

### Часовий хід останнього скорочення в тетанусі *m. gastrocnemius* (сар. мед) в алкоголізованих щурів за умов критичної васкулярної ішемії задніх кінцівок. Зміна вектора розвитку м'язової сили

Проаналізовано зміну часового ходу і векторних характеристик останнього м'язового скорочення в послідовних тетанічних пробігах *m. gastrocnemius* (сар. мед.) в алкоголізованих щурів. Виявлено достовірні зміни вектора розвитку м'язової сили. Змін часового ходу скорочення в експериментальних групах щурів, порівняно з контролем, не виявлено.

**Ключові слова:** *m. gastrocnemius*, алкогольна інтоксикація, васкулярна ішемія, вектор розвитку м'язової сили, контрактильні характеристики.

**Постановка наукової проблеми та її значення.** Ішемічне ушкодження м'яких тканин нижніх кінцівок є однією з актуальних проблем ангіохірургії [8]. Це пов'язано з високим рівнем облітерувальних захворювань артерій нижніх кінцівок. Згідно з даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, хронічні облітерувальні захворювання судин нижніх кінцівок є другими за поширеністю після ішемічної хвороби серця. Зокрема, в Україні серед усіх патологій серцево-судинної системи ці захворювання становлять понад 20 % [4]. Результати епідеміологічних досліджень свідчать про залежність ступеня поширеності серцево-судинних захворювань від ступеня поширення факторів ризику серед груп населення [17].

Одним із найпоширеніших факторів несприятливого впливу на організм є алкоголь. Офіційна статистика свідчить про збільшення кількості алкоголезалежних людей у структурі популяції населення країн світу; в Україні ця цифра наближається до 800 тис. осіб [19]. Алкогольна інтоксикація різного ступеня супроводжується складними полісистемними пошкодженнями [9; 12], зокрема й захворюваннями серцево-судинної системи [15], і є поширеною причиною побутового, виробничого і дорожньо-транспортного травматизму.

Переважно при подібних травмах найбільше ушкоджуються нижні кінцівки, в яких розвивається ішемічний некроз та рабдоміоліз [1]. Попри поширеність таких травм при екологічних катастрофах, реаніматологи найчастіше відмічають їх у пацієнтів, що зазнали дорожньо-транспортної катастрофи або перебували в несвідомому стані внаслідок побутових або душевних травм чи гострої алкогольної інтоксикації [11]. В останньому випадку компресія м'яких тканин нижніх кінцівок здійснюється масою власного тіла пацієнта, призводячи до тканинної гіпоксії і розвитку ішемії. Наслідком цього є тяжкі ультраструктурні порушення у м'язовій тканині [5], що призводить до змін механічної активності скелетних м'язів [3], пришвидшує виникнення і розвиток процесу м'язової втоми [2].

Скелетні м'язи особливо резистентні до ушкоджень, тому здатні протистояти тривалим періодам ішемії [15], однак ступінь м'язової дегенерації під час ішемії залежить від типу м'язових волокон [10]. У цьому контексті до мітоксичних ефектів алкоголю, як і до тривалих термінів ішемії [10], теж найчутливіші анаеробні міофібрили [17]. Зважаючи на те, що у хворих на алкоголізм розвивається алкогольна міопатія, яка характеризується генералізацією атрофічного процесу в скелетних м'язах [13] та порушенням моторної функції [16], можна очікувати інтенсифікації проявів у таких пацієнтів наслідків ішеміе-асоційованої моторної дисфункції. У зв'язку з цим аналіз тривалих та векторних характеристик м'язового скорочення може бути чудовим маркером для оцінки наслідків спряженого впливу мітоксичного ефекту алкоголю й ішеміе-асоційованих патологічних процесів у м'язовій тканині, даючи змогу чітко інтерпретувати характер цих змін. Тому **мета роботи** – виявити зміни часового ходу і вектора розвитку сили *m. gastrocnemius* (сар. мед.) в алкоголізованих щурів із критичною васкулярною ішемією задніх кінцівок.

**Матеріали та методи.** Експерименти проводили на 30 самцях щурів лінії Wistar, віком 5 місяців, яких утримували в стандартних умовах та раціоні віварію. Щурі-самці були обрані для експерименту з огляду на більший відсоток популяції анаеробних волокон у м'язах [15]. Тварин розділили на дві експериментальні групи: група I – неалкоголізовані щурі ( $n = 10$ ,  $m = 145,08 \pm 6,99$  г), група II – алкоголізовані щурі ( $n = 10$ ,  $m = 148,43 \pm 11,08$  г). Контрольна група складалася з інтактних тварин ( $n = 10$ ,  $m = 150,83 \pm 8,18$  г). Протокол експерименту був затверджений комісією з питань

біоетики СНУ імені Лесі Українки згідно з вимогами Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються в експериментальних та інших наукових цілях (Страсбург, 1986).

Дослідження передбачало хронічний (30 днів) і гострий (6 годин) експерименти. Для індукції хронічної алкогольної інтоксикації тваринам із групи II протягом 30 днів ентерогастрально вводили 40%-й етиловий спирт, із розрахунку 2 мл на 100 г маси тіла [6], використовуючи епідуральний катетер: Perifix® – Epidural Catheter d = 0,45 × 0,85 мм, L = 1000 мм («ВВ Braun», Німеччина). Тваринам з експериментальної групи I перорально вводили воду.

Унілатеральна васкулярна ішемія, тривалістю 6 годин, індукувалася способом оклюзії проксимального і дистального відділів а. femoralis поліамідними нитками Nurlon 2/0 («Ethicon Inc», США). В алкоголізованих щурів ішемію індукували після завершення хронічної алкогольної інтоксикації.

Усі хірургічні процедури проводили в асептичних умовах під тіопенталовою анестезією. Евтаназію тварин здійснювали способом передозування тіопенталу натрію («ARTERIUM», Україна). Після оперативних втручань рану зашивали і дезинфікували 5%-м спиртовим розчином йоду («Віола», Україна).

При підготовці до реєстрації механічної активності *m. gastrocnemius* був експонований та звільнений від прилеглих тканин. Після здійснення фасціотомії проводили міотомію (відкритим способом) для відокремлення медіальної головки м'яза і тенотомію. Підготовлений препарат *m. gastrocnemius* (cap. med.) фіксували механічними затискачами у плексигласовій камері тензометричної установки з постійно циркулюючим фізіологічним розчином Тіроде при  $t = 37 \pm 1$  °C. Дистальний сухожильний кінець м'яза прикріплювали до датчика сили. Реєстрацію механічної активності *m. gastrocnemius* (cap. med.) здійснювали в ізометричних умовах при безпосередній електричній стимуляції через платинові електроди (розміщені на відстані 12 мм один відносно одного) імпульсами прямокутної форми (тривалість – 0,1 мс, частота – 50 Гц, напруга – 2 В). Тривалість стимуляційного сигналу становила 3 с, час релаксації – 5 хв. Силу ізометричного скорочення м'яза реєстрували через силовий перетворювач. Датчик сили був з'єднаний із підсилювачем та комплексом АЦП–ЦАП. Аналоговий сигнал від датчика сили подавали на двоканальний аналого-цифровий перетворювач («Iris USB – Oscilloscope», ТТОВ «Відео-Інтернет Технології» Україна), розрядністю 10 біт із частотою дискретизації 1 кГц. Вихідна сила відображалася на моніторі осцилографа, з'єданого із комп'ютером через відповідне програмне забезпечення. За 100 % ізометричної сили приймали максимальну висоту амплітуди тетанусу (мВ) *m. gastrocnemius* (cap. med.) у контрольній групі щурів відносно ізолінії.

Для останнього скорочення в кожному послідовному тетанічному пробізі розраховували: СТ (с) (contraction time) – час від початку механічної активності до піку м'язового скорочення, HRT (с) (half-relaxation time) – час напіврозслаблення (час від піку м'язового скорочення до половини амплітуди максимальної релаксації) (рис. 1).

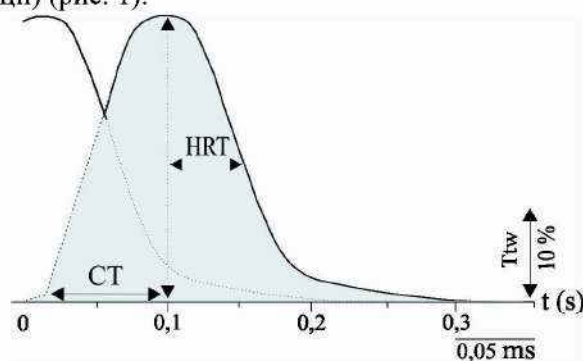


Рис. 1. Контрактильні характеристики, вимірювані для останнього скорочення в послідовних тетанічних пробігах *m. gastrocnemius* (cap. med.): Ttw (%) (twitch tension) – сила м'язового скорочення (розраховувалася як напруга цього скорочення у % від тетанічної сили м'яза)

Для оцінки швидко-силових характеристик останнього скорочення в тетанусі *m. gastrocnemius* (cap. med.) розраховували градієнт м'язової сили:

$$\frac{dF}{dt}$$

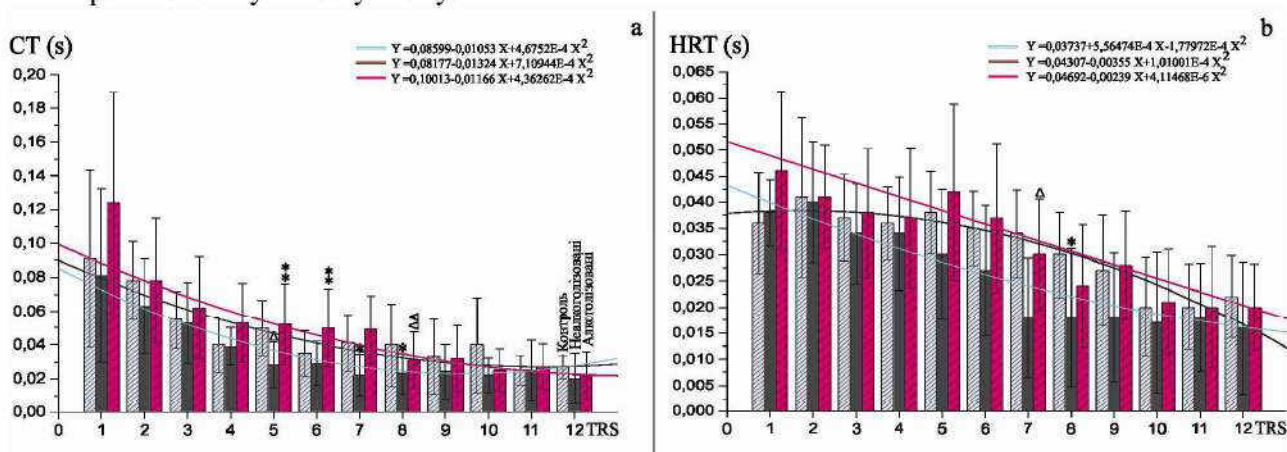
Для числової характеристики градієнта сили використовували час від початку механічної активності до піку м'язового скорочення (СТ) й розраховували швидко-силовий індекс, що дорівнює тангенсу кута  $\varphi$ :

$$F_{tw}/CT$$

Для аналізу механограм тетанусу використовували програму Origin 7.0. (Origin Lab Corporation, США). Графіки створювали у графічному редакторі Corel Draw x6 («Corel Corporation», Канада).

Статистичну обробку результатів дослідження проводили методами варіаційної статистики за допомогою програмного забезпечення Statistica 8.0 («StatSoft», США). Перевірку вибірок на їхню приналежність до нормально розподілених генеральних сукупностей здійснювали за допомогою критерію Шапіро–Вілка. Для визначення вірогідних відмінностей між середніми величинами вибірок використовували U-критерій Манна–Вітні. Достовірними вважалися відмінності при  $p \leq 0,05$ . Результати представлено як середнє арифметичне  $\pm$  похибка середнього ( $M \pm m$ ) і вказано кількість дослідів ( $n$ ).

**Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження.** Проаналізувавши часовий хід останнього м'язового скорочення в послідовних тетанічних пробігах *m. gastrocnemius* (*cap. med.*), ми не виявили достовірних змін у тривалості контрактильних інтервалів СТ і HRT у експериментальних групах тварин, порівняно із контролем (рис. 2. a, b). У контролі СТ зменшується від початкових  $0,091 \pm 0,052$  с до  $0,065 \pm 0,02$  с наприкінці експерименту. Натомість у неалкоголізованих і алкоголізованих щурів СТ змінюється в діапазоні  $0,081 \pm 0,051$  с –  $0,020 \pm 0,014$  с і  $0,124 \pm 0,065$  с –  $0,022 \pm 0,013$  с відповідно. Результати апроксимації показали, що в контролі й експериментальних групах щурів СТ змінюється за наближеною до параболи тенденцією, що свідчить про інтенсивну м'язову втому.



**Рис. 2.** Часовий хід останнього скорочення в послідовних тетанічних пробігах *m. gastrocnemius* (*cap. med.*): а) – СТ (с); б) – HRT (с). TRS (tetanic runs sequence) – послідовні тетанічні пробіги \* – ( $p \leq 0,05$ ); Δ – ( $p \leq 0,01$ ); ▲ – ( $p \leq 0,001$ ), порівняно з контролем (подвоєння позначки рівня статистичної значущості – достовірні відмінності в тривалості інтервалів СТ і HRT в алкоголізованих щурів, порівняно з неалкоголізованими)

Здійснивши монофазний аналіз релаксації *m. gastrocnemius* (*cap. med.*), було виявлено, що в контролі HRT зменшується з початкових  $0,091 \pm 0,052$  с до  $0,065 \pm 0,02$  с в кінці експерименту. Натомість в неалкоголізованих та алкоголізованих щурів діапазон зміни HRT такий:  $0,038 \pm 0,006$  с –  $0,016 \pm 0,012$  с і  $0,046 \pm 0,015$  с –  $0,02 \pm 0,008$  с відповідно. В контролі HRT змінюється аналогічно СТ, проте в експериментальних групах тварин HRT змінюється за наближеною до лінійної тенденцією, що дає змогу говорити про лінійність процесу зміни HRT упродовж експерименту порівняно з контролем.

Такий характер зміни релаксації м'яза протягом експерименту в експериментальних групах тварин, порівняно з контролем, дає підстави стверджувати про нездатність *m. gastrocnemius* (*cap. med.*) до ефективної сумачії послідовних м'язових скорочень у тетанусі внаслідок збільшення амплітуди нижньої межі релаксації протягом скорочень, що, вочевидь, відображатиметься на здатності м'яза до розвитку оптимальної ізометричної напруги. Це також чітко демонструє прискорений розвиток м'язової втоми, оскільки з кожним реалізованим тетанічним пробігом зменшується тривалість HRT, натомість у контролі тенденція до зменшення тривалості HRT стає помітною в другій половині експерименту.

Для характеристики градієнта м'язової сили *m. gastrocnemius* (*cap. med.*) у контролі й експериментальних групах щурів, для останнього скорочення в кожному послідовному тетанічному пробігу, було розраховано швидкісно-силовий індекс (табл. 1). Аналіз отриманих результатів показав, що в контролі м'яз розвиває максимальну силу скорочення під кутом, близьким до  $90^\circ$ , проте з восьмого тетанічного пробігу числові значення  $\tan$  кута  $\phi$  наближаються до значень, характерних для гострих кутів.

Таблиця 1

Числові характеристики швидкісно-силового індексу *m. gastrocnemius* (cap. med.)

TRS	Група		
	контроль	неалкоголізовані	алкоголізовані
	tg φ°'	tg φ°'	tg φ°'
1	82,5°6,9'	81,0°22,9'	73,70°19,9'▲,**
2	82,6°2,8'	75,5°22,4'	76,70°20,0'▲
3	82,5°6,9'	73,9°22,2'	72,90°27,3'▲
4	82,6°2,8'	65,5°35,4'*	63,00°36,3'▲
5	82,4°2,3'	67,3°32,3'Δ	55,80°35,4'▲,**
6	80,7°2,1'	57,7°38,3'▲	48,40°31,4'▲
7	75,2°12,5'	50,3°27,9'▲	37,30°20,5'▲
8	73,5°13,9'	48,4°28,1'Δ	37,40°26,1'▲
9	65,9°23,0'	42,1°27,9'▲	37,30°29,6'▲
10	64,0°27,9'	33,1°31,8'Δ	34,50°29,9'▲
11	56,5°26,6'	28,9°25,2'▲	30,30°27,5'▲
12	45,1°17,5'	29,3°20,9'*	34,60°29,8'

Примітка: TRS (tetanic runs sequence) – послідовність тетанічних пробігів, \* – ( $p \leq 0,05$ ), Δ – ( $p \leq 0,01$ ), ▲ – ( $p \leq 0,001$ ), порівняно з контролем. (Подвоєння позначки рівня статистичної значущості – достовірні відмінності в алкоголізованих щурів порівняно з неалкоголізованими. Векторні характеристики м'язового скорочення, наведені в таблиці, подано у вигляді середніх величин без похибки їх відхилення).

У неалкоголізованих щурів зміна вектора генерації м'язової сили спостерігається вже в другому тетанічному пробізі, проте ці відмінності не достовірні. Впродовж перших трьох тетанічних пробігів, в останньому скороченні, м'яз розвиває силу під кутом, близьким до прямого, проте вже з четвертого тетанічного пробігу кут розвитку м'язової сили достовірно зменшується.

В алкоголізованих щурів, попри наближеність числових значень tg кута φ до значень кутів, наближених до 90°, максимальна сила останнього скорочення в послідовних тетанічних пробігах, як і в неалкоголізованих щурів, досягається під гострими кутами. При цьому, порівняно з контролем та неалкоголізованими щурами, ці відмінності достовірні вже в першому тетанічному пробігу ( $p \leq 0,001$ ) і ( $p \leq 0,05$ ), відповідно, а також у п'ятому, порівняно з останніми ( $p \leq 0,05$ ). Загалом в експериментальних групах щурів діапазон зміни числових значень tg кута φ та їх відхилення від середніх величин більші, аніж у контролі.

Таким чином, відсутність достовірних змін у тривалості контрактильних інтервалів СТ і HRT в останньому скороченні у послідовних тетанічних пробігах *m. gastrocnemius* (cap. med.) в обох експериментальних групах щурів, порівняно із контролем, дає змогу виключити мітоксичний ефект алкоголю на зміну кінетики актоміозинової взаємодії. З іншого боку, відсутність достовірних відмінностей, за винятком окремих випадків (рис. 2), може бути спричинена ішеміє-асоційованою дестабілізацією міофібрил. Це унеможливило виявлення ймовірних змін тривалості СТ і HRT в алкоголізованих щурів. Зважаючи на те, що мітоксичний ефект алкоголю супроводжується зміною біоелектричної активності м'язів [10], яка призводить до уповільненням актоміозинової взаємодії, а отже й збільшенням тривалості контрактильних інтервалів, то ішеміє-асоційовані ультраструктурні зміни міофібрил, можливо, маскують цей ефект алкоголю. Виявлені ж окремі відмінності в алкоголізованих щурів, порівняно з неалкоголізованими, ймовірно, зумовлені більшим ступенем дестабілізації міофібрил в останніх, оскільки, розвиваючи більшу силу, *m. gastrocnemius* (cap. med.) у цій групі тварин зазнає більших ультраструктурних руйнувань, порівняно з алкоголізованими щурами, в яких унаслідок алкоголь-асоційованої міофібрилярної атрофії м'яз функціонує наполовину своїх можливостей. Це призводить до віддалення в часі асоційованої з механічною активністю м'яза міофібрилярної дестабілізації в ушкодженному ішемією скелетному м'язі.

Підтвердженням таких припущень є достовірні зміни векторних характеристик м'язового скорочення в експериментальних групах щурів порівняно з контролем. Прогресивна зміна вектора розвитку сили протягом експерименту в експериментальних групах щурів свідчить про збільшення ступеня міофібрилярних ушкоджень проградієнтно до кількості реалізованих стимуляційних подразнень. В алкоголізованих щурів достовірні відмінності в куті розвитку м'язової сили вже в першому

тетанусі, порівняно з неалкоголізованими, свідчать про алкоголь-асоційовану атрофію волокон. Ураховуючи те, що при алкоголь-асоційованій атрофії м'язів зменшується діаметр міофібрил без зміни їх кількості [18], гострий кут розвитку сили м'язом в алкоголізованих шурів, вочевидь, зумовлений зменшенням силової продукції поперечних містків, оскільки впродовж інтервалу часу, еквівалентного тривалості СТ у неалкоголізованих шурів, м'яз розвиває меншу початкову силу. Тому значення  $\text{tg}$  кута  $\phi$  в цій групі тварин містяться в діапазоні значень гострих кутів.

**Висновки й перспективи подальших досліджень.** Отже, ішемічне ушкодження *m. gastrocnemius* (сар. мед.) в обох експериментальних групах тварин не спричинює достовірних змін у тривалості контрактильних інтервалів м'язового скорочення, однак призводить до зміни вектора розвитку сили м'яза. В контролі м'яз розвиває зусилля під кутом, близьким до прямого, зміна кута розвитку сили в напрямку його загострення стає помітною в другій половині експерименту. Натомість у неалкоголізованих та алкоголізованих шурів м'яз розвиває силу під гострим кутом, що є чудовим свідченням ішеміє-асоційованої дестабілізації м'язових волокон і прискорення розвитку м'язової втоми, а в алкоголізованих тварин свідчить про алкоголь-асоційовану міофібрилярну атрофію. Перспективою подальших досліджень є аналіз впливу зміни вектора розвитку сили м'яза та часового ходу релаксації на ступінь сумарної послідовних м'язових скорочень у тетанусі *m. gastrocnemius* (сар. мед.) в алкоголізованих шурів за умов ішемічного ушкодження скелетних м'язів задніх кінцівок.

#### Джерела та література

1. Кезля О. П. Острый компартмент-синдром как осложнение переломов костей голени / О. П. Кезля, Л. В. Гивойно // *Новости хирургии*. – 2010. – Т. 18, № 4. – С. 145–156.
2. Кінетика тетанусу *musculus gastrocnemius* у алкоголізованих шурів із експериментально-індукованою васкулярною ішемією задніх кінцівок за умов низькочастотної м'язової втоми / О. Мельничук, О. Мотузюк, С. Швайко, О. Хома // *Вісник Дніпропетровського університету. Серія : Біологія. Екологія*. – 2014. – Т. 22, № 1. – С. 8–18.
3. Мельничук О. Зміни швидкісно-силових показників *m. gastrocnemius* у алкоголізованих шурів за умов експериментально-індукованої васкулярної ішемії / О. Мельничук, О. Мотузюк, С. Швайко // *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. – 2014. – № 65. – С. 50–60.
4. Панов В. М. Методи періопераційного знеболювання при критичній ішемії нижніх кінцівок / В. М. Панов // *Проблеми атеросклерозу як системної патології : матеріали наук.-практ. конф. з міжнар. участю (ДУ «Національний інститут терапії імені Л. Т. Малої НАМН України», 20 берез. 2014 р.)*. – Х. : [б. в.], 2014. – С. 186.
5. Стан судинного ендотелію та гістологічні зміни м'язової тканини у хворих при хронічній ішемії кінцівок / Ю. В. Поляченко, Р. В. Салютін, Д. Б. Домбровський, С. І. Мартиненко // *Клінічна хірургія*. – 2011. – № 3. – С. 41–44.
6. Халилов М. Х. К характеристике некоторых патохимических сдвигов в крови, тканях печени и головного мозга при экспериментальной алкогольной интоксикации / М. Х. Халилов, Ш. Я. Закиходжаев // *Вопросы клиники алкоголизма : сб. науч. тр.* – Ташкент : [б. и.], 1983. – С. 38–41.
7. Chelicowski J. The number of motor units in the medial gastrocnemius muscle of male and female rats / J. Chelicowski, H. Drzymała-Celichowska // *Journal of Physiology and Pharmacology*. – 2007. – Vol. 58, № 4. – P. 821–828.
8. Clayton J. A. Vascular endothelial growth factor-A specifies formation of native collaterals and regulates collateral growth in ischemia / J. A. Clayton, D. Chalothorn, J. E. Faber // *Circ. Res.* – 2008. – Vol. 103, № 9. – P. 1027–1036.
9. Influence of alcoholic intoxication for trauma diseases character in patients with multi system injuries / S. O. Guriev, F. M. Novicov, Yu. A. Gaydaev [et al.] // *Trauma*. – 2005. – Vol. 6, № 2. – P. 223–230.
10. Inoue F. Effects of ethyl alcohol on excitability and on neuromuscular transmission in frog skeletal muscle / F. Inoue, G. B. Frank // *Br. J. Pharmac. Chemother.* – 1967. – Vol. 30, № 1. – P. 186–193.
11. Malinoski D. J. Crush injury and rhabdomyolysis / D. J. Malinoski, M. S. Slater, R. J. Mullins // *Crit. Care. Clin.* – 2004. – № 20. – P. 171–192.
12. Manzo-Avalos S. Cellular and mitochondrial effects of alcohol consumption / S. Manzo-Avalos, A. Saavedra-Molina // *Int. J. Environ. Res. Public Health*. – 2010. – № 7. – P. 4281–4304.
13. Molecular and cellular events in alcohol-induced muscle disease / J. Fernandez-Sola, V. R. Preedy, C. H. Lang [et al.] // *Alcohol Clin Exp Res.* – 2007. – Vol. 31, № 12. – P. 1953–1962.
14. Petrasek P. F. Determinants of ischemic injury to skeletal muscle / P. F. Petrasek, S. Homer-Vanniasinkam, P. M. Walker // *J. Vasc. Surg.* – 1994. – Vol. 19, № 4. – P. 623–631.
15. Solyeyko O. V. Risk factors and strategy of primary and secondary prophylaxis of arterial hypertension of railway men / O. V. Solyeyko // *Biomedical and biosocial anthropology*. – 2013. – № 20. – P. 102–107.

16. Temporal differences in the ability of ethanol to modulate endotoxin-induced increases in inflammatory cytokines in muscle under in vivo conditions / R. A. Frost, G. Nystrom, P. V. Burrows, C. H. Lang // *Alcohol. Clin. Exp. Res.* – 2005. – Vol. 29, № 7. – P. 1247–1256.
17. The task force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC) / G. Mancia, R. Fagard, K. Narkiewicz [et al.] // *European Heart Journal.* – 2013. – Vol. 34, № 28. – P. 2159–2219.
18. Vary T. C. Restoration of protein synthesis in heart and skeletal muscle after withdrawal of alcohol / T. C. Vary, A. C. Nairn, C. H. Lang // *Alcohol. Clin. Exp. Res.* – 2004. – Vol. 28, № 4. – P. 517–525.
19. World health statistics 2014 / [World Health Organization]. – Geneva : WHO, 2014. – P. 180.

**Мельничук Алексей.** Временной ход последнего сокращения в тетанусе *m. gastrocnemius* (cap. med) в алкоголизованных крыс в условиях критической васкулярной ишемии задних конечностей. Изменение вектора развития мышечной силы. В работе исследовались изменения контрактильных и векторных характеристик последнего сокращения в последовательных тетанических пробегах *m. gastrocnemius* (cap. med) в алкоголизованных крыс. Регистрация механической активности *m. gastrocnemius* (cap. med) осуществлялась в изометрическом режиме при непосредственной электрической стимуляции. Анализ контрактильных интервалов мышечного сокращения позволил сделать вывод об отсутствии достоверных изменений временного хода сокращения мышцы в алкоголизованных крыс сравнительно с неалкоголизованными. Однако в алкоголизованных и неалкоголизованных крыс мышца развивает силу под острым углом, сравнительно с контролем, где числовые значения  $\text{tg}$  угла  $\varphi$ , приближенные к значениям прямого угла, уменьшаясь во второй половине эксперимента. Изменение вектора развития мышечной силы в обеих экспериментальных группах крыс свидетельствует об интенсивных ишемие-ассоциированных ультраструктурных изменениях мышечной ткани и ускорении развития мускульной усталости.

**Ключевые слова:** *m. gastrocnemius*, алкогольная интоксикация, васкулярная ишемия, вектор развития мышечной силы, контрактильные характеристики.

**Melnychuk Olexiy.** Time Course of the Last Contraction of *m. gastrocnemius* (cap. med) Tetanus in Alcohol-intoxicated Rats under Critical Vascular Hind Limbs Ischemia. The Change of Muscle Tension Vector Growth. In this article was studied contractile characteristics and muscle tension vector growth changes of the last contraction of *m. gastrocnemius* (cap. med) tetanic runs sequence in alcohol-intoxicated rats. *m. gastrocnemius* (cap. med) mechanical activity was conducted in isometric mode under direct electrical stimulation. Muscle contraction contractile intervals analysis suggests to the conclusion about the absence of significant changes in the time course of *m. gastrocnemius* (cap. med) muscle contraction in alcohol-intoxicated rats compared with non-alcoholic. However, in alcohol-intoxicated and non-alcoholic rats muscle develops tension at an acute angle, compared to the control, where  $\text{tg}$   $\varphi$  angle numerical values are approximate to the straight angle values decreasing in the second half of the experiment. The change of muscle tension vector growth in both experimental rat groups are indicates the intense ischemic-associated muscle tissue ultrastructural changes and muscle fatigue development accelerate.

**Key words:** *m. gastrocnemius*, alcohol intoxication, vascular ischemia, muscle tension vector growth, contractile properties.

Стаття надійшла до редколегії  
22.04.2014 р.

УДК 612.82:615.825

Алевтина Моренко

### Електрична активність кори головного мозку та поверхневих м'язів пальців у жінок із високою і низькою індивідуальною $\alpha$ -частотою

113 здорових жінок за значенням медіани ( $m_e = 10,29$  Гц) індивідуальної  $\alpha$ -частоти (ІАЧ) було поділено на групи з високим і низьким рівнями ІАЧ. У жінок із високою ІАЧ вищий активаційний тонус кори пов'язаний із більшими латеральними відмінностями активності дистальних м'язів кисті, з низькою ІАЧ – виявлено підвищення напруженості мозкових процесів.

**Ключові слова:** стан функціонального спокою, індивідуальна альфа-частота, потужність і когерентність електроенцефалограми, тонус м'язів.

© Моренко А., 2014