

симальные напряжения возникают в месте приложения нагрузки и не превышают пределов прочности. Кроме того, напряженной является область на стыке имплантата, компактного и губчатого веществ, где возникает концентрация напряжений на поверхности соединения, вызванная резкой сменой жесткости сопрягаемых материалов.

3. При изменении угла приложения нагрузки в модели наблюдается возникновение локальной зоны концентрации напряжений. Удаляясь от зоны концентрации, следует резкое уменьшение напряжений. В зоне этих концентраторов возник-

ают местные напряжения, которые сопровождаются локальными пластическими деформациями (при высоких значениях напряжений). Исходя из этого, справедливо отметить следующее. Несмотря на то, что в некоторых вариантах максимальная нагрузка равна 17,5 Н, она может быть увеличена до 50 Н. Однако при выборе максимальной нагрузки следует помнить и о характеристиках костной ткани.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Галлагер Р. Метод конечных элементов. Основы / Р. Галлагер ; пер. с англ. – М. : Мир, 1984. – 428 с.
2. Сухин Ю. В. Метод лечения повторяющегося вывиха плеча у людей

с высоким операционным риском / Ю. В. Сухин, В. А. Логай, В. П. Сухин // Літопис травматології та ортопедії. – 2013. – № 3/4. – С. 41–42

3. Сухарев М. Ф. Изучение биомеханического взаимодействия имплантатов и кости методом математического моделирования / М. Ф. Сухарев, А. В. Бобров // Клиническая имплантология и стоматология. – 1997. – № 2. – С. 34–37.

4. Дашенко А. Ф. ANSYS в задачах инженерной механики / А. Ф. Дашенко, Д. В. Лазарева, Н. Г. Сурьянинов ; под ред. Н. Г. Сурьянинова. – Одесса : Астропринт, 2007. – 484 с.

5. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов / Л. Сегерлинд. – М. : Мир, 1979. – 392 с.

Поступила 12.10.2015

Рецензент д-р мед. наук,  
проф. В. В. Сердюк

УДК 616.717.41-089.28

Ю. В. Сухин, В. А. Логай, П. В. Данилов, Д. В. Лазарева  
АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ ПРИ НАГРУЗКЕ НА АНКЕРНЫЙ ФИКСАТОР, ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ ДЛЯ ПОДВЕШИВАНИЯ ПЛЕЧА К АКРОМИОНУ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ПРИВЫЧНОГО ВЫВИХА ПЛЕЧА

В статье освещены результаты эксперимента, которые являются основным этапом в предложенной оригинальной методике лечения повторяющегося вывиха плеча. Прочность фиксации анкерного винта в головке плечевой кости — основная характеристика надежности разработанного метода лечения привычного вывиха плеча. Данный метод лечения позволяет минимизировать объем оперативного вмешательства, уменьшить операционный риск и полностью избежать рецидивов вывиха в дальнейшем.

**Ключевые слова:** привычный вывих плеча, малоинвазивное оперативное лечение, прочность фиксации анкерного винта.

UDC 616.717.41-089.28

Yu. V. Sukhin, V. A. Logay, P. V. Danilov, D. V. Lazareva  
ANALYSIS OF TENSE-DEFORMED CONDITION OF HUMERUS BY THE LOAD ON THE ANCHOR LATCH USED FOR THE HANGING THE SHOULDER TO THE ACROMION FOR TREATING RECURRENT SHOULDER DISLOCATION

The article highlights the results of the experiment, which is a major step in the proposed original method of recurrent shoulder dislocation treatment. The strength of the anchor screw fixation in the humerus head is the main characteristic of the reliability of curing recurrent shoulder dislocation. This method of treatment allows to minimize volume of operation, to reduce operational risk and to avoid of recurrence of dislocation in the future.

**Key words:** recurrent shoulder dislocation, minimally invasive surgery, the strength of fixing the anchor screws.

УДК 614.777:661.185.6]-099-092.4/9

В. В. Бабієнко, д-р мед. наук, проф.,  
І. В. Сахарова,  
Л. І. Данильченко, канд. мед. наук

## ВИВЧЕННЯ КУМУЛЯТИВНОЇ ТА ШКІРНО-РЕЗОРБТИВНОЇ ДІЇ АЗОТОВМІСНИХ ДЕТЕРГЕНТІВ В УМОВАХ ПІДГОСТРОГО ДОСЛІДУ

Одеський національний медичний університет

### Вступ

В умовах науково-технічного прогресу великого економічного і соціального значення набувають охорона навколишнього середовища і раціональне використання природних ре-

сурсів. Інтенсивна діяльність людини на сучасному етапі розвитку науки, технології та техніки призвела до появи в біосфері нових хімічних речовин. Група поверхнево-активних речовин (ПАР) — детергентів у складі фенольної основи

Манніха (ФОМ 9) та її оксигетильованих похідних неонолів ФОМ 9–4; ФОМ 9–12; ФОМ 9–20 належить до поширених забруднювачів водоймищ, у тому числі джерел водопостачання населення. Це пов'язано з широким використанням цих ре-

човин у багатьох галузях народного господарства як основи промислового випуску миючих засобів, емульгаторів, антикорозійних і бактерицидних препаратів тощо.

Актуальність вивчення механізмів біологічної дії даних речовин також зумовлена необхідністю розв'язання важливих наукових проблем, пов'язаних з недостатньою глибиною оцінки біологічної активності та відсутністю наукової інформації щодо тонких механізмів реалізації біологічної дії тих груп детергентів, які широко використовуються різними галузями народного господарства. Крім того, актуальність вивчення механізмів біологічної дії азотовмісних детергентів пов'язана з науковим обґрунтуванням заходів з охорони об'єктів навколишнього середовища, зокрема поверхневих джерел, що забруднюються стічними водами промислових підприємств, які використовують в технологічних процесах нонілбензоли [1]. Саме урахування механізмів біологічної дії цих речовин є підставою для надійної регламентації та обґрунтування заходів з охорони довкілля, а також здоров'я населення.

#### Матеріали та методи дослідження

У дослідах використовували 128 білих щурів ( $m=180-220$  г), 128 білих мишей ( $m=18-25$  г) та 32 морські свинки ( $m=350-400$  г).

Кумулятивні властивості азотовмісних ПАР були вивчені на білих щурах. Протягом 30 днів тваринам масою 180–220 г перорально вводили речовини з розрахунку 1/10, 1/100, 1/1000 ЛД<sub>50</sub>, що становило для ФОМ 9 52,0; 5,2; 0,52 мг/кг; неололу ФОМ 9–4 — 104,0; 10,4; 1,04 мг/кг; неололу ФОМ 9–12 — 116,0; 11,6; 1,16 мг/кг і неололу ФОМ 9–20 — 202,0; 20,2; 2,02 мг/кг маси тварини відповідно.

Кумулятивні властивості сполук вивчали також за тестом «субхронічної токсичності» за

R. K. Lim et al. [6]. У процесі проведення досліду перші чотири дні тварини отримували по 0,1 ЛД<sub>50</sub>, наступні чотири — по 0,15; з 9-го по 12-й день — 0,22; з 13-го по 16-й день — 0,34; з 17-го по 20-й день — 0,5; з 21-го по 24-й день — по 0,75 ЛД<sub>50</sub>.

Шкірно-резорбтивну дію вивчали за допомогою методу біохемілюмінесценції (БХЛ).

#### Результати дослідження та їх обговорення

Розрахунок коефіцієнта кумуляції (Кк) проводили за Ю. С. Каганом і В. В. Станкевичем:

$$K_k = \frac{LD_{50} \text{ (сумарна при повторному введенні)}}{LD_{50} \text{ (при однократному введенні)}}$$

Оцінку кумулятивних властивостей здійснювали за шкалою, запропонованою Л. І. Медведем і співавт. Коефіцієнти кумуляції за R. K. Lim et al. були визначені у таких межах: ФОМ 9 — 3,15; неолол ФОМ 9–4 — 3,65; неолол ФОМ 9–12 — 5,43; неолол ФОМ 9–20 — 7,16.

З використанням результатів гострого та підгострого експериментів за формулою Г. Н. Красовського було розраховано також

$$K_k = D_k \cdot 50LD_{50} \cdot a \cdot n,$$

де  $D_k$  — сумарна доза, отримана усіма тваринами протягом досліду (що загинули й вижили), г/кг;

$a$  — відсоток тварин, що загинули;

$n$  — кількість тварин у групі.

Результати дослідів дозволили розрахувати Кк для досліджуваних сполук на таких рівнях (рис. 1).

Відповідно до шкали Л. І. Медведя,  $K_k > 5$  свідчить про слабо виражені кумулятивні властивості. Як видно з наведеного рис. 1, азотовмісні ПАР ФОМ 9 та неолол ФОМ 9–4 слід зарахувати до сполук із вираженими кумулятивними властивостями, тичмасом як неолол ФОМ 9–12 та неолол ФОМ 9–20 — до слабо кумулятивних.

У зв'язку з різноманітним характером місцевої дії речовин при використанні води в різних галузях народного господарства нами було вивчено вплив азотовмісних ПАР на шкіру та слизові оболонки експериментальних тварин. Досліди проводили на морських свинках світлої масті. Досліджувані речовини кількістю 1–2 краплі вносили у чистому вигляді в кон'юнктивальний мішок правого ока тварини (ліве око було контрольним). Стан ока контролювали через 1, 24, 48 та 72 год після внесення речовини. Обстеження проводилося візуально з боковим освітленням лампи. Реакцію оцінювали в балах: 0 — видима реакція відсутня; 1 — легке почервоніння кон'юнктиви; 2 — почервоніння кон'юнктиви й склери частково в напрямку до рогівки; 3 — різке почервоніння кон'юнктиви й усїєї склери, гнійний офтальміт. Окремо враховували реакції рогівки, радужної оболонки та кон'юнктиви, звертаючи при цьому увагу на ступінь гіперемії, набряку кон'юнктиви (за чотири- і п'ятибальною системою), стан судин склери та рогівки, прозорість рогівки, її ушкодження (за п'ятибальною системою), наявність крововиливів і деструкції (за трибальною системою). Результати підсумовували і робили висновок

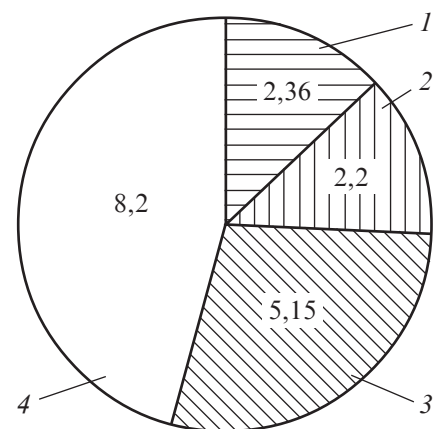


Рис. 1. Коефіцієнти кумуляції азотовмісних поверхнево-активних речовин: 1 — ФОМ 9; 2 — неолол ФОМ 9–4; 3 — неолол ФОМ 9–12; 4 — неолол ФОМ 9–20

## Оцінка вираженості подразливих властивостей речовин при одноразовій аплікації

Вираженість подразливої дії	Середній сумарний бал вираженості еритеми й величини набряку	Клас
Відсутність	0	0
Слабка	0,1–2,0	1
Помірна	2,1–4,0	2
Виражена	4,1–6,0	3
Різка виражена	6,1–8,0	4
Надзвичайно сильна (некротична) при нанесенні: нерозбавленої речовини	Розвивається некроз	5
50 % розчину	Розвивається некроз	6
25 % розчину	Розвивається некроз	7
10 % розчину	Розвивається некроз	8
5 % розчину	Розвивається некроз	9
розчинів менше 5 %	Розвивається некроз	10

про ступінь і природу ураження ока при дії на нього досліджуваної сполуки.

Було виявлено, що азотовмісні ПАР характеризуються вираженою дією на слизові оболонки, причому ефект більшою мірою був вираженим під впливом ФОМ 9, меншою — неонолу ФОМ 9–20. Почервоніння кон'юнктиви, склери, набряк слизових оболонок, розширення судин, гнійні виділення минали через 8–16 діб. Відповідно до класифікації «Оцінка вираженості подразливих властивостей речовин при одноразовій аплікації», розробленій І. В. Саноцьким і А. А. Каспаровим, це відповідає трьом балам. Розведення 1 : 500 подразнення не викликає. ФОМ 9 призводить до деформації очної щілини, що відповідає чотирьом балам. Вивчення шкірно-подразнювальної дії (табл. 1) показало, що ці властивості більшою мірою притаманні ФОМ 9, неонолу ФОМ 9–4 і меншою мірою — неонолам ФОМ 9–12 та ФОМ 9–20.

Шкірно-резорбтивну дію вивчали за допомогою методу БХЛ. Нашкірні аплікації випробовуваних речовин при чотиригодинній їх експозиції приводили до збільшення надслабкого світіння крові, що вказувало на можливість ПАР проникати через неушкоджену шкіру. Клінічно про наявність резорбтивної дії можна було судити при нашкірних аплікаціях ФОМ і більшою мірою — під впливом ФОМ 9 за проявом симптомів інтоксикації. Тварини ставали млявими, загальмованими, шкірні покриви були ціанотичними, шерсть наїжачувалася, дихання набувало переривчастого характеру. Загибелі тварин, однак, не спостерігалося. Слід зазначити, що інтенсивність світіння крові при нашкірних аплікаціях спостерігалася вже збільшеною через 1 год від моменту постановки досліду. Це вказує на стимуляцію перекисного окиснення ліпідів, нагромадження вільних радикалів і, насамкінець, про вплив безпо-

середньо на клітинні мембрани та їх ушкодження.

## Висновки

1. У підгострому досліді при пероральному впливі досліджуваної речовини здатні пригнічувати гуморальний і клітинний імунітет, змінювати імунобіологічну реактивність організму.

2. Основні патогенетичні ланки механізму біологічної дії полягають у стимулюванні азотовмісними детергентами процесів вільнорадикального перекисного окиснення ліпідів, виснаженні антиоксидантної системи, порушенні структурно-функціональних одиниць нейрогуморальної регуляції внутрішньоклітинного метаболізму, біоенергетики, біосинтетичних процесів і окисного фосфорилування в організмі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Биологическая активность детергентов — производных нонилбензолов в связи с проблемой охраны водных объектов* / В. И. Жуков, С. А. Стеценко, В. И. Пивень [и др.]. — Белгород : Белвитамины, 2000. — 237 с.
2. *Гідроекологічний дослідницький моніторинг басейну Нижнього Дністра* / Н. В. Ковальова, В. І. Медінець, О. П. Конарева [та ін.] // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія Біологія. — 2010. — № 3 (44). — С. 113–116.

3. *Жуков В. И.* Медико-биологические аспекты проблемы охраны водных объектов от загрязнения поверхностно-активными веществами / В. И. Жуков, Р. И. Кратенко, Ю. К. Резуненко [и др.]. — Харьков : Торнадо, 2000. — 394 с.

4. *Леоненко О. Б.* Сучасні уявлення про механізм гомеостатичної реакції за участю біотрансформації і детоксикації хімічних речовин, вільнорадикального окислення, імунної та антиоксидантної систем організму / О. Б. Леоненко, В. А. Стежка // Гігієнічна наука та практика на рубежі століть : матер. 14-го з'їзду гігієністів України. — Дніпропетровськ : АРТ-ПРЕС, 2004. — Т. II. — С. 176–178.

5. *Мудрий І. В.* Токсиколого-гігієнічна оцінка синтетичних поверхнево-активних речовин (огляд літератури) / І. В. Мудрий // Современные проблемы токсикологии. — 2001. — № 3. — С. 55–60.

6. *Ostroumov S. A.* Biological Effects of Surfactants / S. A. Ostroumov; ed. Taylor & Francis. — Boca Raton ; London ; New York : CRC Press, 2006. — 279 p.

7. *Вайтнер Е. В.* Загрязнение природных водных объектов синтетическими поверхностно-активными веществами / Е. В. Вайтнер // Научные труды 2-й отчетной конференции молодых ученых ГОУ УГТУ-УПИ : сб. статей. — Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2002. — С. 129–131.

8. *Laha S.* Surfactant-soil interactions during surfactant-amended remediation of contaminated soils by hydrophobic organic compounds: a review / S. Laha, B. Tansel, A. Ussawarujikulchai // J. Environ. Manage. — 2009. — Vol. 90, N 1. — P. 95–100.

Надійшла 15.10.2015

Рецензент канд. мед. наук,  
доц. Ю. М. Ворохта

У статті розглянуті аспекти біологічної дії азотовмісних детергентів в умовах підгострого дослідження. Визначені параметри токсичності, видової специфічності, охарактеризована клінічна картина отруєння. Установлено, що ці сполуки належать до помірно токсичних і здатні чинити шкідливий вплив на санітарно-токсикологічні показники, що за певних обставин може призвести до порушення водокопистування та погіршення здоров'я населення.

**Ключові слова:** азотовмісні детергенти, біологічна дія, джерела водопостачання, здоров'я.

The article describes the biological effect of the nitrogen-containing surfactants' impact. The options of toxicity, species-specific were determined, the clinical picture of poisoning were described. The results of the researches showed that these substances were moderately toxic and they may provoke the adverse effect for the sanitary-toxic indicators which can cause damage to water supply and health status.

**Key words:** surfactants, biological effect, water supply, health.

УДК 547.495.9:615.225:661.982

С. В. Горбачова, канд. біол. наук, доц.,

І. Ф. Бленічев, д-р біол. наук, проф.

## МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ПЕРЕРИВАННЯ NO-ЗАЛЕЖНИХ ШЛЯХІВ НЕЙРОДЕСТРУКЦІЇ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ІНГІБІТОРІВ NO-СИНТАЗИ РІЗНОЇ СЕЛЕКТИВНОСТІ В УМОВАХ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ПОРУШЕННЯ МОЗКОВОГО КРОВООБІГУ

*Запорізький державний медичний університет*

### Вступ

Церебральна ішемія викликає складний комплекс біохімічних і молекулярних механізмів, що погіршує неврологічні функції через роз'єднання фізіологічних процесів і порушення цілісності нейронів. Вони опосередковуються ексайтотоксичною глутаматергічною сигналізацією, іонним дисбалансом, розвитком вільнорадикальних реакцій. Крім того, запальні реакції, ініційовані на судинно-нервовий інтерфейс, і зміни в динамічному зв'язку між ендотеліальними клітинами, астроцитами і нейронами вносять істотний вклад в патогенез церебрального інсульту. Формування окисного стресу, який є неминучим супутником ішемії нервової тканини, нерозривно пов'язане із запаленням. При цьому формується замкнуте «хвиль-

не» коло — запалення призводить до активації чутливих до окисно-відновного потенціалу шляхів трансдукції сигналів, що підсилює окиснювальний стрес [1].

Істотна роль у механізмах загибелі нейронів при розвитку глутамат-кальцієвого каскаду належить NO-опосередкованим механізмам. Відкриття NMDA-рецепторів, яке відбувається на тлі токсичних концентрацій глутамату, викликає потік іонів кальцію всередину клітин. Це, в свою чергу, спричиняє активацію кальцій-залежної ізоформи NO-синтази і посилене утворення оксиду азоту, який бере участь в ушкодженні нейронів. Його токсична дія пов'язана з порушенням мітохондріального окисного фосфорилування та метаболізму рибонуклеотидредуктази, утворенням високотоксичного пероксинітриду, який

блокує низку нейрональних рецепторів, інактивує супероксиддисмутазу (СОД) і викликає посилення вільнорадикального окиснення. Механізм токсичності NO включає також ковалентну модифікацію білків при взаємодії з їх тіоловими групами, а також безпосереднє ушкодження ДНК [2].

Сьогодні відомі три ізоформи NO-синтази: ендотеліальна (eNOS), нейрональна (nNOS) і індукцйбельна (iNOS). Перші дві є конститутивним, активність яких залежить від концентрації іонів  $Ca^{2+}$ , індукція останньої відбувається після активації гліальних клітин, макрофагів, клітин ендотелію ендотоксинами і цитокінами. Одноразовий запуск експресії цієї ізоформи NO-синтази приводить до синтезу NO протягом тривалого часу, її активність не залежить від внутрішньоклітинного рівня  $Ca^{2+}$