

УДК 577.121:615.84/88.014.4:615.849.112

Б. А. Насібуллін, В. А. Розанов, М. Б. Яновський

Вплив низькочастотної вібрації на активність дегідрогеназ у нейронах переднього вестибулярного ядра щурів

Для получения характеристики окислительно-восстановительного метаболизма (ОВМ) в нейронах переднего вестибулярного ядра (ПВЯ) крыс, пребывавших в условиях низкочастотной вибрации (НЧВ), гистохимическими методами определяли активность дегидрогеназ следующих субстратов: никотинамиддинуклеотида восстановленного, никотинамиддинуклеотидфосфата восстановленного, сукцината, малата, β -оксибутирата, α -глицерофосфата, лактата, глутамата, глюкозо-6-фосфата. Оценивали размеры субпопуляции нейронов, характеризующихся разной активностью дегидрогеназ. Используя уравнение Байеса, определяли вероятность сочетания уровней активности ферментов, отражающих основные направления ОВМ. Результаты проведенных исследований показали, что в нейронах ПВЯ во время вибровоздействия наблюдаются изменения ОВМ, сходные с адаптационно-компенсаторными изменениями, происходящими при гипоксии. Изменение размеров субпопуляции нейронов разной ферментной активности, возможно, служат оптимизации работы основных циклов ОВМ в других условиях среды.

Вступ

Дія вібрації на організм здійснюється прямо, викликаючи реакцію у відповідь, та через порушення діяльності нервової системи. Пряма дія зв'язана з наявністю специфічного рецептора вібрації — саккулюса та участю ряду аналізаторів, у тому числі і вестибулярного [10, 14, 15]. Однією з найважливіших ланок вестибулярного аналізатора є вестибулярні ядра (переднє, латеральне, медіальне, нижнє) [12], які прямо на себе приймають інформацію від саккулюса.

Зміна окремих частин окисно-відновного метаболізму (ОВМ) при впливі вібрації відображені у багатьох працях [1, 3, 4, 5, 7]. Автори відмічали зниження активності деяких дегідрогеназ, зменшення загального білка, РНК, зниження pO_2 , хвилеподібну зміну вмісту субстратів біоенергетики та інші зміни.

Слід відмітити, що в літературі ми не зустріли даних про комплексну оцінку стану ОВМ за умов тривалого постійного впливу вібрації, що має особливе значення для морської медицини. В літературі також відсутні характеристики змін метаболізму під час впливу загальної вібрації стосовно до структур окремих ланок аналізаторів, які беруть участь в реалізації реакцій-відповідей.

Виходячи з усього вищезгаданого, метою наших досліджень було отримання комплексної характеристики стану ОВМ у нейронах переднього вестибулярного ядра (ПВЯ), яке є важливою передатною ланкою у системі вестибулярного аналізатору під час загального тривалого впливу низькочастотної вібрації (НЧВ) на організм щурів.

Методика

Дослідження виконано на 60 непородних щурах-самцях масою 180—200 г. Тварини відповідно до завдання дослідження були розподілені на такі дві групи: I група — 18 тварин, на яких не впливали вібрацією, становили контроль; II група — 42 тварини, на яких впливали вібрацією, частота якої складала 8 Гц (95 дБ) на протязі 1, 3, 7, 14, 20, 30 діб. По закінченні досліду тварин декапітували, видаляли ділянку стовбура мозку, в якій містяться передні вестибулярні ядра. З нативної тканини, замороженої рідким азотом (-196°C), готували кріостатні зрізи завтовшки 11 мкм, на котрих за засобами Лойда [13] виявляли активність таких дегідрогеназ: нікотинаміддінуклеотид (відновлений) дегідрогенази (НАД·НДГ), нікотинаміддінуклеотидфосфат (відновлений) дегідрогенази (НАДФ·НДГ), сукцинатдегідрогенази (СДГ), малатдегідрогенази (МДГ), β -оксибутиратдегідрогенази (β -ОБДГ), глутаматдегідрогенази (ГДГ), глюкозо-6-фосфатдегідрогенази (Г6ФДГ), α -гліцерофосфатдегідрогенази (α -ГФДГ). Активність виявлених дегідрогеназ оцінювали із застосуванням 7-бальної шкали активності ферментів [8]. Потім нейрони, які виявляли східну активність, об'єднували у загальноприйняті класи активності (клас А складають нейрони слабкої активності, клас В — нейрони помірної активності, клас С — нейрони високої активності, клас D — нейрони дуже високої активності). Далі, використовуючи рівняння Байеса для суми вірогідностей, визначали можливість сполучення рівней активності ферментів, які описують окремі цикли окисно-відновного метаболізму. Близький до нашого підхід до оцінки стану метаболізму клітин з успіхом застосував Нарцисов [9, 11] за умов вивчення імунокомпетентних клітин. Біологічно значні варіанти сполучень вносили у таблицю.

Результати та їх обговорення

Виконані дослідження встановили, що у ПВЯ під впливом НЧВ залишається мозаїчний принцип утворення гістохімічної картини, характерної для інтактних тварин. Разом з цим результати оцінки активності ферментів, наведені у табл. 1, свідчать, що розміри субпопуляції (відносного, %, вмісту нейронів різних класів активності), змінюються у ПВЯ під час дії НЧВ. Як свідчать результати, активність НАД·НДГ у інтактних тварин і у тварин під час вібраційного впливу, реалізується на 3—4 рівнях активності, виключення складають 1-а та 7-а доби досліду, коли таких рівней було лише 2. В тіж самі терміни спостерігається тенденція до врівноваженого розподілу нейронів між рівнями діяльності НАД·НДГ, всі інші терміни спостереження мають відбиту неоднорідність розподілу нейронів поміж субпопуляцій активності ферментів з помітною перевагою одного з них (високого або помірного). Стала активність НАДФ·НДГ складається з більш постійного зниження кількості рівней реалізації та більш чіткої тенденції до симетричного розподілу нейронів за субпопуляціями активності ферментів.

Ферменти, які характеризують цикл трикарбонових кислот (ЦТК), зокрема СДГ та у відомій мірі МДГ, під час експерименту поведуть себе відносно стабільно. У більшості термінів спостереження зберігається характерна для інтактних тварин кількість числа рівней реалізації активності (3), а також характер розподілу нейронів за цими рівнями. Лише 7-а та 20-а доби для СДГ, 7-а та 14-а доби для МДГ характеризувалися 2 рівнями їх активності. Слід також відмітити, що в ці терміни спостерігалася тенденція до асиметрії, тобто до переваги одного рівня активності (70 % від загального числа нейронів) над іншими. При цьому на 1-у та 3-ю доби стан основних ланок ЦТК незначно відокремлюється від контрольного стану з тенденцією до росту розмірів субпопуляції нейронів з дуже високою активністю. На 7-у добу картина різко змінюється на користь нейронів з низькою активністю цих ферментів, ці зрушення несталі, але до кінця спостережень залишаються домінуючими.

Активність β -ОБДГ — фермента, характеризуючого кінцеві стадії окислення жирних кислот, на протязі експерименту складається з 3 рівней активності. При цьому до 7-ї доби переважає субпопуляція помірної активності [70], пізніше зменшується одноманітність, та зростають

Таблиця 1. Відносний вміст нейронів із слабким (А), помірним (В), високим (С) та дуже високим (Д) рівнями активності дегідрогеназ у передньому вестибулярному ядрі шурів до та після вібродіяння, % загального числа нейронів

Дегідрогеназа (ДГ)	До вібродіяння (контроль)				Після вібродіяння							
					1-а доба				3-я доба			
	А (0—1 бал)	В (2—3 бал)	С (4—5 бал)	Д (6—7 бал)	А (0—1 бал)	В (2—3 бал)	С (4—5 бал)	Д (6—7 бал)	А (0—1 бал)	В (2—3 бал)	С (4—5 бал)	Д (6—7 бал)
Нікотина-міддінуклеотид (відновлений)-ДГ	—	24,4	74,5	1,1	—	47,9	51,8	—	—	3,5	84,3	12,12
Нікотина-міддінуклеотидфосфат (відновлений)-ДГ	2,0	70,6	27,2	—	51,5	48,5	—	—	39,5	59,56	—	—
Сукцинат-ДГ	—	45,2	53,1	1,6	—	39,8	59,4	1,2	—	32,9	65,2	2,0
Малат-ДГ	—	28,8	69,0	2,3	—	26,0	72,0	1,9	—	31,3	61,2	7,6
Оксибутират-ДГ	8,7	70,9	20,4	—	5,3	69,1	23,6	1,9	12,1	79,0	9,6	—
Гліцерофосфат-ДГ	2,3	77,6	19,2	0,6	—	54,2	44,4	0,9	—	57,0	42,8	—
Лактат-ДГ	—	46,2	53,3	0,6	—	54,2	45,8	—	—	54,5	45,5	—
Глутамат-ДГ	—	48,0	52,0	—	—	29,6	68,1	2,3	—	38,5	60,1	1,5
Глюкозо-6-фосфат-ДГ	11,7	66,9	21,33	—	—	75,4	24,5	—	—	22,4	75,0	2,5

Дегідрогеназа (ДГ)	До вібродіяння (контроль)				Після вібродіяння							
					7-а доба				14-а доба			
	А (0—1 бал)	В (2—3 бал)	С (4—5 бал)	Д (6—7 бал)	А (0—1 бал)	В (2—3 бал)	С (4—5 бал)	Д (6—7 бал)	А (0—1 бал)	В (2—3 бал)	С (4—5 бал)	Д (6—7 бал)
Нікотина-міддінуклеотид (відновлений)-ДГ	—	24,4	74,5	1,1	48,0	52,0	—	—	—	58,4	37,9	3,3
Нікотина-міддінуклеотидфосфат (відновлений)-ДГ	2,0	70,6	27,2	—	62,8	37,1	—	—	24,2	62,5	12,6	—
Сукцинат-ДГ	—	45,2	53,1	1,6	57,2	42,8	—	—	—	28,3	68,6	2,8
Малат-ДГ	—	28,8	69,0	2,3	—	70,65	29,4	—	—	43,4	56,5	—
Оксибутират-ДГ	8,7	70,9	20,4	—	34,9	63,1	2,0	—	11,0	64,3	25,0	—
Гліцерофосфат-ДГ	2,3	77,6	19,2	0,6	26,6	64,6	8,9	—	—	80,3	19,7	—
Лактат-ДГ	—	46,2	53,3	0,6	0,4	65,2	34,2	—	—	55,2	44,75	—
Глутамат-ДГ	—	48,0	52,0	—	27,9	52,7	19,3	—	—	44,3	54,9	0,8
Глюкозо-6-фосфат-ДГ	11,7	66,9	21,33	—	5,8	74,1	20,1	—	—	34,8	65,2	—

Дегідрогеназа (ДГ)	До вібродіяння (контроль)				Після вібродіяння							
					20-а доба				30-а доба			
	A (0—1 бал)	B (2—3 бал)	C (4—5 бал)	D (6—7 бал)	A (0—1 бал)	B (2—3 бал)	C (4—5 бал)	D (6—7 бал)	A (0—1 бал)	B (2—3 бал)	C (4—5 бал)	D (6—7 бал)
Нікотина- міддінукле- отид (від- новлений)- ДГ	—	24,4	74,5	1,1	4,3	56,2	35,3	7,7	21,4	73,7	4,7	—
Нікотина- міддінукле- отидфосфат (відновле- ний)-ДГ	2,0	70,6	27,2	—	75,3	24,6	—	—	41,2	53,7	4,1	—
Сукцинат- ДГ	—	45,2	53,1	1,6	26,1	73,9	—	—	3,5	49,5	46,9	—
Малат-ДГ	—	28,8	69,0	2,3	—	25,8	72,5	1,6	12,5	50,8	36,6	—
Оксибути- рат-ДГ	8,7	70,9	20,4	—	30,3	67,4	2,3	—	51,6	46,2	2,3	—
Гліцерофос- фат-ДГ	2,3	77,6	19,2	0,6	3,8	73,6	22,5	—	23,7	71,6	4,5	—
Лактат-ДГ	—	46,2	53,3	0,6	—	45,6	54,3	—	—	71,7	30,5	—
Глутамат- ДГ	—	48,0	52,0	—	—	33,3	66,6	—	—	55,0	44,9	—
Глюкозо-6- фосфат-ДГ	11,7	66,9	21,33	—	—	65,0	35,0	—	9,3	78,0	11,9	—

розміри субпопуляції слабкої активності. Що стосується α -ГФДГ (ферменту, який дає уявлення про стан окислення гліцеролу у складі тригліцеридів), то, як ми бачимо, з табл. 1, за час дослідів періодично зменшується кількість рівнів активності цього ферменту та у другій половині дослідів відновлюється перевага нейронів з помірною активністю.

Поведінка ЛДГ та ГДГ — ферментів, яких можна розглядати як представників циклів, постачальників ЦТК субстратами, була досить стабільною (див. табл. 1), реалізація їхньої активності здійснювалась достатньо симетрично на 2 рівнях (як у інтактних тварин). Особливість поведінки ЛДГ складалася з переваги помірної активності у нейронах на 30-у добу дослідів, а ГДГ — у зменшенні в той же період акценту розподілу з високої на помірну активність.

Нарешті аналіз динаміки активності Г6ФДГ (провідного ферменту окисної частини пентозного циклу) виявляє, що цей фермент періодично реалізується на меншому, ніж у контролі, числі рівнів активності, а на 1-у та 7-у доби і 30-у добу дослідів має чітку тенденцію до асиметрії (70 % нейронів зараховувалися до однієї субпопуляції активності).

Загальним для досліджених ферментів була тенденція до формування основної субпопуляції активності у період з 7-ї по 14-у доби експерименту, що, імовірно, відображає адаптаційну реакцію ОВМ на функціональну напругу мозкових структур у відповідь на вібрацію [2]. Крім того зміщення акценту активності дегідрогеназ ЦТК та енергетичного обміну з високого рівня до помірного дозволяє казати про економічний характер енергетики значної частини нейронів.

Наслідки аналізу вірогідності у табл. 2 демонструють зміну у структурі основних циклів ОВМ. Як показано у табл. 2, на протязі усього часу дослідження ЦТК (за співвідношенням СДГ та МДГ) в основному діє у своїй сбалансованій формі, котра на 1-у добу та 20—30-у доби впливу реалізується на 2 рівнях, а у період з 3-ї по 14-у

Т а б л и ц я 2. Варіабельність співвідношення активності деїдрогеназ (ДГ) основних енергетичних циклів в нейронах переднього вестибулярного ядра до та після вібродіяння

Час дослідження	Виявлений варіант					
	I	II	III	IV	V	VI
До вібродіяння						
Після вібродіяння:			Сукцинат-ДГ : малат-ДГ			
на 1-у добу	В : В=0,18	С : С=0,31	С : В=0,20	Д : С=0,18	В : С=0,29	—
на 3-у добу	В : В=0,18	С : С=0,28	С : В=0,22	—	В : С=0,24	С : D=0,17
на 7-у добу	В : В=0,30	С : С=0,30	С : В=0,21	Д : С=0,16	В : С=0,24	С : D=0,17
на 14-у добу	—	—	С : В=0,30	Д : С=0,21	—	—
на 20-у добу	В : В=0,19	С : С=0,40	С : В=0,23	Д : С=0,23	В : С=0,24	С : D=0,20
на 30-у добу	В : В=0,27	С : С=0,29	С : В=0,24	—	В : С=0,24	С : D=0,17
		С : С=0,20	С : В=0,29	—	В : С=0,24	А : В=0,16
Нікотинамідінуклеотид (відновлений) -ДГ : нікотинамідінуклеотидфосфат (відновлений) -ДГ						
В : В=0,24		С : С=0,25	С : В=0,36	С : А=0,18	—	Д : В=0,18
В : В=0,19		—	С : В=0,24	С : А=0,29	В : А=0,24	Д : А=0,17
В : В=0,17		С : С=0,19	С : В=0,32	С : А=0,28	—	Д : В=0,17
на 3-у добу	В : В=0,21	А : А=0,29	—	—	В : А=0,26	Д : В=0,24
на 7-у добу	В : В=0,30	—	С : В=0,29	С : А=0,15	В : А=0,16	Д : В=0,18
на 14-у добу	В : В=0,20	А : А=0,20	С : В=0,19	С : А=0,22	В : А=0,33	—
на 20-у добу	В : В=0,27	А : А=0,15	—	С : А=0,20	В : А=0,32	В : С=0,20
на 30-у добу						
Нікотинамідінуклеотидфосфат (відновлений) -ДГ : глюкозо-6-фосфат-ДГ						
В : В=0,34		А : В=0,17	—	В : С=0,23	С : В=0,23	В : А=0,21
В : В=0,28		А : В=0,33	А : С=0,22	В : С=0,17	—	—
В : В=0,23		А : В=0,19	А : С=0,25	В : С=0,29	В : D=0,15	С : С=0,16
на 3-у добу	В : В=0,28	А : В=0,34	А : С=0,18	—	—	А : А=0,20
на 7-у добу	В : В=0,36	А : В=0,22	—	В : С=0,24	С : В=0,20	—
на 14-у добу	В : В=0,24	А : В=0,27	А : С=0,25	В : С=0,22	—	—
на 20-у добу	В : В=0,29	А : В=0,34	А : С=0,19	—	С : В=0,21	А : А=0,15
на 30-у добу						

Примітка. А, В, С, D — див. табл. 1.

доби — на одному. Слід відмітити, що в цей період (див. табл. 2) зростає вірогідність роботи ЦТК у режимі активації ізольованої СДГ-ланки, особливо це помітно у період з 7-ї по 14-у доби. Можливо, в цей період ОВМ зазнає напруги за гіпоксичним типом. Спостерігається більша вірогідність активації дегідрогеназ ЦТК з перевагою МДГ над СДГ, у цій формі ЦТК працював на 2 рівнях активності ферментів. На думку Кондрашової [6] у випадку переваги активності МДГ над СДГ, ця форма ЦТК, імовірно, утворює та накопичує сукцинат за рахунок надміру НАД·НДГ та звороту другої половини ЦТК. Ми спостерігали підвищення вірогідності активації дегідрогеназ ЦТК з перевагою активності МДГ на 1—3-ю та 14—30-у доби досліду, до та після періоду гіпоксичної напруги, у зв'язку з чим можна думати, що ця форма роботи ЦТК є коенсаторно-приспосувальною реакцією ОВМ у нейронах ПВЯ при патологічних станах.

Загальний напрям ОВМ оцінювали по співвідношенню активності НАД·НДГ та активності НАДФ·НДГ. Як бачимо у табл. 2, на протязі досліду, за виключенням 1-ї та 14-ї діб, перевагу мало гармонійне енергозабезпечення спеціальних функцій та реакцій біосинтезу у нейроні. Це постачання виявлялося на 2 рівнях активності ферментів. Слід відмітити, що на 7, 20 та 30-у доби переважала слабка активність цих ферментів, що може бути причиною збільшення вмісту відновлених форм піридиннуклеотидів у зв'язку з гіпоксичним характером процесів.

Другим напрямом ОВМ було переважання функціональної активності нейронів (але без занепаду біосинтезу), яке забезпечувалося верхом активності НАД·НДГ над активністю НАДФ·НДГ та здійснювалося на багатьох рівнях активності. На 7-у добу досліду число рівнів дії цього напрямку різко скорочується. В цей же період вірогідність переваги активності НАДФ·НДГ зростає, що, мабуть, обумовлено використанням потенціалу НАДФ·НДГ через трансдигідрогеназну реакцію в енергозабезпеченні функціональної активності нейрона (гіпоксична реакція).

Як бачимо з табл. 2, у контролі, наприклад, з однаковою вірогідністю можуть здійснюватися 3 такі варіанти використання енергії пентозофосфатного шляху (ПФШ): гармонійне використання для біосинтезу і спеціальних функцій (однакова активність НАДФ·НДГ та Г6ФДГ), використання переважно для біосинтезу (перевага активності Г6ФДГ), використання переважно для забезпечення спеціальних функцій. При цьому перший напрям ПФШ реалізується на одному рівні активності ферментів, але з високою вірогідністю, а два других з меншою вірогідністю, але на двох рівнях активності. Висока вірогідність гармонійного застосування енергії ПФШ зберігається на протязі всього досліду, більш того на 3, 7, 30-у доби реалізується на 2 рівнях активності. Як бачимо з табл. 2, застосування енергії ПФШ для забезпечення біосинтезу зростає; на 1-у та 20-у доби цей варіант здійснювався вже на 3 рівнях активності, а на 3-ю добу навіть на 4 рівнях. Вірогідність застосування ПФШ для енергозабезпечення нейрона проявляється тільки у другій половині досліду та тільки на одному рівні активності ферментів.

Варіабельність співвідношення (ОБДГ : ГФДГ : ЛДГ : ГДГ)-активності — ДГ, які забезпечують субстратами цикл трикарбонових кислот, в нейронах ПВЯ до та після вібродіяння має зазначений нижче вигляд:

до діяння (контроль)	—	BBBB=0,61; CCBV=0,33; CCCB=0,33; BACB=0,41; BCCB=0,45; AABV=0,26; CCCC=0,34; ACBV=0,31; BAVB=0,42; ABVB=0,45; ACCC=0,31.
після діяння на 1-у добу	—	CCCB=0,42; CCCC=0,42; CCDB=0,34; BCDB=0,39; BBBB=0,49; CCDC=0,34; BBBD=0,39; BCBB=0,50; CCBD=0,34; BBDB=0,39; BBBC=0,47; BBCC=0,47; BCCB=0,47; BBCC=0,47; BBBD=0,23; BBBC=0,49; CCBV=0,44; CCBC=0,44; BCBC=0,50; BBDC=0,39.
на 3-у добу	—	CDCB=0,18; CCCC=0,39; CCCB=0,30; BBBB=0,48; CCBV=0,39; ABBC=0,50; CVCB=0,27; BBBD=0,44; BBBD=0,35; BCBB=0,52; ABCD=0,28; CCBD=0,34;

	CBBC=0,44; BBBC=0,57; BCCD=0,39; CCCC=0,26; ABCB=0,32; BBCC=0,49; BBBC=0,40; CBCC=0,36; CCBC=0,48; BCCC=0,52; ABBD=0,37;
на 7-у добу	— CCCC=0,16; AABV=0,53; ABBV=0,57; AABA=0,43; CCBC=0,28; CCBA=0,31; AACB=0,38; BBBC=0,47; BCCC=0,23; AAAC=0,21; BBBC=0,49; AAAB=0,35; BBBB=0,62; CBVV=0,52; AACC=0,25; BBAA=0,33; BBAB=0,43; BBBA=0,37; BBBA=0,52; AACA=0,29; ABCA=0,31; AABC=0,40; CCBB=0,41; CCAB=0,23; CAAA=0,20; BBAC=0,30;
	ABAA=0,28; ACAA=0,17; CCCC=0,26; AAAA=0,24; BBCC=0,33;
на 14-у добу	— CCCC=0,32; CBVV=0,47; CDCD=0,18; BBBC=0,65; CCCC=0,36; CBVV=0,33; BBCC=0,64; CCCC=0,22; CCBD=0,23; BBBD=0,51; BBBD=0,35; CBBC=0,51; BBBC=0,60; BBBB=0,61; BCCC=0,50; BBBD=0,50; — CCBC=0,37; ABCD=0,34; CDBB=0,28;
на 20-у добу	— CCCC=0,17; BBBC=0,47; CCCC=0,24; BBBB=0,58; CCBD=0,27; CBBD=0,38; BBBD=0,50; CBVV=0,45; CCCC=0,29; CCBC=0,39; CCBD=0,40; CBBC=0,35; ABVV=0,56; BBBD=0,40; AACC=0,40; BCCC=0,41; BABC=0,62; ACBD=0,46; CBVV=0,35; BBCC=0,52;
на 30-у добу	— AABA=0,34; CCCC=0,22; CCCC=0,22; ABBV=0,59; CBVV=0,34; BBBA=0,40; BBBC=0,63; AABV=0,45; BBBB=0,63; ABBV=0,59; BCCC=0,36; AACC=0,33; CBBC=0,33; CBBC=0,49; AACB=0,34; AACA=0,22; BCBV=0,47; CBVV=0,49; CCBA=0,22; BABB=0,49; AABC=0,45; BBBC=0,51; BBCC=0,51; BBBA=0,51.

Як бачимо, під час вібровпливу найбільша сумарна вірогідність була у таких 4 джерел, рівнозначних за результатами постачання субстратами: гліколізу, окислення амінокислот, та гліцерола тригліцеридів, окислення жирних кислот. Другою за значенням була можливість постачання переважно з 3 джерел. В цьому випадку опорними були або амінокислотний та кетокислотний цикли, або вуглеводно-кетокислотний — гліцероловий цикл.

Таким чином, виконані дослідження продемонстрували, що у нейронах ПВЯ під час вібровпливу відбуваються зміни ОВМ, подібні адаптаційно-компенсаторним змінам у відповідь на гіпоксію (активація СДГ-ланки циклу Кребса, використання потенціалу НАДФ·НДГ та ПФШ у енергозабезпеченні нейрону). На можливість гіпоксичного характеру змін ОВМ у нейронах ПВЯ під впливом вібрації вказує також збільшення вмісту відновлених форм НАД та НАДФ, а також вірогідне накопичення сукцинату за рахунок обертання дікарбонової частини циклу Кребса. Виявлена в ході дослідів зміна досліджених циклів, часткове скорочення кількості вірогідних варіантів їх функціонування, а також перехід на інший рівень активності ферментів, які її складають, очевидно, носить компенсаторний характер, бо будують умови для мобілізації резервів адаптації та відображає асиметричну перебудову системи енергопостачання. Зміна під час дослідів розмірів субпопуляції нейронів з різною активністю ферментів, можливо, забезпечує відбір варіантів роботи циклів ОВМ та рівнів активності ферментів, що встановлює оптимальний режим роботи цих циклів у нових умовах середовища.

B. A. Nasibullin, V. A. Rozanov, M. A. Yanovsky

EFFECT OF LOW-FREQUENCY VIBRATION ON THE CONTENT OF REDOX ENZYMES IN NEURONES OF NUCLEUS VESTIBULARIS ANTERIOR OF RATS

To obtain the characteristics of the main changes in oxidative metabolism in the neurones of the nucleus vestibularis anterior (NVA) under the influence of low frequency vibration in rat brain the activities of some dehydrogenases (NADH-DH, NADPH-DH, succinate-DH, malate-DH, β -oxybutyrate-DH, α -glycerolphosphate-DH, lactate-DH, glutamate-DH and 6-phosphogluconate-DH) were measured using histochemical methods. The sizes of subpopulations of neurons differing in enzyme activities were estimated.