

RESEARCH OF THE PECULIARITIES OF LEAD NANOPARTICLES INFLUENCE ON THE EXPERIMENTAL RATS' LIVER LIPIDS LEVELS

Aleksijchuk V.D., Omelchuk S.T., Bryuzgina T.S.

ВИВЧЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВПЛИВУ НАНОЧАСТИНОК СВИНЦЮ НА ЛІПІДИ ПЕЧІНКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЩУРІВ



**АЛЕКСІЙЧУК В.Д.,
ОМЕЛЬЧУК С.Т.,
БРЮЗГІНА Т.С.**

Національний медичний
університет
ім. О.О. Богомольця,
м. Київ

УДК: 546.815:541.182.024:616.
36:577.115:612.082.9

Ключові слова:
наночастинки свинцю,
ліпіди, печінка, щури.

З кінця 80-х років ХХ століття починається період розвитку нанонауки, нанотехнологій, наномедицини, нанофармакології, сприяючи активній роботі та впровадженню у різні галузі народного господарства наночастинок з вивченням їхніх властивостей [1].

Наночастинки (частинки, які мають розмір зазвичай менше 100 нм) — об'єкт досліджень багатьох вчених світу у зв'язку з їхніми унікальними хімічними, фізичними, біологічними і фармакологічними властивостями.

Інтерес до наночастинок викликаний високим ступенем подрібнення, за якого істотно змінюються властивості практично усіх хімічних речовин. Крім того, розміри наночастинок і властивості їхніх поверхонь дозволяють вступати у прямий контакт на молекулярному рівні з біологічними тканинами і системами, з інфекційними агентами, ендотоксинами, токсинами, у тому числі

мікотоксинами, а також з різними хімічними сполуками органічної та неорганічної природи, протеїнами і окремими структурами клітин (ліпідами, нуклеїновими кислотами, зокрема ДНК) [2].

Стрімкий розвиток сучасних технологій синтезу наночастинок різноманітної природи дозволив значно розширити межі їх застосування у різних галузях промисловості та медицини [3-6].

З одного боку, уміле застосування наночастинок відкриває нові можливості у багатьох напрямках діяльності людини: створення потужних комп'ютерів, надміцних матеріалів, розробка високоефективних антибактеріальних засобів, методів лікування онкологічних захворювань тощо. Однак, з іншого боку, поспішне впровадження наночастинок у повсякденну життєдіяльність людини беззаперечно може нести загрозу для здоров'я. Тому науковий пошук багатьох дослідників спрямований на вивчення впливу наноматеріалів на біологічні об'єкти на різних рівнях організації живого, зокрема на субклітинному, клітинному, органічному, цілому організмі. Переважно маловідомими залишаються тонкі механізми взаємодії наночастинок з клітиною та її компонентами, а також вплив на виконувани ними функції [7].

Перед вченими різних спеціальностей постало завдання більш ґрунтовно вивчити позитивні властивості наночастинок — продуктів нанотехнологій, а також можливу негативну дію їх на організм людини і на зовнішнє середовище з метою попередження таких впливів [8].

Відомо, що в Україні склалася критична ситуація щодо поширення одного з найбільш розповсюджених токсикантів

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЛИЯНИЯ НАНОЧАСТИЦ СВИНЦА НА ЛИПИДЫ ПЕЧЕНИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ КРЫС

Алексийчук В.Д., Омельчук С.Т., Брюзгина Т.С.

Национальный медицинский университет им. А.А. Богомольца

В эксперименте на крысах изучено влияние частиц свинца размером 10 нм, 30 нм и 400 нм на жирнокислотный состав липидов печени экспериментальных крыс. Установлено, что при воздействии частиц свинца в течение 6 недель наиболее выраженные изменения липидного комплекса печени происходят при размере частиц 400 нм, в то время как при 12-недельном действии исследуемого фактора самый большой вред липидам печени наносят наночастицы размером 10 нм и 30 нм.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что изменения ЖК состава липидов печени экспериментальных крыс зависят от размеров наночастиц свинца и продолжительности их действия. Для выявления более четких закономерностей зависимости "доза — время — эффект" необходимо продолжить и расширить начатые исследования.

Ключевые слова: наночастицы свинца, липиды, печень, крысы.

© **Алексийчук В.Д., Омельчук С.Т., Брюзгина Т.С.**
СТАТТЯ, 2013.

з групи важких металів — свинцю. Особливо гостро дане питання постало після використання свинцю під час подолання наслідків аварії на Чорнобильській АЕС, в умовах, за яких можливість утворення його наночастинок була абсолютно реальною. Подальшу поведінку їх в оточуючому середовищі та біологічних об'єктах не вивчено й донині.

Таким чином, виправдано інтерес до вивчення особливості дії наночастинок свинцю на органи і системи організму тварин з метою попередження негативних впливів.

Відомо, що печінка відіграє ключову роль в обміні ліпідів в організмі людини і тварин, забезпечуючи інтенсивний біосинтез та перетворення основних груп ліпідів, у тому числі й жирних кислот (ЖК). Цей орган посідає одне з провідних місць у підтриманні оптимального рівня окремих фракцій ліпідів у крові та інших біорідинах. ЖК різних груп (насичені, ненасичені) відіграють окрему роль в обміні речовин як у клітинах, так і в організмі загалом [9].

Оскільки ЖК ліпідів є структурними компонентами мембран і водночас виступають основними субстратами процесу ліпідної пероксидації, то якісні й кількісні зміни цих показників можуть бути певним критерієм для оцінки інтенсивності прооксидантно-антиоксидантної рівноваги у тканинах організму [10].

Метою наших досліджень було вивчення особливості впливу наночастинок свинцю на ліпіди печінки експериментальних щурів методом газорідної хроматографії.

Матеріали та методи. Дослідження проводили на щурах-самцях лінії Вістар вагою 160-180 г. Утримувалися тва-

рини в умовах віварію на стандартизованому харчовому раціоні з вільним доступом до питної водогінної води.

Досліджувані препарати вводили внутрішньочеревно 5 разів на тиждень (моделювання робочого тижня) у концентраціях з розрахунку 1/100 ЛД₅₀ за свинцем для іонних форм, ЛД₅₀ нітрату свинцю становить 150 мг/кг. 1/100 ЛД₅₀ нітрату свинцю = 1,5 мг/кг, що становить 0,94 мг Pb/кг.

Колоїдні розчини наночастинок сульфідів свинцю готували так, щоб вони містили таку саму концентрацію катіону свинцю, як і розчини іонної форми (нітрат свинцю). До дистильованої води додавали однакову кількість нітрату свинцю, з якого потім готували наночастинок сульфідів свинцю у такій реакції:



У якості стабілізатора наночастинок застосовували поліфосфат натрію.

Відповідно отримали Pb з наночастинками 10 нм — колоїдний розчин PbS, стабілізований поліфосфатом натрію, який готувався за температури 4°C; Pb з наночастинками 30 нм — колоїдний розчин PbS, стабілізований поліфосфатом натрію, який готувався за температури 58°C, Pb з частинками 400 нм — розчин нітрату свинцю у дистильованій воді. Таким чином, вводилась однакова кількість

свинцю (0.94 мг/кг) в усіх трьох розчинах.

Тварин було розподілено на 6 груп. Контролем слугували інтактні щури.

Тваринам 1, 2 і 3 груп протягом 6 тижнів вводили колоїдний розчин Pb з наночастинками 10 нм (1 група), Pb з наночастинками 30 нм (2 група), Pb з частинками 400 нм (3 група).

Тваринам 4, 5 і 6 груп колоїдний розчин Pb вводили протягом 12 тижнів з розмірами частинок відповідно 10 нм, 30 нм та 400 нм.

Експеримент проводили відповідно до конвенції Ради Європи щодо захисту хребетних тварин, яких використовують у наукових цілях. Після закінчення періоду експозиції тварин знеживлювали під легким ефірним наркозом шляхом декапітації.

Матеріал для дослідження (печінка) забирали через 6 та 12 тижнів.

Порушення ліпідного метаболізму вивчали методом газорідної хроматографії [8]. У спектрі ліпідів було ідентифіковано 10 найбільш інформативних жирних кислот. Насичені жирні кислоти (НЖК) представлено C14:0 міристиновою, C15:0 пентадекановою, C16:0 пальмітиновою, C17:0 маргариновою, C18:0 стеариною. Ненасичені жирні кислоти (ННЖК) представлено C16:1 пальмітоолеїною, C18:1

Таблиця 1
Жирнокислотний склад ліпідів печінки експериментальних щурів (%), яким колоїдний розчин Pb вводили протягом 6 тижнів

Жирні кислоти	1 група	2 група	3 група	Контроль
C _{14:0} міристинова	0,6 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,5 ± 0,1	0,8 ± 0,1
C _{15:0} пентадеканова	0,2 ± 0,01	0,3 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1
C _{16:0} пальмітинова	20,2 ± 1,5	20,7 ± 1,6	18,6 ± 1,3*	20,3 ± 1,5
C _{16:1} пальмітоолеїнова	1,3 ± 0,3	1,5 ± 0,3	1,8 ± 0,3	1,3 ± 0,3
C _{17:0} маргаринова	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,05	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1
C _{18:0} стеаринова	9,6 ± 1,0	8,5 ± 0,8*	11,6 ± 1,0	10,6 ± 1,0
C _{18:1} олеїнова	10,2 ± 0,9	9,7 ± 0,9	7,5 ± 0,7*	11,7 ± 1,0
C _{18:2} лінолева	9,8 ± 1,0	10,9 ± 1,0	7,5 ± 0,7*	9,5 ± 0,9
C _{20:3} трієнова	0,8 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,8 ± 0,1
C _{20:4} арахідонова	47,1 ± 1,6*	47,1 ± 1,3*	52,7 ± 1,6*	44,6 ± 1,5
Σ НЖК (сума насичених ЖК)	30,8 ± 1,8	30,2 ± 2,0*	31,1 ± 1,6	32,1 ± 1,8
Σ ННЖК (сума ненасичених ЖК)	69,2 ± 1,8	69,8 ± 2,0*	68,9 ± 1,6	67,9 ± 1,8
Σ ПНЖК (сума поліненасичених ЖК)	57,7 ± 1,6*	58,6 ± 1,8*	59,6 ± 1,5*	54,9 ± 1,5

Примітка до таблиць 1 і 2: * — $p < 0,05$ порівняно з контролем.

RESEARCH OF THE PECULIARITIES OF LEAD NANOPARTICLES INFLUENCE ON THE EXPERIMENTAL RATS' LIVER LIPIDS LEVELS

Aleksijchuk V.D., Omelchuk S.T., Bryuzgina T.S.
National Bogomolets Medical University, Kyiv

During the experiment on the rats, the effect of 10 nm, 30 nm, 400 nm lead particles on fatty acid (FA) composition of liver lipids was made. It was found, that the most evident changes of liver lipid complex occur within 6 weeks with the particle size of 400 nm, while the most marked damage

of liver lipids levels is made by 10 nm and 30 nm nanoparticles over a period of a 12-week activity of the studied factor.

Hereby our studies suggest that changes of FA in liver lipid composition depend on the size of nanoparticles and duration of the effect. To identify the clearest patterns of dependence on "dose — time — effect", it is necessary to continue and expand started research.

Keywords: nanoparticles of lead, lipids, liver, rats.

олеїною, С18:2 лінолевою, С20:3 трієною, С20:4 арахідоною ЖК. З них ліолева, трієнова та арахідонова є поліненасиченими жирними кислотами (ПНЖК). Показники вмісту ЖК ідентифікували шляхом порівняння з часом утримання піків хроматографом стандартних зразків. Кількісну оцінку ЖК печінки щурів проводили методом нормування площин піків метильованих похідних ЖК і визначали їхній склад у відсотках. Отримані результати обробляли методом варіаційної статистики з використанням t-критерію Ст'юдента.

Результати дослідження та їх обговорення. Результати газохроматографічних досліджень наведено у таблицях 1 і 2.

Як бачимо з таблиці 1, зміни жирнокислотного складу ліпідів печінки експериментальних щурів різних груп суттєво відрізняються. Так, у тварин першої групи достовірні зміни ліпідного комплексу відбуваються лише за рахунок підвищення вмісту арахідонової ЖК з $44,6 \pm 1,5$ до $47,1 \pm 1,6$ ($p < 0,05$), що, у свою чергу, зумовлює збільшення суми поліненасичених жирних кислот з $54,9 \pm 1,5$ до $57,7 \pm 1,6$ ($p < 0,05$). У тварин другої групи достовірно знижується вміст стеаринової ЖК з $10,6 \pm 1,0$ до $8,5 \pm 0,8$ ($p < 0,05$) та підвищується вміст арахідонової кислоти з $44,6 \pm 1,5$ до $47,1 \pm 1,3$ ($p < 0,05$), що також обумовлює зростання суми ПНЖК з $54,9 \pm 1,5$ до $58,6 \pm 1,8$, ($p < 0,05$) за рахунок арахідонової ЖК.

У тварин 3 групи достовірні зміни жирнокислотного складу ліпідів печінки відбуваються за рахунок зниження вмісту пальмітинової ЖК на 8% ($p < 0,05$), олеїнової ЖК — на 36% ($p < 0,05$), лінолевої ЖК — на 21% ($p < 0,05$) і зростання на

18% ($p < 0,05$) вмісту арахідонової ЖК, що зумовлює достовірне зростання суми ПНЖК з $54,9 \pm 1,5$ до $59,6 \pm 1,5$ ($p < 0,05$).

Таким чином, результати проведених досліджень свідчать про те, що достовірні зміни жирнокислотного складу ліпідів печінки найбільш виражені у разі введення до організму щурів протягом 6 тижнів частинок розміром 400 нм.

Як бачимо з таблиці 2, зміни жирнокислотного складу ліпідів печінки експериментальних щурів 4 та 5 груп відбуваються за рахунок підвищення вмісту пальмітинової ЖК на 11% і 18% ($p < 0,05$) відповідно та олеїнової ЖК — на 31% і 16% ($p < 0,05$) відповідно, а також зниження вмісту арахідонової ЖК на 6% і 7% ($p < 0,05$) відповідно, що зумовило достовірне зниження суми ПНЖК.

У тварин 6 групи достовірні зміни жирнокислотного складу ліпідів печінки не виявлені. Таким чином, отримані у ході

дослідження результати дозволили нам зробити висновок про те, що достовірний вплив наночастинок свинцю на жирнокислотний склад ліпідів печінки експериментальних щурів, у разі надходження протягом 12 тижнів, характерний лише для частинок розміром 10 нм і 30 нм.

Висновок

Встановлено, що за дії частинок свинцю різних розмірів протягом 6 тижнів найбільш виражені зміни ліпідного комплексу печінки відбуваються при розмірі частинок 400 нм, у той час як за 12-тижневої дії досліджуваного чинника найбільшої шкоди ліпідам печінки завдають наночастинок розміром 10 нм і 30 нм.

Таким чином, проведені дослідження дозволяють зробити висновок про те, що зміни ЖК складу ліпідів печінки експериментальних щурів залежать від розмірів наночастинок свинцю та тривалості їх дії.

Таблиця 2
Жирнокислотний склад ліпідів печінки експериментальних щурів (%), яким колоїдний розчин Pb вводили протягом 12 тижнів

ЖК	4 група	5 група	6 група	Контроль
C _{14:0} міристинова	0,5 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,1
C _{15:0} пентодеканова	0,2 ± 0,05	0,3 ± 0,1	0,2 ± 0,05	0,2 ± 0,05
C _{16:0} пальмітинова	19,4 ± 1,3*	20,6 ± 1,5*	17,5 ± 1,0	17,4 ± 1,3
C _{16:1} пальмітоолеїнова	0,8 ± 0,1	1,3 ± 0,1	0,9 ± 0,1	0,6 ± 0,1
C _{17:0} маргарінова	0,2 ± 0,05	0,2 ± 0,05	0,2 ± 0,05	0,2 ± 0,05
C _{18:0} стеаринова	10,0 ± 1,0	9,7 ± 1,0	10,6 ± 1,0	10,7 ± 1,0
C _{18:1} олеїнова	7,2 ± 0,7*	6,4 ± 0,6*	5,7 ± 0,6	5,5 ± 0,6
C _{18:2} ліолева	10,9 ± 1,0	10,5 ± 1,0	10,8 ± 1,0	10,7 ± 1,0
C _{20:3} трієнова	0,7 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,7 ± 0,1
C _{20:4} арахідонова	50,1 ± 1,5*	49,6 ± 1,6*	53,0 ± 1,5	53,5 ± 1,5
Σ НЖК (сума насичених ЖК)	30,3 ± 2,0	31,4 ± 1,8	29,0 ± 1,8	29,0 ± 1,6
Σ ПНЖК (сума ненасичених ЖК)	69,7 ± 2,0	68,6 ± 1,8	71,0 ± 1,8	71,0 ± 1,6
Σ ПНЖК (сума поліненасичених ЖК)	61,7 ± 1,8*	60,9 ± 1,5*	64,4 ± 1,6	64,9 ± 1,3

ЛІТЕРАТУРА

1. Чекман І.С. Взаємодія наночастинок оксиду заліза з клітиною та компонентами біомембрани / І.С. Чекман, А.М. Дорошенко // Укр. мед. часопис. — 2012. — № 1. — С. 31-37.

2. Проданчук Н.Г. Нанотоксикология: состояние и перспективы исследования / Н.Г. Проданчук, Г.М. Балан // Современные пробл. токсикологии. — 2009. — № 3-4. — С. 4-5.

3. West J.L. Application of nanotechnology to biotechnology [Текст] / J.L. West, N.J. Halas // Current Opinion in Biotechnology. — 2000. — Vol. 11. — P. 215-217.

4. Bawa R. Nanoparticle-based therapeutics in humans: a survey [Текст] / R. Bawa // Nanotechnology Law & Business. — 2008. — Vol. 5, № 2. — P. 135-155.

5. Sahoo S.K. The present and future of nanotechnology in human health care [Текст] / S.K. Sahoo, S. Parveen, J.J. Panda // Nanomedicine. — 2007. — № 3. — P. 20-31.

6. Chen Po.C. Gold nanoparticles: from nanomedicine to nanosensing [Текст] / Po.C. Chen, S.C. Mwakwari, A.K. Oyelere // Nanotechnology, Science and Application. — 2008. — № 1. — P. 45-66.

7. Чекман І.С. Клініко-фармакологічні властивості наночастинок заліза / І.С. Чекман, А.М. Дорошенко // Укр. мед. часопис. — 2010. — № 3. — С. 44-50.

8. Чекман І.С. Наночастинки і властивості та перспективи застосування // Укр. біохімічний журнал. — 2009. — № 1. — С. 122-129.

9. Гарник Т.П. Жирнокислотний склад ліпідів печінки щурів при експериментальній інсулінорезистентності / Т.П. Гарник, І.В. Білоусова // Сучасна гастроентерологія. — 2007. — № 2. — С. 35-38.

10. Климов А.Н. Липиды, липопротеиды и атеросклероз / А.Н. Климов, Н.Г. Никульчева. — СПб: Питер, 1995. — 298 с.

Надійшла до редакції
22.02.2013.

OPTIMIZATION OF PHYSICAL TRAINING AT SECONDARY EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Polka N.S., Gozak S.V., Yelizarova Ye.T.

ОПТИМІЗАЦІЯ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ У ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

Р

озробка та впровадження здоров'язберігаючих технологій навчального процесу у загальноосвітніх навчальних закладах (ЗНЗ) є одним з пріоритетних завдань гігієни дітей та підлітків. На сучасному етапі розвитку суспільства процес виховання та навчання школярів супроводжується низкою негативних та позитивних чинників, корекція та балансування яких мають забезпечувати оптимальний розвиток дитини з повною реалізацією її природного потенціалу. Ріст та розвиток дитячого організму зумовлюється особливостями спадковості, харчування, соціуму тощо, але незаперечним є факт, що фізичне виховання (ФВ) є однією з провідних ланок цього процесу [1-4]. Наукові дослідження дають можливість стверджувати, що існуючий процес фізичного виховання дітей у ЗНЗ не повною мірою належить до здоров'язберігаючих технологій і потребує оптимізації [5-7], що знахо-

**ПОЛЬКА Н.С., ГОЗАК С.В.,
ЄЛИЗАРОВА О.Т.**

ДУ "Інститут гігієни та
медичної екології
ім. О.М. Марзеева АМНУ",
м. Київ

УДК 613.955:373.51

ОПТИМИЗАЦИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

Полька Н.С., Гозак С.В., Елизарова Е.Т.

ГУ "Институт гигиены и медицинской экологии
им. А.Н. Марзеева НАМН Украины", г. Киев

Цель исследования. Моделирование подходов к усовершенствованию существующей системы физического воспитания в общеобразовательных учебных заведениях.

Методы исследования. Гигиеническое обследование, гигиеническое наблюдение, клинические, статистические.

Результаты. На основании результатов трехлетней динамики формирования здоровья школьников под влиянием разных форм организации физического воспитания в школах, анализа данных литературы и экспертных оценок разработаны основные принципы здоровьесберегающего физического воспитания

в общеобразовательных учебных учреждениях, научные подходы к его усовершенствованию, а также модель общегосударственной системы здоровьесберегающей направленности физического воспитания в школах.

Установлено, что изолированное влияние физического воспитания на функциональные возможности кардиореспираторной системы составляет 36,5% общей дисперсии, на формирование осанки — 17,8%, на гармоничность физического развития — 14,9%, на вегетативную нервную систему — 8,8%.

Ключевые слова: физическое воспитание, здоровье, адапционно-резервные возможности, опорно-двигательный аппарат, общеобразовательные учебные учреждения, учащиеся младшего, среднего и старшего школьного возраста.

© Полька Н.С., Гозак С.В., Елизарова О.Т. СТАТТЯ, 2013.



№ 2 2013 ENVIRONMENT & HEALTH 12