

DOI: 10.26693/jmbs04.04.211

УДК 340.6:[616/127:616.5]-091.1-91.8

Коновал Н. С.

### СТРУКТУРНО-БІОХІМІЧНІ ЗМІНИ ТКАНИНИ МІЖРЕБЕРНИХ М'ЯЗІВ ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ В СУДОВО-МЕДИЧНІЙ ДІАГНОСТИЦІ ДАВНОСТІ НАСТАННЯ СМЕРТІ

Харківський національний медичний університет МОЗ України

n.konoval89@gmail.com

За результатами вивчення м'язової тканини міжреберних м'язів в ранньому постмортальному періоді (ПМП, 3-13 годин) у 30 трупів людей отримані абсолютні і відносні показники вмісту глікогену, кислої фосфатази, лактата, лактатдегідрогенази, ліпофусцина і холіноестерази. Доведено, що в ранньому постмортальному періоді відбуваються відповідні біохімічні і біофізичні зміни м'язової тканини, серед яких найбільш показові: зменшення вмісту глікогену і зростання вмісту лактатдегідрогенази, а також ліпофусцину. Для усіх шести біохімічних маркерів отримані репрезентативні абсолютні і відносні показники їх постмортального вмісту в м'язовій тканині міжреберних м'язів і залежно від давності настання смерті. Встановлено, що рівень вмісту глікогену в аналізованих часових інтервалах варіював від  $(7,821 \pm 0,0649)$  мг/г через 3 години після настання смерті до  $(3,204 \pm 0,030)$  мг/г через 13 годин, достовірно ( $p < 0,001$ ) відрізняючись кожні 2 години постмортального періоду. Показовою виявлена динаміка вмісту лактату, яка характеризувалася прогресивним ( $p < 0,01$ ) зростанням до 9 годин з моменту настання смерті (з  $(6,847 \pm 0,042)$  ммоль/г в 3 години до  $(12,960 \pm 0,085)$  ммоль/г в 9 годин). Рівень вмісту ліпофусцину в аналізовані тимчасові інтервали також прогресивно збільшувався: від  $(2,258 \pm 0,031)$  ед/г – через 3 часа, до  $(5,589 \pm 0,030)$  ед/г – через 13 годин, достовірно ( $p < 0,001$ ) відрізняючись кожних 2 години постмортального періоду.

У системному взаємозв'язку вивчені парні кореляційні показники між біохімічними і біофізичними маркерами стану тканини міжреберних м'язів і визначені відповідні коефіцієнти системоутворення

по шести часових інтервалах раннього постмортального періоду, що у свою чергу дозволило обґрунтувати критеріально значимі з них для підвищення точності діагностики давності настання смерті.

**Ключові слова:** м'язова тканина, структурно-біохімічні маркери, постмортальний період, давність настання смерті, діагностика, судова медицина.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження виконано у межах НДР Харківського національного медичного університету МОЗ України (ректор – член-кореспондент НАМН України, проф. В. М. Лісовий), зокрема – кафедри судової медицини, медичного правознавства ім. Заслуженого професора М. С. Бокаріуса (зав. каф. - проф. В. О. Ольховський) «Судово-медичне обґрунтування морфо-клінічних критеріїв для експертної оцінки тілесних ушкоджень, визначення давності та причини смерті», № державної реєстрації 0115U000229, є фрагментом наукової кваліфікаційної роботи автора.

**Вступ.** Розвиток технологій у галузі сучасної судово-медичної діагностики, патоморфології, біохімії та медицини спонукає науковців до розробки інформативних постмортальних критеріїв визначення давності настання смерті (ДНС) та до вирішення нагальних питань практичної діяльності лікарів судово-медичних експертів (СМЕ). Однак, переважна більшість запропонованих сучасних методів дослідження викликають складнощі впровадження їх у щоденну практику, частіше за все через проблеми матеріального-технічного забезпечення судово-медичних експертиз [1, 2]. Сучасна практика і тактика судово-медичної діагностики

потребує наукового обґрунтування доступних, мінімально вартісних та інформативних діагностичних критеріїв для оцінки ДНС, насамперед у ранньому постмортальному періоді (ПМП), що визначається потребою підвищення точності та може бути реалізовано за рахунок об'єктивізації структурно-біохімічних змін різних органів та тканин організму людини [3, 4, 5]. Зокрема, зацікавленість науковців та практиків від СМЕ привертають структурно-біохімічні зміни м'язової тканини (МТ) різного морфологічного типу [6, 7]. Відомі способи діагностики ДНС базуються на реєстрації наявного окочення тіла, появи трупних плям та деяких інших діагностичних ознак [8, 9, 10]. Однак, використання перелічених критеріїв діагностики ДНС в більшості випадків не здатні з високою вірогідністю і точністю формувати судово-медичні висновки щодо ДНС. Водночас, недостатньо вивченими залишаються часові закономірності змін біохімічних (БХМ) та біофізичних (БФМ) маркерів стану МТ в перші години після настання смерті [11].

Систематизоване вивчення постмортальних структурно-біохімічних змін МТ міжреберних м'язів з позицій СМЕ ДНС не проводилися, що і визначило мету даного дослідження.

**Мета дослідження** полягала у вивченні структурно-біохімічних змін тканини міжреберних м'язів в ранньому постмортальному періоді.

**Матеріал та методи дослідження.** Досліджено м'язову тканину (МТ) міжреберних м'язів у ранньому постмортальному періоді (3-13 годин) після настання смерті у 30 трупів людей.

Робота була проведена відповідно до вимог «Інструкції про проведення судово-медичної експертизи» (наказ МОЗ України №6 від 17.01.1995), відповідно до вимог і норм, типовим положенням з питань етики МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р., «Порядку вилучення біологічних об'єктів від померлих, тіла яких підлягають судово-медичній експертизі і патологоанатомічному дослідженню, для наукових цілей» (2018).

Визначали шість біохімічних маркерів у гомогенатах міжреберних м'язів (ГМР): БХМ<sub>1</sub> - вміст глікогену, БХМ<sub>2</sub> - кислоти фосфатази, БХМ<sub>3</sub> - лактату, БХМ<sub>4</sub> - лактатдегідрогенази, БХМ<sub>5</sub> - ліпофусцину, БХМ<sub>6</sub> - холінестерази. Збір МТ виконано з використанням спеціального інструментарію, підготовку гомогенатів МТ – за стандартною за методикою [5] з подальшим визначенням в гомогенатах МТ вмісту БХМ кінетичним методом, для чого використано тест-систему «СпайнЛаб» (Україна), «DAS-SpectroMed» та «Vital Development» (Росія) на біохімічному аналізаторі «Labline-80» (Австрія); при визначенні вмісту ліпофусцину – застосовано методику Волчегорського І.А. Цитологічне дослідження препаратів МТ міжреберних м'язів, а також фотографування проведено на мікроскопі AxioStar (Zeiss, ФРГ). Вимірювання оптичної щільності ядер і цитоплазми клітин в умовних одиницях оптичної щільності виконували із використанням програми «ВидеоТест» (Росія). При статистичному аналізі результатів застосовано традиційні показники варіаційної статистики (середнє значення, середні похибки середніх значень вмісту БХМ та розраховано односторонній критерій Ст'юдента), оцінювалася нормальність розподілу, достовірні відмінності середніх показників вважали при  $p \leq 0,05$ . Кількісні закономірності зміни оптичної щільності ядер цитоплазми відображено побудовою поліномів з використанням методу найменших квадратів [7].

**Результати дослідження та їх обговорення.** Рівень вмісту глікогену у ГМР в аналізовані часові інтервали значно коливався: від  $(7,821 \pm 0,0649)$  мг/г - через 3 год після настання смерті до  $(3,204 \pm 0,030)$  мг/г – через 13 год після настання смерті, достовірно ( $p < 0,001$ ) відрізняючись в різні часові інтервали раннього ПМП. Слід зазначити, що варіативність абсолютного показника вмісту глікогену у ранньому ПМП по усім часовим інтервалам знаходилось у межах до 10%, що характеризується як низький рівень варіативності ознаки.

Так (табл. 1), вже через 5 год після настання смерті – має місце достовірне ( $p < 0,01$ ) зниження вмісту глікогену у ГМР – до  $(7,071 \pm 0,097)$  мг/г, через 7 год – повторне достовірне ( $p < 0,01$ ) його зниження – до  $(6,172 \pm 0,073)$  мг/г. В наступних часових інтервалах також зареєстровано подальше зменшення абсолютного вмісту глікогену в ГМР (9 год – до  $(5,365 \pm 0,046)$  мг/г, 11 год – до  $(4,229 \pm 0,025)$  мг/г та в 13 год – до  $(3,204 \pm 0,030)$  мг/г. Тобто рівень вмісту глікогену у ГМР зі зростанням термінів ДНС – постійно та прогресивно зменшувався.

Рівень вмісту кислоти фосфатази у ГМР в аналізовані часові інтервали значно коливався від  $(3,216 \pm 0,033)$  од/г - через 9 год після настання смерті до  $(2,409 \pm 0,027)$  од/г – через 3 год після настання смерті, достовірно ( $p < 0,001$ ) відрізняючись в різні часові інтервали раннього ПМП. Слід зазначити, що коливання абсолютного показника вмісту кислоти фосфатази характеризувалось зростанням у часових інтервалах 3÷9 годин.

Так (табл. 1), вже через 5 год після настання смерті – мало місце достовірне ( $p < 0,01$ ) зростання її вмісту – до  $(2,662 \pm 0,028)$  од/г, через 7 год – повторне достовірне ( $p < 0,01$ ) його зростання – до  $(3,083 \pm 0,041)$  од/г та, сягнувши максимуму через 9 год, в наступні часові інтервали вміст кислоти фосфатази зменшувався. Тобто рівень вмісту кислоти фосфатази у ГМР не лінійно залежав від термінів ДНС (рис. 1).

Так (табл. 1), вже через 5 год після настання смерті – мало місце достовірне ( $p < 0,01$ ) зростання її вмісту – до  $(2,662 \pm 0,028)$  од/г, через 7 год – повторне достовірне ( $p < 0,01$ ) його зростання – до  $(3,083 \pm 0,041)$  од/г та, сягнувши максимуму через 9 год, в наступні часові інтервали вміст кислоти фосфатази зменшувався. Тобто рівень вмісту кислоти фосфатази у ГМР не лінійно залежав від термінів ДНС (рис. 1).

Досить показовим виявляється динаміка вмісту лактату у ГМР, що характеризувався прогресивним ( $p < 0,01$ ) зростанням в період до 9 год з моменту настання смерті (з  $6,847 \pm 0,042$ ) ммоль/г в 3 год до  $12,960 \pm 0,085$  ммоль/г – в 9 год, після чого поступово знижувався, сягнувши рівня  $9,088 \pm 0,081$  ммоль/г до 13 год після настання смерті.

Вміст у ГМР лактатдегідрогенази (ЛДГ) в аналізовані часові інтервали коливався – від  $493,0 \pm 3,0$  од/г – через 3 год після настання смерті до  $235,0 \pm 3,4$  од/г – через 13 год після настання смерті, достовірно ( $p < 0,001$ ) відрізняючись в різні часові інтервали РПП. Слід зазначити, що коливання абсолютного показника вмісту ЛДГ по часовим інтервалам характеризувалось постійним зменшенням (табл. 1), вже через 5 год після настання смерті – до  $397,2 \pm 2,7$  од/г, через 7 год – повторне достовірне ( $p < 0,01$ ) його зменшення – до  $353,5 \pm 3,5$  од/г, та різне зменшення вмісту ЛДГ до  $299,2 \pm 4,7$  од/г у часовому інтервалі 11 год після смерті.

**Таблиця 1** – Рівні вмісту біохімічних індикаторів стану міжреберних м'язів у ранньому постмортальному періоді, залежно від давності настання смерті

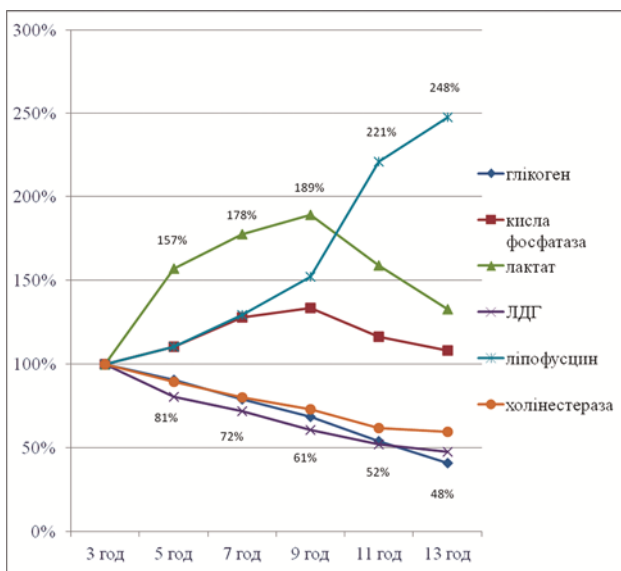
Біохімічні індикатори	Постмортальні часові інтервали (години)					
	3 год	5 год	7 год	9 год	11 год	13 год
БХМ <sub>1</sub> - вміст глікогену, мг/г	$7,821 \pm 0,064$	$7,071 \pm 0,097^a$	$6,172 \pm 0,073^{a, б}$	$5,365 \pm 0,046^{a, б}$	$4,229 \pm 0,025^{a, б}$	$3,204 \pm 0,03^{a, б}$
БХМ <sub>2</sub> - вміст кислоти фосфатази, од/г	$2,409 \pm 0,027$	$2,662 \pm 0,028^a$	$3,083 \pm 0,041^{a, б}$	$3,216 \pm 0,033^{a, б}$	$2,797 \pm 0,046^{a, б}$	$2,601 \pm 0,029^{a, б}$
БХМ <sub>3</sub> - вміст лактату, ммоль/г	$6,847 \pm 0,042$	$10,751 \pm 0,075^a$	$12,155 \pm 0,088^{a, б}$	$12,960 \pm 0,085^{a, б}$	$10,881 \pm 0,11^{a, б}$	$9,088 \pm 0,081^{a, б}$
БХМ <sub>4</sub> - вміст лактат-дегідрогенази, од/г	$493,0 \pm 3,0$	$397,2 \pm 2,7^a$	$353,5 \pm 3,5^{a, б}$	$299,2 \pm 4,7^{a, б}$	$256,8 \pm 3,6^{a, б}$	$235,0 \pm 3,4^{a, б}$
БХМ <sub>5</sub> - вміст ліпофусцину, од/г	$2,258 \pm 0,031$	$2,489 \pm 0,046^a$	$2,924 \pm 0,038^{a, б}$	$3,439 \pm 0,03^{a, б}$	$4,990 \pm 0,046^{a, б}$	$5,589 \pm 0,03^{a, б}$
БХМ <sub>6</sub> - вміст холінестерази, од/г	$883,5 \pm 6,2$	$790,4 \pm 7,3^a$	$707,6 \pm 10,2^{a, б}$	$645,9 \pm 5,^{a, б}$	$544,9 \pm 5,1^{a, б}$	$525,3 \pm 5,3^{a, б}$

**Примітки:** <sup>a</sup> – достовірні відмінності з попереднім інтервалом на рівні  $p < 0,05$ ; <sup>б</sup> – достовірні відмінності з першим часовим інтервалом на рівні  $p < 0,01$ ; ГМР – гомогенат міжреберних м'язів.

Рівень вмісту ліпофусцину у ГМР в аналізовані часові інтервали раннього ПМП прогресивно зростає, від  $2,258 \pm 0,031$  од/г - через 3 год після настання смерті до  $5,589 \pm 0,030$  од/г – через 13 год після настання смерті, достовірно ( $p < 0,001$ ) відрізняючись в різні часові інтервали РПП. Коефіцієнт варіації вмісту ліпофусцину у ГМР по часовим інтервалам знаходилось у межах до 10,0%, що характеризує низький рівень варіативності ознаки.

Рівень вмісту холінестерази у ГМР коливався у межах від  $883,5 \pm 6,2$  од/г - через 3 год після настання смерті до  $525,3 \pm 5,3$  мг/г – через 13 год після настання смерті, достовірно ( $p < 0,001$ ) відрізняючись в різні часові інтервали РПП та характеризувався низьким рівнем коефіцієнту варіації.

Аналіз стандартизованих показників БХМ (рис. 1) виявив, що найбільш значимою є динаміка змін вмісту в ГМР глікогену, лактату та ліпофусцину. Так, у перші три години після настання смерті – вміст лактату зростає на 57,0%, вміст лактатдегідрогенази зменшується на 19,0% та, в подальшому – до 9 год після настання смерті ці два БХМ продовжують відповідну закономірність. Однак, після 9 год з моменту настання смерті, поряд з подальшим зменшенням вмісту ЛДГ на 48,0%, зростає вміст глікогену (практично вдвічі). Отже, в терміни до 9 год з моменту настання смерті діагностично значимим є визначення співвідношення лактат/ЛДГ, а після 9 годин – глікоген/ЛДГ.



**Рис. 1.** Динаміка вмісту біохімічних маркерів стану тканини міжреберних м'язів у ранньому постмортальному періоді, залежно від давності настання смерті (показники стандартизовані значенням відповідного БХМ в 3 год після настання смерті)

Саме ці перелічені БХМ найбільш маніфестно демонструють закономірності біохімічних змін ГМР у ранньому постмортальному періоді, залежно від давності настання смерті.

Виконане дослідження дозволило об'єктивізувати зміни міоцитів міжреберних м'язів (табл. 2), шляхом виміру їх оптичної щільності, визначення кількісних закономірностей (рис. 2), а також діагностичної інформативності (I, біт) цих показників залежно від давності настання смерті.

Як можна дійти висновку з отриманих результатів, зміну ( $p < 0,01$ ) оптичної щільності ядра міоцитів міжреберних м'язів зареєстровано вже після 5-тої години після настання смерті, коли вона зменшується більше ніж на 10%; відповідно становила  $(140,6 \pm 0,9)$  од та  $(125,9 \pm 0,7)$  од. Аналогічно закономірністю характеризуються зміни ( $p < 0,01$ ) оптичної щільності цитоплазми: зареєстровано її зменшення на 5-ту годину після настання смерті, коли вона зменшується з  $(164,1 \pm 1,1)$  од до  $(149,4 \pm 0,8)$  од. Зважаючи на виявлені нелінійні у часі зміни оптичної щільності ядра та цитоплазми, нами визначені статистичні закономірності цих процесів у міжреберних м'язах, які представлені у формі поліномів (рис. 2).

Звичайно, маючи на меті обґрунтування критеріальної значимості окремих морфологічних, біохімічних та біофізичних маркерів змін МТ міжреберних м'язів у ранньому ПМП, зважаючи на системність їх посмертних змін, нами вивчено кореляційні взаємозв'язки між діагностичними ознаками (маркерами змін) та визначено найбільш діагностично цінні з них (табл. 3).

Так, за показником системоутворення (КС), найбільш значимими для діагностики ДНС за даними міжреберних м'язів у ранньому ПМП виявилися: БХМ<sub>4</sub> – вміст ЛДГ, БХМ<sub>6</sub> – вміст холінестерази, БХМ<sub>1</sub> – вміст глікогену та БФМ<sub>8</sub> – відносна фонова оптична щільність ядра, (перші чотири ранги). Зауважимо, що ці чотири маркери процесу посмертних змін міжреберних м'язів (три характеризують біохімічні зміни, один – біофізичні зміни цитоплазми), практично у однаковій мірі, здатні бути критеріями для оцінки ДНС.

Таким чином, у ранньому постмортальному періоді зміни тканини міжреберних м'язів характеризуються ви-

значеними нами морфологічними, біохімічними та біофізичними закономірностями, основними з яких є: поступове та постійне зменшення відносної щільності цитоплазми ( $Y_{M-8}$ ) та ядра ( $Y_{M-7}$ ); темп та ступінь цієї динаміки нелінійно залежить від ДНС;

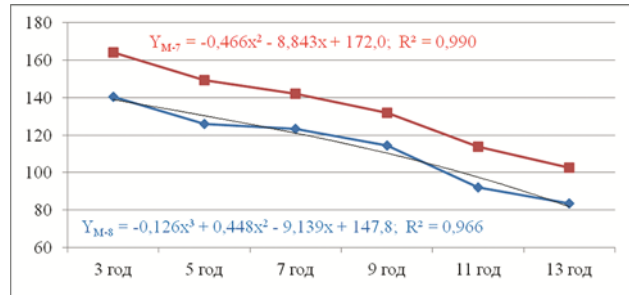


Рис. 2. Динаміка змін оптичної щільності ядра ( $Y_{M-7}$ ) та цитоплазми ( $Y_{M-8}$ ) міоцитів міжреберних м'язів у ранньому постмортальному періоді, залежно від давності настання смерті

Таблиця 2 – Біофізичні маркери та кількісно-аналітичні закономірності змін оптичної щільності ядра та цитоплазми клітин міжреберних м'язів у ранньому постмортальному періоді, залежно від давності настання смерті

Морфологічні індикатори		Постмортальні інтервали (години)					
		3 год	5 год	7 год	9 год	11 год	13 год
Оптична щільність ядра (БФМ <sub>7</sub> )	ОЩ, од	140,6 ± 0,9	125,9 ± 0,7	123,4 ± 0,7	114,6 ± 0,6	92,1 ± 0,6	83,5 ± 0,6
	I, біт	0,330	0,254	0,329	0,371	0,403	0,401
Оптична щільність цитоплазми (БФМ <sub>8</sub> )	ОЩ, од	164,1 ± 1,1	149,4 ± 0,8	142,2 ± 0,8	132,0 ± 0,6	113,9 ± 0,7	102,7 ± 0,6
	I, біт	0,194	0,102	0,206	0,266	0,251	0,255

Таблиця 3 – Кореляційні взаємозв'язки між біохімічними та біофізичними індикаторами стану міжреберних м'язів у ранньому постмортальному періоді

індикатори	БХМ <sub>1</sub>	БХМ <sub>2</sub>	БХМ <sub>3</sub>	БХМ <sub>4</sub>	БХМ <sub>5</sub>	БХМ <sub>6</sub>	БФМ <sub>7</sub>	БФМ <sub>8</sub>
БХМ <sub>1</sub>		-0,198	-0,235	0,964	-0,977	0,983	0,990	0,996
БХМ <sub>2</sub>	-0,198		0,941	-0,407	0,010	-0,328	-0,104	-0,176
БХМ <sub>3</sub>	-0,235	0,941		-0,476	0,055	-0,380	-0,170	-0,243
БХМ <sub>4</sub>	0,964	-0,407	-0,476		-0,901	0,990	0,946	0,968
БХМ <sub>5</sub>	-0,977	0,010	0,055	-0,901		-0,944	-0,992	-0,978
БХМ <sub>6</sub>	0,983	-0,328	-0,380	0,990	-0,944		0,973	0,984
БФМ <sub>7</sub>	0,990	-0,104	-0,170	0,946	-0,992	0,973		0,996
БФМ <sub>8</sub>	0,996	-0,176	-0,243	0,968	-0,978	0,984	0,996	
КС	0,763	0,328	0,378	0,781	0,647	0,767	0,697	0,724
ρ	3	8	7	1	6	2	5	4

Примітки: БХМ<sub>1</sub> – вміст глікогену, БХМ<sub>2</sub> – вміст кислій фосфатази, БХМ<sub>3</sub> – вміст лактату, БХМ<sub>4</sub> – вміст лактатдегідрогенази, БХМ<sub>5</sub> – вміст ліпофусцину, БХМ<sub>6</sub> – вміст холінестерази, БФМ<sub>7</sub> – відносна оптична щільність ядра, БФМ<sub>8</sub> – відносна фонова оптична щільність цитоплазми, КС – коефіцієнт системоутворення; ρ – ранг діагностичної ознаки (маркера).

для цих біофізичних індикаторів морфологічних постмортальних змін міжреберних м'язів нами обґрунтовані та отримані наступні кількісні закономірності (поліноми, **рис. 2**). Виконано порівняльне морфологічне дослідження тканини міжреберних м'язів у ранньому ПМП залежно від ДНС.

Таким чином, в результаті проведених досліджень досягнуті наукові цілі: вивчені структурно-біохімічні зміни тканини міжреберних м'язів в перші 13 годин після настання смерті, зокрема отримання даних щодо закономірного зменшення вмісту глікогену та динамічного зростання вмісту лактат-дегідрогенази і ліпофусцину є принципово новими зважаючи на оригінальність та простоту виконання судово-біохімічної оцінки. Ці дані системно доповнюють існуючі уявлення про активність метаболічних процесів, зокрема у м'язовій тканині, у ранньому постмортальному періоді [4, 6].

Потенційними методологічними обмеженнями щодо використання отриманих результатів в системі судово-медичної діагностики давності настання смерті є умови зберігання трупу з моменту настан-

ня смерті та виключення впливу екстремальних факторів зовнішнього середовища [5, 11].

**Висновки.** З'ясовано, що у ранньому ПМП відбуваються відповідні біохімічні зміни МТ міжреберних м'язів, найбільш показовими з них є: зменшення вмісту глікогену та динамічне зростання вмісту ЛДГ та ліпофусцину. Для усіх шести БХМ отримані репрезентативні абсолютні та відносні показники їх вмісту у ГМР залежно від ДНС. У системному взаємозв'язку досліджено парні кореляційні показники між біохімічними та біофізичними маркерами стану МТ міжреберних м'язів і визначені відповідні КС по шести часовим інтервалам раннього ПМП, що дозволило обґрунтувати критеріально значимі з них для підвищення точності діагностики ДНС.

**Перспективи подальших досліджень** мають бути спрямовані на вивчення постмортальної динаміки БХМ структурно-біохімічного стану МТ інших морфо-функціональних типів задля наукового забезпечення точності діагностики термінів ДНС в практиці судово-медичних експертиз.

## References

1. Bachynskiy VT, Harazdyuk MS, Bezhenar IL, Kyshkan YaS. Mozhlyvist vyznachennya chasu nastannya smerti za vlasnoyu fluorestsentsiyeyu plivok likvoru u korotkokhvyllovomu spektri [Ability to determine the time of death due to its own fluorescence of the liquor films in the short-wave spectrum]. *Materialy naukovoї konferentsiyi profesorsko-vykladatskoho skladu VZO. Chernivtsi: Bukovynskiy derzhavnyi medychnyi universytet*; 2017. 2017: 4-5. [Ukrainian]
2. Harazdyuk MS, Bachynskiy VT, Vanchulyak OYa, Ushenko OH. Vyznachennya davnosti nastannya smerti shlyakhom dvomirnoho kartohrafuvannya polyaryzatsiyno-neodnorodnykh zobrazhen polikrystalichnykh plivok likvoru [Determination of the prescription of death die to two-dimensional mapping of polarization-non-uniform images of polycrystalline plaque films]. *Klinichna ta eksperymentalna patolohiya*. 2016; 15(1): 36-42. [Ukrainian]
3. Bachynskiy VT. Suchasni diahnostychni mozhlyvosti vyznachennya davnosti nastannya smerti: problemy ta perspektyvy [Modern diagnostic possibilities of determining the prescription of death: problems and perspectives]. *Tezy mizhnarodnoi konferentsiyi «Suchasni dosyahnennya v haluzi sudovoi medytsyny ta problemni pytannya pry provedenni sudovo-medychnykh ekspertyz u viddili komisinykh ekspertyz ta u viddili ekspertyzy trupiv»*. Lviv; 2016: 302-4. [Ukrainian]
4. Vyznachennya davnosti nastannya smerti [Determination of the prescription of the onset of death]: monohrafiya. Ed by VO Olkhovskiy, LL Holubovych. Kharkiv: FOP Brovin OV; 2017. 168 p. [Ukrainian]
5. Konoval NS. Minlyvist kryterialnosti doslidzhennya davnosti nastannya smerti u rannomu periodi [The Variability of the Validity of the Early Death Prescription]. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohiyi ta sportu*. 2018; 3(5/14): 231-6. [Ukrainian] doi: 10.26693/jmbs03.05.231
6. Konoval NS. Analiz arkhivnykh sudovo-medychnykh ekspertyz shchodo vyznachennya davnosti nastannya smerti [Analysis of archival forensic examinations on determining the prescription of death]. *Sudovo-medychna ekspertyza*. 2018; 2: 32-5. [Ukrainian]
7. *Sotsialna medytsyna ta orhanizatsiya okhorony zdorov'ya* [Social medicine and health care organization]. Ed by VM Moskalenko, YuV Voronenko. Ternopil; 2002. p. 50-75. [Ukrainian]
8. Гладких ДБ. Судово-медична діагностика давності настання смерті за суправітальною реакцією зіниць [Forensic medical diagnostics of the prescription of death after supravital reaction of the pupils]. Abstr. PhDr. (Med.). Kyiv; 2015. 19 c. [Ukrainian]
9. Hurov OM, Kozachenko IM, Kutsenko SV, Hladkykh DB. Vstanovlennya davnosti nastannya smerti u rannomu postmertnomu periodi za supravitalnoyu reaktsiyeyu zinyts na diyu pilokarpin [Establishing the prescription of death in the early post-mortem period for the supraventricular reaction of the pupils to the action of pilocarpine]. *Krymynalystyka y sudebnaya medytsyna: Mezhdzheodstvennyi nauchno-metodycheskyi sbornyk*. 2014; 59: 443-51. [Ukrainian]
10. Kuzovkov AV, Vavilov AYU. Obektivizatsiya diagnosticheskikh algoritmov ustanovleniya davnosti smerti cheloveka po dinamike timpanicheskoy temperatury [Objectification of diagnostic algorithms for determining the limitation of death of a person according to the dynamics of the tympanic temperature]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2017; 2: 12. [Russian]

11. Olkhovskiy VO, Holubovych LL, Khyzhnyak VV, Konoval NS. Vyznachennya tryvalosti posmertnoho periodu v sudovomedychniy ekspertniy praktytsi: suchasnyi stan i perspektyvy [Determination of the duration of the post-mortem period in forensic expert practice: the current state and prospects]. *Eksperymentalna i klinichna medytsyna*. 2016; 4(73): 154-62. [Ukrainian]

УДК 340.6:[616/127:616.5]-091.1-91.8

**СТРУКТУРНО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТКАНИ  
МЕЖРЕБЕРНЫХ МЫШЦ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ В СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКОЙ  
ДИАГНОСТИКЕ ДАВНОСТИ НАСТУПЛЕНИЯ СМЕРТИ**

**Коновал Н. С.**

**Резюме.** По результатам изучения мышечной ткани межреберных мышц в раннем постмортальном периоде (ПМП, 3-13 часов) у 30 трупов людей получены абсолютные и относительные показатели содержания гликогена, кислой фосфатазы, лактата, лактатдегидрогеназы, липофусцина и холинэстеразы. Доказано, что в раннем постмортальном периоде происходят соответствующие биохимические и биофизические изменения мышечной ткани, среди которых наиболее показательны: уменьшение содержания гликогена и возрастание содержания лактатдегидрогеназы, а также липофусцина. Для всех шести биохимических маркеров получены репрезентативные абсолютные и относительные показатели их постмортального содержания в мышечной ткани межреберных мышц и в зависимости от давности наступления смерти. Установлено, что уровень содержания гликогена в анализированных временных интервалах варьировал от (7,821±0,0649) мг/г - через 3 часа после наступления смерти до (3,204±0,030) мг/г – через 13 часов, достоверно ( $p<0,001$ ) отличаясь каждые 2 часа постмортального периода. Показательной выявлена динамика содержания лактата, которая характеризовалась прогрессивным ( $p<0,01$ ) ростом до 9 часов с момента наступления смерти (с (6,847±0,042) ммоль/г в 3 часа до (12,960±0,085) ммоль/г – в 9 часов). Уровень содержания липофусцина в анализированные временные интервалы также прогрессивно увеличивался: от (2,258±0,031) ед/г - через 3 часа, до (5,589±0,030) ед/г – через 13 часов, достоверно ( $p<0,001$ ) отличаясь каждые 2 часа постмортального периода.

В системной взаимосвязи изучены парные корреляционные показатели между биохимическими и биофизическими маркерами состояния ткани межреберных мышц и определены соответствующие коэффициенты системообразования по шести временным интервалам раннего постмортального периода, что в свою очередь, позволило обосновать критериально значимые из них для повышения точности диагностики давности наступления смерти.

**Ключевые слова:** мышечная ткань, структурно-биохимические маркеры, постмортальный период, давность наступления смерти, диагностика, судебная медицина.

UDC 340.6: [616/127: 616.5] -091.1-91.8

**Structural and Biochemical Changes of Intercostal Muscles Tissue  
and their Role in Forensic Medical Diagnostics of Prescription of Death**

**Konoval N. S.**

**Abstract.** The development of technologies in the field of modern forensic medical diagnostics, pathomorphology, biochemistry and medicine encourages scientists to develop informative post-mortem criteria for determining the prescription of death and to address the urgent issues of the practical work of forensic experts. However, the overwhelming majority of the proposed modern methods of research cause complications of their implementation in daily practice, most often due to problems of material and technical provision of forensic medical examinations.

*The purpose of the work* was to study the structural and biochemical changes of the tissue of the intercostal muscles in the early post-mortem period.

*Material and methods.* The muscle tissue of intercostal muscles was investigated in the early post-mortem period (3-13 hours) after death in 30 human corpses.

*Results and discussion.* According to the study results of the intercostal muscle tissue in the early post-mortem period (3-13 hours), 30 body organs received absolute and relative indices of glycogen content, acid phosphatase, lactate, lactate dehydrogenase, lipofuscin and cholinesterase. The study proved that in the early postmortem period there occurred biochemical and biophysical changes in muscle tissue. The most indicative of them are: reduction of glycogen content and increase in the content of lactate dehydrogenase, as well as lipofuscinum. For all six biochemical markers, we obtained representative absolute and relative indices of their post-mortem content in muscle tissue of the intercostal muscles depending on the prescription of death.

We also found out that the level of glycogen content in the analyzed time intervals varied from  $(7.821 \pm 0.0649)$  mg / g 3 hours after the death to  $(3.204 \pm 0.030)$  mg / g in 13 hours, significantly ( $p < 0.001$ ) differing every 2 hours postmortem period. We observed significant dynamics in the content of lactate, which was characterized by progressive ( $p < 0.01$ ) increase to 9 hours from the moment of death (from  $(6.847 \pm 0.042)$  mmol / g 3 hours to  $(12.960 \pm 0.085)$  mmol / g for 9 hours). The level of lipofuscin content in the analyzed time intervals also increased progressively: from  $(2.258 \pm 0.031)$  units / g after 3 hours to  $(5.589 \pm 0.030)$  units / g after 13 hours, significantly ( $p < 0.001$ ) differing every 2 hours postmortem period.

*Conclusions.* In the system interconnection, the pair correlation indices between biochemical and biophysical markers of the state of the intercostal muscles tissue were studied and the corresponding coefficients of system formation were determined in six time intervals of the early postmortem period, which in turn allowed to substantiate the significant criterion in order to improve the accuracy of the diagnosis of the death prescription.

**Keywords:** muscle tissue, structural and biochemical markers, postmortem period, prescription of death, diagnostics, forensic medicine.

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Стаття надійшла 09.03.2019 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування