$  нмоль/мг $\times$ с) та його вироблення мітохондріальним електронно-транспортним ланцюгом - до  $24.44 \pm 1.06$  нмоль/мг $\times$ с (на 45.1%),  $P < 0.001$ ; у контрольній групі -  $16.84 \pm 0.98$  нмоль/мг $\times$ с).

Вироблення  $\cdot O^2$  мікросомальним електронно-транспортним ланцюгом не відрізняється від даних контрольної серії. Продукція  $\cdot O^2$  НАДФН-оксидазою лейкоцитів у цей термін (на відміну від попередніх спостережень) знижується - до  $0.50 \pm 0.04$  нмоль/мг $\times$ с (на 19.4%,  $P < 0.05$ ; у контрольній групі -  $0.62 \pm 0.03$  нмоль/мг $\times$ с).

Отже, активація продукції  $\cdot O^2$  НАДФН-оксидазою лейкоцитів є обмеженою у часі й на 90 добу після початку введення ВММ відмічається зменшення вироблення супероксиду при введенні у якості індуктора пірогеналу.

Неоднозначні зміни вмісту  $\cdot O^2$  у динаміці тривалого впливу ВММ, очевидно, пояснюються утворенням в організмі певної концентрації тих чи інших компонентів ВММ.

Порівняльна характеристика змін продукції супероксидного аніон-радикала в сім'яниках шурів при дії на організм відпрацьованого моторного масла (у % від даних інтактної групи тварин) наведено на рис.1.

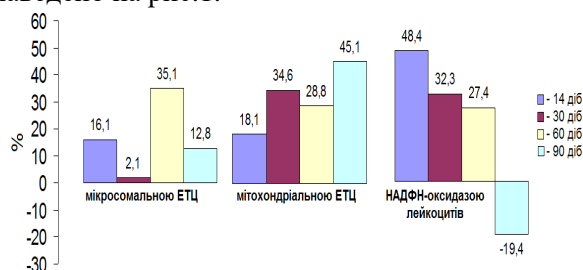


Рис 1. Зміни продукції супероксидного аніон-радикала мікросомальним, мітохондріальним електронно-транспортними ланцюгами та НАДФН-оксидазою лейкоцитів у сім'яниках шурів при дії на організм відпрацьованого моторного масла (у % від даних інтактної групи тварин).

Таким чином, у динаміці тривалого впливу відпрацьованого моторного масла на організм білих шурів у тканинах сім'яників відмічається прогресуюче збільшення продукції супероксидного аніон-радикала мітохондріальним електронно-транспортним ланцюгом. Підвищення вироблення супероксиду мікросомальним електронно-транспортним ланцюгом у сім'яниках обмежено чітким часовим проміжком і відмічається на 60 добу після початку введення білим щурам відпрацьованого моторного масла.

Продукція супероксидного аніон-радикала НАДФН-оксидазою лейкоцитів у тканинах сім'яників білих щурів за умов введення відпрацьованого моторного масла виявляє певну фазність: на 14-30 добу - істотно збільшується, на 90 добу - зменшується.

### Список літератури

1. Batuhina I. V. Produkciya superoksidnogo anion-radikalov v tkaninah organiv travlennja shhuriv pri dii vidprac'ovanogo motorного masla na tli hronichnoї intoksikacii nitratom natriju / I.V. Baturina //Svit medicini ta biologii. – 2008. – № 4.–S.79-42.
2. Man'kov'ska I. M. rol' kisnevih radikaliv u fiziologii ta patologii spermi ljudini / I.M. Man'kov'ska, Z.O. Serebrovs'ka // Fiziol.zhurn.–1998.–T.44, №5-6. – S. 118-125.
3. Men'shhikov E. B. Okislitel'nyj stress. Prooksidanty i antioksidanty / E.B. Men'shhikov, V.Z. Lankin, N.K. Zenkov [i dr.] // – M.:Slovo, - 2006.–556 s.
4. Cebrzhinskij O.I. Differencirovannoe spektro fotometricheskoe opredelenie produkcii superoksida v tkanjah NST-testom / O. I. Cebrzhinskij // Aktual'ni problemi suchasnoї medicini: Visn.Ukraїns'koї med. stomat. akademii.–2002. – T.2, № 1.– S. 96-97.
5. Chesnokova N.P. Obshhaja harakteristika istochnikov obrazovaniya svobodnyh radikalov i antioksidantnyh sistem / N.P.Chesnokova, E.V. Ponukalina, M.N. Bizenkova // Usp. sovr. estestvozn .– 2006.–№7.–S.37-41.
6. de Lamirande E. Sperm activation: role of reactive oxygen species and kinases / E. de Lamirande, C. O'Flaherty // Biochim. Biophys. Acta. – 2008.– Vol.1784, № 1.– P.106-115.
7. Georgellis A. Generation of superoxide anion and lipid peroxidation in different cell types and subcellular fractions from rat testis / A. Georgellis, M. Tsigotis. J. Rydstrom // Toxicol. Appl.Pharmacol.–1988.– Vol.94, №3.–P.362-373.

### Реферати

#### ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДУКЦИИ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА ПРИ ДЕЙСТВИИ НА ОРГАНИЗМ ОТРАБОТАННОГО МОТОРНОГО МАСЛА В СЕМЕННИКАХ БЕЛЫХ КРЫС

Соловьева Н. В.

Образование активных форм кислорода является неотъемлемым атрибутом функционирования живых клеток в организмах человека и животных. В условиях развития воспаления вклад в продукцию активных форм кислорода может давать "дыхательный взрыв" лейкоцитов. Усиливают процессы трансформации активных форм кислорода ионы металлов переменной валентности. Такая предполагаемая общая схема генерации активных форм кислорода согласуется с наличием в клетках семенников указанных структур и ферментов, но требует дальнейших экспериментальных исследований. Проведено изучение изменения продукции активных форм кислорода в семенниках белых крыс в результате действия на организм отработанного моторного масла. Установлено, что в динамике продолжительного влияния моторного масла на организм белых крыс в тканях семенников отмечается прогрессирующие увеличение продукции супероксидного анион-радикала митохондриальной электроно-транспортной цепью. Увеличение продукции супероксида микросомальной электроно - транспортной цепью в семенниках ограничивается четким временным промежутком на 60 сутки после начала ведения белым крысам отработанного моторного масла. Продукция супероксидного анион-радикала НАДФН-оксидазой лейкоцитов в тканях семенников белых крыс при условии введения отработанного моторного масла проявляет определенную фазность: на 14-30 сутки – существенно увеличивается, на 90 сутки – уменьшается.

**Ключевые слова:** супероксидный анион-радикал, антиоксидантные ферменты, семенники, отработанное моторное масло.

#### CHANGE IN REACTIVE OXYGEN SPECIES GENERATION WHEN A BODY IS AFFECTED BY USED ENGINE OIL IN WHITE RATS' TESTIS

Solovyova N. V.

Generation of reactive oxygen species ( $1O_2$ ,  $O_2^-$ ,  $H_2O_2$ ,  $OH$ ,  $NO$ ,  $Ro_2$  etc.) is an integral part of functioning of living cells in human and animal bodies. Where inflammation develops, a contribution to reactive oxygen species generation might lead to a "respiratory explosion" of white blood cells. The processes of reactive oxygen species transformation are intensified by multiple valence metal ions. Such general scheme of reactive oxygen species generation is consistent with the availability of the said structures and enzymes in testis cells, but requires further experimental research. We have studied the change in generation of reactive oxygen species in white rats' testis at the time their bodies were affected by used engine oil. We found that over time, in case of long-term effect of used engine oil on the body of white rats, the amount of superoxide anion radical generated in testis tissues through mitochondrial electron transport chain is growing. The increased generation of superoxide in testis through microsomal electron transport chain is time-constrained and is observed on the 60th day after the commencement of giving used engine oil to rats by injection. Superoxide anion radical generation by leukocyte NADPH oxidase in white rats' testis tissues on condition of used engine oil injection demonstrates certain phasicity: it increases considerably on 14th-30th day and reduces on the 90th day.

**Key words:** superoxide anion radical, antioxidant enzymes, testicles, used motor oil.

Стаття надійшла 13.03.2015 р.

Рецензент Костенко В.О.