

ПРО ОСОБЛИВОСТІ ГЕМОДИНАМІЧНИХ ЗРУШЕНЬ, ВИКЛИКАНИХ ЕЛЕКТРИЧНОЮ СТИМУЛЯЦІЄЮ ДЕПРЕСОРНОГО НЕРВА У КРОЛИКІВ ТА КІШОК

Л. М. Шаповал

Відділ фізіології кровообігу Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця АН УРСР, Київ

У рефлекторній регуляції діяльності серцево-судинної системи важлива роль належить рецепторам дуги аорти, які разом з рецепторами каротидного синуса утворюють єдину сино-аортальну рефлексогенну зону. Визначенню ролі депресорних рефлексів з каротидного синуса в регуляції судинного тону та діяльності серця присвячено багато праць [3, 5, 6, 8—13].

Вважають, що функція барорецепторів каротидного синуса в основному пов'язана із змінами судинного тону, а аортальні барорецептори переважно включаються у контроль серцевої діяльності [8, 9]. На жаль, детальному дослідженню ролі серцевого компонента, а також характеру гемодинамічних зрушень, що виникають в ході депресорного рефлексу з дуги аорти, присвячено небагато праць [9].

Ми вивчали характер змін хвилинного та систолічного об'ємів крові, частоти серцевих скорочень, роботи лівого шлуночка та загального периферичного опору судин при електричній стимуляції депресорного нерва у кроликів та кішок.

Методика досліджень

Досліди проведені на кроликах вагою 1,5—2,2 кг, наркотизованих уретаном і мединалом, внутрішньо, та на кішках вагою 2,2—2,8 кг, наркотизованих хлоралозою і нембуталом, внутріочеревинно. Депресорний нерв виділяли нижче кута, утвореного верхньо-гортанним нервом і стовбуром блукаючого нерва. Для електричної стимуляції використовували срібні біполярні електроди, з'єднані з виходом електронного стимулятора ДКЕС-4М. Електрична стимуляція нерва здійснювалась прямокутними імпульсами (0,2—1,0 мсек, 50 імпульс/сек, 300—350 мка). Системний артеріальний тиск реєстрували в стегновій артерії з допомогою електроманометра, хвилинний об'єм крові вимірювали методом термодилуції, в модифікації, розробленій у відділі фізіології кровообігу Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця АН УРСР [1, 7]. Частоту серцевих скорочень визначали за коливаннями пульсового тиску. Систолічний об'єм крові, роботу лівого шлуночка, серцевий та систолічний індекси, загальний периферичний опір судин визначали розрахунковим методом. Гемодинамічні показники реєстрували до стимуляції та на висоті гемодинамічної реакції, яка розвивалась при стимуляції депресорного нерва.

Результати досліджень

Електрична стимуляція депресорного нерва кроликів (табл. 1) супроводжувалась закономірним зниженням системного артеріального тиску, в середньому, на 18 мм рт. ст. Збільшення сили та тривалості застосованих стимулів не змінювало напрямку реакції. Частота серцевих скорочень зменшувалась, у середньому, від 290,7 до 234,2 за хв ($p < 0,05$).

Зміни хвилинного та систолічного об'ємів крові були досить відрізними, але різноспрямованими. В шести з 13 дослідів хвилинний та систолічний об'єми крові зменшувалися, а в семи дослідях збільшувалися. В середньому хвилинний об'єм крові зменшився на 8%, систолічний об'єм дещо збільшився (6,6%).

Неоднорідні зміни хвилинного та систолічного об'ємів крові спостерігалися у послідовних дослідях на одному і на різних кроликах.

Таблиця 1
Гемодинамічні зрушення при електричній стимуляції депресорного нерва кролика ($n = 13$)

Досліджувані показники	Статистичні показники	Вихідні дані	Дані на висоті реакції	Зміни в %
Системний артеріальний тиск (мм рт. ст.)	<i>M</i>	79,40	61,10	23,0
	<i>m</i>	$\pm 5,24$	$\pm 7,22$	
	<i>p</i>		$< 0,05$	
Частота серцевих скорочень (хв)	<i>M</i>	290,70	234,20	18,4
	<i>m</i>	$\pm 13,28$	$\pm 27,12$	
	<i>p</i>		$< 0,05$	
Хвилинний об'єм крові (мл)	<i>M</i>	174,80	160,80	8,0
	<i>m</i>	$\pm 25,16$	$\pm 17,30$	
	<i>p</i>		$> 0,5$	
Систолічний об'єм крові (мл)	<i>M</i>	0,60	0,64	6,6
	<i>m</i>	$\pm 0,09$	$\pm 0,05$	
	<i>p</i>		$> 0,5$	
Серцевий індекс (мл/м ² · хв)	<i>M</i>	1,09	1,02	6,4
	<i>m</i>	$\pm 0,25$	$\pm 0,02$	
	<i>p</i>		$> 0,5$	
Систолічний індекс (мл/м ²)	<i>M</i>	3,60	3,94	9,0
	<i>m</i>	$\pm 0,26$	$\pm 0,31$	
	<i>p</i>		$> 0,2$	
Робочий індекс лівого шлуночка (кгм/м ² · хв)	<i>M</i>	1,10	0,99	10,0
	<i>m</i>	$\pm 0,16$	$\pm 0,12$	
	<i>p</i>		$> 0,5$	
Робочий ударний індекс лівого шлуночка (кгм/м ²)	<i>M</i>	3,90	3,18	18,4
	<i>m</i>	$\pm 0,46$	$\pm 0,38$	
	<i>p</i>		$> 0,2$	
Загальний периферичний опір судин (дин · сек · см ⁻⁵)	<i>M</i>	38240,00	30890,00	19,1
	<i>m</i>	$\pm 1540,00$	$\pm 3480,00$	
	<i>p</i>		$< 0,05$	

Загальний периферичний опір судин у переважній частині дослідів зменшувався. Це зменшення у середньому становило 19,1%. Між величинами хвилинного об'єму крові та загального периферичного опору судин спостерігалася чітка кореляція. Робочий індекс лівого шлуночка зменшився на 10%, середнє збільшення робочого ударного індексу лівого шлуночка становило 18,4%.

При електричній стимуляції депресорного нерва у кішок (табл. 2) системний артеріальний тиск виразно знижувався лише при збільшенні тривалості застосовуваних стимулів до 1,0 мсек. У цьому випадку середнє зниження системного артеріального тиску становило 16,0 мм рт. ст. При коротшій тривалості стимулів (0,2 мсек). іноді спостерігалась навіть пресорна реакція. Зниження системного артеріального тиску супроводжувалось зменшенням частоти серцевих скорочень. В середньо-

му частота серцевих скорочень зменшувалась від 227,7 до 201,7 за $xв$ ($p < 0,01$). Зміни хвилинного та систолічного об'ємів крові були різноспрямованими. Вони збільшувалися у семи з 18 дослідів, в більшості дослідів (11) відбувалося зменшення хвилинного та систолічного об'ємів крові. У середньому хвилинний об'єм крові зменшився з 218,2 до 183,6 $мл$ ($p > 0,2$), що становить 16%. Сistolічний об'єм крові в середньому також дещо зменшився (4,1%).

Таблиця 2
Гемодинамічні зрушення при електричній стимуляції депресорного нерва кішки ($n = 18$)

Досліджувані показники	Статистичні показники	Вихідні дані	Дані на висоті реакції	Зміни в %
Системний артеріальний тиск ($мм$ рт. ст.)	M	138,30	122,20	
	m	$\pm 3,50$	$\pm 5,20$	
	p		$< 0,02$	
Частота серцевих скорочень ($xв$)	M	227,70	201,70	11,4
	m	$\pm 5,40$	$\pm 7,10$	
	p		$< 0,01$	
Хвилинний об'єм крові ($мл$)	M	218,20	183,60	16,0
	m	$\pm 18,09$	$\pm 21,20$	
	p		$> 0,2$	
Сistolічний об'єм крові ($мл$)	M	0,96	0,92	4,1
	m	$\pm 0,08$	$\pm 0,11$	
	p		$> 0,5$	
Серцевий індекс ($мл/м^2 \cdot xв$)	M	1,18	1,02	13,5
	m	$\pm 0,07$	$\pm 0,13$	
	p		$> 0,2$	
Сistolічний індекс ($мл/м^2$)	M	5,22	5,13	1,7
	m	$\pm 0,26$	$\pm 0,77$	
	p		$> 0,5$	
Робочий індекс лівого шлуночка ($кгм/м^2$)	M	2,13	1,71	19,0
	m	$\pm 0,14$	$\pm 0,29$	
	p		$> 0,2$	
Робочий ударний індекс лівого шлуночка ($кгм/м^2$)	M	9,28	7,96	14,0
	m	$\pm 0,80$	$\pm 0,30$	
	p		$> 0,5$	
Загальний периферичний опір ($дин \cdot сек \cdot см^{-5}$)	M	52800,00	60600,00	15,2
	m	$\pm 5860,00$	$\pm 6060,00$	
	p		$< 0,02$	

Зміни хвилинного та систолічного об'ємів крові були різноспрямованими у дослідах на різних кішках і у послідовних дослідах на одній тварині. Робочий індекс лівого шлуночка зменшився на 19%, зниження робочого ударного індексу лівого шлуночка становило 14%. На відміну від кроликів загальний периферичний опір судин при стимуляції депресорного нерва кішок збільшився на 16%.

Обговорення результатів досліджень

При електричній стимуляції депресорного нерва кроликів, незалежно від сили та тривалості застосованих стимулів, спостерігались виключно депресорні реакції. Це відповідає літературним даним [8, 14]; і, можливо, пов'язане з тим, що у депресорному нерві кролика при-

сутні переважно барорецепторні волокна. Даних про наявність хеморецепторних волокон у цьому нерві нема [14].

У кішок депресорний нерв складається з баро- та хеморецепторних волокон [15]. Пресорні реакції, що іноді спостерігались при стимуляції цього нерва, можливо, пов'язані з активацією саме хеморецепторних волокон. Слід мати на увазі, що існують різні точки зору щодо механізму виникнення різноспрямованих вазомоторних реакцій при стимуляції однієї нервової структури [2], але жодна з існуючих гіпотез не має достатнього підтвердження. Зміни хвилинного та систолічного об'ємів крові у проведених нами дослідах були досить виразними, але різноспрямованими і у кроликів, і у кішок. Важливу роль у зменшенні хвилинного об'єму крові у тварин обох груп відігравало зменшення частоти серцевих скорочень, спостережуване у всіх дослідах. Відзначене нами збільшення хвилинного об'єму крові, незважаючи на зменшення частоти серцевих скорочень, відбувалось внаслідок збільшення систолічного об'єму крові. Якщо взяти до уваги, що у кроликів при електричній стимуляції зменшувались робота лівого шлуночка і загальний периферичний опір судин, то на збільшення систолічного об'єму крові могло також впливати збільшення венозного повернення крові у праве передсердя.

У кішок, на відміну від кроликів, загальний периферичний опір судин у середньому збільшувався, протидіючи збільшенню кількості крові, яка поверталася до серця. Безперечно, на зміни хвилинного об'єму крові впливали й інші фактори, роль яких ми поки не можемо оцінити.

На підставі одержаних результатів можна зробити висновок, що електрична стимуляція депресорного нерва кроликів та кішок викликала зміни в діяльності серця, які проявлялись у зменшенні частоти серцевих скорочень, тобто спостерігався негативний хронотропний ефект. Певної закономірності у змінах хвилинного об'єму крові виявити не вдалось.

Якщо взяти до уваги, що зміни хвилинного об'єму крові були різноспрямованими при односпрямованих змінах частоти серцевих скорочень, то можна вважати, що активну участь у змінах хвилинного об'єму крові відіграє тонус резистивних судин.

Рефлекси з дуги аорти належать до системи рефлексів, що оцінюють роботу органів кровообігу за критерієм найкращого режиму [4]. Можливо, цим критерієм найкращого режиму є мінімум механічної потужності серця як насоса при кожній даній швидкості загального потоку крові. Характерне розміщення механорецепторних зон серця та сусідніх великих судин при одностипних рефлексах дозволяє гадати, що аналіз інформації, яка надходить у мозок з сино-аортальної рефлексогенної зони, відбувається в серцево-судинному центрі, внаслідок чого виникає таке співвідношення швидкості та сили серцевих скорочень, такий опір резистивних судин і такий ступінь їх наповнення, щоб серце виконувало найменшу роботу.

Література

1. Гуревич М. И., Берштейн С. А., Голов Д. А., Повжитков М. М.— Физiol. журн. СССР, 1967, 53, 350.
2. Удельнов М. Г., Кулагина В. П.— Физiol. журн. СССР, 1963, 49, 760.
3. Повжитков М. М., Братусь В. В.— Физiol. журн. СССР, 1967, 53, 8, 950.
4. Хаятин В. М.— Физiol. журн. СССР, 1967, 53, 12, 1469.
5. Baccelli C., Guazzi M., Libbetti A., Lanchetti A.— Amer. J. Physiol., 1965, 208, 4, 708.
6. Douglas W., Innes I., Kosterlits H.— J. Physiol., 1950, 215.
7. Fegler G.— Quart. J. Exp. Physiol., 1954, 39, 153.
8. Glick G., Covell J.— Amer. J. Physiol., 1968, 214, 5, 955.

9. Heymans C., Neil E.—Reflexsogenic areas of the cardiovascular system, London, 1958.
10. Holt J. et al.—J. Physiol., 1946, 146, 410.
11. Iriuchijima J., Ogata H.—Jap. Heart J., 1964, 5, 49.
12. Kumada M., Iriuchiyima J.—Jap. J. Physiol., 1965, 15, 4, 397.
13. Lindgren P., Manning J.—Acta Physiol. Scand., 1965, 63, 401.
14. Neil E., Redwood C., Sweitzer A.—J. Physiol. (L.), 1949, 109, 392.
15. Sato A., Fidone S., Eyzaguirre C.—Brain Res., 1968, 11, 459.
16. Winder C.—Amer. J. Physiol., 1937, 118, 379.

Надійшла до редакції
22.VI 1971 р.

**ON PECULIARITIES OF THE HEMODYNAMIC CHANGES INDUCED
BY ELECTRICAL STIMULATION OF DEPRESSOR NERVE
IN CATS AND RABBITS**

L. M. Shapoval

*Department of Circulation Physiology, the A. A. Bogomoletz Institute
of Physiology, Academy of Sciences, Ukrainian SSR, Kiev*

S u m m a r y

The article deals with investigation of the minute and systolic blood volumes, heart rate and the total peripheral resistance of the blood vessels during electrical stimulation of the cats and rabbits depressor nerves.

It was shown that electrical stimulation caused decrease of the heart rate in cats and rabbits. The minute blood volume changes were of large magnitude but of different direction. The total peripheral resistance of the blood vessels increased in cats and decreased in rabbits. It is supposed that the resistive blood vessels tonus plays an important role in the minute blood volume changes.