

С.О.Коваленко, М.В.Макаренко

Центральна гемодинаміка у людей з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів при розумових і фізичних навантаженнях

Обследовали 116 здоровых мужчин в возрасте от 17 до 23 лет. Измеряли сердечный индекс, вариативность сердечного ритма в покое, при ортопробе, умственной и физической нагрузках, функциональную подвижность нервных процессов (ФПНП). Выяснено, что при нагрузках сердечный индекс ниже у лиц с высоким уровнем ФПНП, вариативность сердечного ритма при этом наибольшая у людей со средним уровнем функциональной подвижности.

ВСТУП

Значення показників центральної гемодинаміки та їх реактивність на різноманітні навантаження коливаються у досить широких межах. Це зумовлено цілою низкою уроджених особливостей людини, умовами її існування, функціональним станом організму [10]. У процесі пристосування організму до умов зовнішнього та внутрішнього середовища найважливішу роль відіграє центральна нервова система, її властивості основних нервових процесів. Доведено, що функціональна рухливість нервової системи (ФРНП), як одна з провідних властивостей вищої нервової діяльності, високо генетично детермінована [6]. Тому доцільно припустити, що у осіб з різним рівнем цієї властивості функціонування серцево-судинної системи буде мати свої особливості. Вивченню цього питання присвячено декілька праць [4, 7]. Однак комплексного дослідження змін серцевого викиду, варіабельності серцевого ритму при різноманітних навантаженнях у них проведено не було.

Мета нашої роботи – вивчення особливостей серцевого викиду та варіабельності

серцевого ритму у спокої та при розумових і фізичних навантаженнях у осіб з різним рівнем ФРНП.

МЕТОДИКА

Обстеження проведено на 116 чоловіках віком від 17 до 23 років в умовах наближених до основного обміну. Після 15-хвилинного відпочинку лежачи були здійснені 5-хвилинні реєстрації електрокардіограми, диференціальної реоплетизмограми грудної клітки від біопідсилювача РА-5-01 НДІ радіовимірювальної апаратури (Київ) пневмограми від п'єзоелектричного датчика, розташованого перед ніздрями носа. Сигнали оцифровували через АЦП ADC-1280 (Holit Data System, Україна) та зписували на вінчестер комп'ютера, а потім аналізували за допомогою програми Bioscan [3]. Записи цих сигналів здійснювали і при ортопробі (7 хв), розумовому навантаженні (тест на працездатність головного мозку в режимі “зворотного зв'язку”, 10 хв [5]), фізичному навантаженні потужністю 1 Вт на 1 кг маси, яке виконували на велоергометрі TX-1 (HKS, Німеччина) впродовж 5 хв. Систолічний об'єм

крові розраховували за сигналами диференційованої торакальної імпедансної реограми за всіма масивами впродовж 5 хв у спокої лежачи, при ортопробі з 3 по 7 хв, при розумовому навантаженні з 3 по 7 хв, при фізичному навантаженні з 3 по 5 хв. Для розрахунку серцевого індексу (CI) знаходили площу тіла за формулою Дю Буа [2].

Статистичний та спектральний аналіз кардіоінтервалограм проводили у програмі Casprico (a/c України №11262). При цьому визначали наступні характеристики: M – середнє значення R–R інтервалів; SDNN – стандартне відхилення масиву кардіоінтервалів; HFnorm – нормалізовану потужність спектра у діапазоні 0,15–0,4 Гц, що обчислювали за формулою $HF/(HF+LF) \times 100\%$ (HF – потужність спектра кардіоінтервалограми у діапазоні 0,15–0,4 Гц, LF – потужність спектра у діапазоні 0,04–0,15 Гц).

Вибір цих показників зумовлювався такими міркуваннями. CI характеризує насосну функцію серця і є показником його продуктивності та економічності [2]. SDNN вказує на варіативність масиву кардіоінтервалів. Відомо, що вища варіативність будь-якого фізіологічного показника (у здорових осіб) вказує на високий рівень його пристосувальних можливостей [1]. При зниженні варіативності система працює не на виконання декількох задач, а на забезпечення однієї, найбільш важливої, що свідчить про високий рівень регуляторного напруження. HFnorm – це показник вегетативного тону. Його використання для цього загальноприйнято [8].

ФРНП виявляли за часом виконання завдання (в секундах) за диференціюванням позитивних і гальмівних першосигнальних подразників у кількості 120 сигналів (T120) на комплексі „Діагност-1”. При цьому тривалість пред’явлення кожного подразника на початку дослідження дорівнює 900 мс, а потім автоматично змінюється залежно від правильності роботи обстеженого: після правильної відповіді

експозиція наступного сигналу скорочується на 0,02 с, а після неправильної – подовжується на таку саму величину.

Статистичний аналіз показників здійснювали у електронних таблицях Excel-97.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За аналізом швидкості переробки інформації з диференціювання позитивних і гальмівних подразників у досліджуваній вибірці всі обстежені методом сигмальних відхилень були розподілені на три групи з різним рівнем ФРНП. Особи з показниками менше ніж 57 с були віднесені до групи з високим рівнем ФРНП (25 чоловік), від 57 до 65 с – середнім (70 чоловік), більше ніж 65 с – низьким (21 особа).

У спокої лежачи за більшістю досліджуваних гемодинамічних показників між цими групами достовірних відмінностей не виявлено (таблиця). При цьому особи з високою ФРНП мали вірогідно вищий рівень HFnorm, ніж чоловіки з середнім і низьким рівнем. Слід відмітити, що у останніх цей показник становить $54,0 \pm 2,67$ та $53,0\% \pm 4,73\%$ відповідно, що є свідченням рівноваги впливу симпатичної та парасимпатичної ланки вегетативної нервової системи на ритм серця, а у представників першої групи – $64,7\% \pm 2,76\%$, що свідчить про переважання у них тону парасимпатичної нервової системи [8].

Багатьма авторами показано, що у стані спокою різниці у функціонуванні серцево-судинної системи між особами з різним рівнем ФРНП немає [4, 6].

При переході у положення стоячи у серцево-судинній системі відбувалися суттєві зрушення: зменшення середньої тривалості кардіоінтервалу, серцевого викиду, варіативності серцевого ритму, збільшення активності симпатичного відділу вегетативної нервової системи. Всі ці зміни є класичними з такими навантаженнями для здорової людини. У осіб з

Показники функціонування серцево-судинної системи у осіб з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів у спокої та при навантаженнях

Показник	Рівень функціональної рухливості нервових процесів		
	Високий	Середній	Низький
Спокій лежачи			
Середня тривалість кардіоінтервалу, мс	926±28	910±16	906±30
Середній індекс, мл/хв · м ²	2524±112	2596±72	2532±136
Стандартне відхилення масиву кардіоінтервалів, мс	57,4±7,5	62,4±4,1	59,1±6,0
Нормалізована потужність спектра кардіоінтервалів у діапазоні 0,15–0,4 Гц, %	64,7±2,76**	54,0±2,67	53,0±4,73*
Ортопроба			
Середня тривалість кардіоінтервалу, мс	783±40	744±17	748±19
Середній індекс, мл/хв · м ²	1771±55**	2017±50	2134±113**
Стандартне відхилення масиву кардіоінтервалів, мс	52,2±5,9	54,3±3,2*	44,9±3,4
Нормалізована потужність спектра кардіоінтервалів у діапазоні 0,15–0,4 Гц, %	26,6±5,05	30,4±2,26*	23,5±2,73
Розумове навантаження			
Середня тривалість кардіоінтервалу, мс	835±22	858±18	856±25
Середній індекс, мл/хв · м ²	1649±77*	1891±53	2031±86**
Стандартне відхилення масиву кардіоінтервалів, мс	49,6±3,3*	61,6±4,2*	49,7±3,1
Нормалізована потужність спектра кардіоінтервалів у діапазоні 0,15–0,4 Гц, %	34,6±3,89*	44,0±2,95	41,5±4,15
Фізичне навантаження			
Середня тривалість кардіоінтервалу, мс	595±18	610±9	602±14
Середній індекс, мл/хв · м ²	3122±157	3440±87	3580±146*
Стандартне відхилення масиву кардіоінтервалів, мс	26,6±1,8*	36,5±3,5*	26,0±2,0
Нормалізована потужність спектра кардіоінтервалів у діапазоні 0,15–0,4 Гц, %	38,6±4,97	41,4±2,50	40,0±4,93

* P<0,05; ** P<0,01 між показниками осіб з високою та середньою, середньою та низькою, низькою та високою рухливістю нервових процесів.

різним рівнем ФРНП вираженість цих змін відрізнялася. Так, у чоловіків з високим рівнем ФРНП СІ достовірно був нижчим, ніж у представників інших груп. Особи з середнім рівнем ФРНП мали вищий рівень варіабельності серцевого ритму та парасимпатичних впливів на нього, ніж особи з низьким рівнем.

Таким чином, більші зрушення у серцево-судинній системі при переході у вертикальне положення спостерігались у осіб з низькою ФРНП.

Розумове навантаження також викликало істотні зміни у роботі серця. Найбільші зрушення виявлено у осіб з високою ФРНП, у них спостерігалось зниження СІ, варіативності серцевого ритму за SDNN,

HFnorm достовірно більше, ніж у представників груп з середньою та низькою ФРНП.

Порівняння обсягів роботи, виконаної обстежуваними різних груп, показало, що у осіб з високим рівнем ФРНП розумова працездатність була вірогідно вищою, ніж у осіб з середньою та низькою градаціями цієї властивості (P<0,001). Так, кількість перероблених знаків за 10 хв у них становила – 1661 ± 33, у групі осіб з середнім рівнем – 1528 ± 22, у групі людей з низькою ФРНП – 1482,6 ± 35. Зрозуміло, це вимагає від них і вищого напруження регуляторних механізмів.

Існує думка, що аналіз варіативності серцевого ритму при розумовому навантаженні більш прогностичний для визначення

рівня напруження, ніж аналіз змін інших гемодинамічних показників [9]. Вельми цікавим було те, що поряд з цим серцево-судинна система у осіб з високим рівнем функціональної рухливості працювала з меншим навантаженням.

Групою з найбільш неефективним пристосуванням до розумового навантаження є, виходячи з отриманих результатів, особи з низькою ФРНП. У них разом з дещо нижчою (хоча і недостовірно) у порівнянні з особами з середньою розумовою працездатністю нижча економічність роботи серця та вище напруження регуляторних механізмів (за зниженням варіабельності серцевого ритму).

При дозованому фізичному навантаженні спостерігалось збільшення серцевого викиду, зниження варіативності серцевого ритму. Знову, як і при розумовому навантаженні, СІ у осіб з високим рівнем ФРНП був вірогідно нижчим, ніж у осіб з низьким рівнем. SDNN у осіб крайніх типів нижче, ніж у представників середньої групи. За сукупністю змін досліджуваних показників більш економічним виглядає пристосування до такого навантаження у осіб з середнім рівнем ФРНП.

Таким чином, рівень ФРНП суттєво впливає на пристосування серцево-судинної системи здорових молодих чоловіків до різних навантажень.

Особи з високим рівнем ФРНП у спокої мають більш високий тонус парасимпатичної ланки вегетативної нервової системи, більш економічне пристосування серця до будь-яких навантажень разом зі значним напруженням регуляторних процесів. Особливі переваги ця група має при виконанні розумового навантаження. Особи середнього рівня ФРНП менш реактивні на дію всіх досліджуваних навантажень, однак у них зберігається більш високий пристосувальний потенціал порівняно з іншими групами. Обстежені з низьким рівнем ФРНП більш реактивні на зміну положення тіла і пристосування серцево-судинної

системи до всіх навантажень у них найменш економічні.

Загальний висновок отриманих результатів може бути таким. Результати свідчать про зв'язок високо генетично детермінованих індивідуально-типологічних властивостей вищої нервової діяльності з характером вегетативного реагування в умовах розумового та фізичного навантаження, що віддзеркалюється на особливостях прояву показників центральної гемодинаміки. СІ у осіб з високим рівнем ФРНП при всіх навантаженнях вірогідно нижчий, ніж у осіб з середнім і низьким рівнем. Варіативність серцевого ритму при розумових і фізичних навантаженнях вища у осіб з середнім рівнем функціональної рухливості. В умовах спокою особи з високим рівнем характеризуються більш високим тонусом парасимпатичної ланки вегетативної нервової системи.

Отримані результати мають і практичну значимість. Врахування рівнів ФРНП важливо як для раціонального відбору до певного роду діяльності, так і для прогнозування ризику серцево-судинних захворювань та організації профілактичних заходів з метою їх попередження.

S.O.Kovalenko, M.V.Makarenko

CENTRAL HAEMODYNAMICS OF THE PERSONS WITH DIFFERENT LEVEL OF NERVOUS PROCESSES FUNCTIONAL MOBILITY AT THE CONDITIONS OF REST, MENTAL AND PHYSICAL LOADINGS

The examinations of 116 healthy men aged 17-23 were carried out. A cardiac index, heart rhythm variability at rest, tilt test, mental and physical loading and functional mobility of nervous processes (FMNP) were measured. It was found out, that cardiac index after loading was lower in the persons with the high level of FMNP while heart rhythm variability was the highest in the persons with the middle level of FMNP.

O.O.Bogomoletz Institute of Physiology, NAS of Ukraine, Kyiv

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Анохин П.К. Общие принципы формирования защитных приспособлений организма//Вестн. АМН

- СССР. – 1962. – 17, №4. – С. 16–26.
2. Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы (Справочник)/Под ред. Т.С.Виноградовой – М.: Медицина, 1986. – 416 с.
 3. Коваленко С.А., Кушниренко А.Е. Программная система определения показателей кардиодинамики в различных фазах дыхательного цикла // Кибернетика и вычислит. техника. – 1999. – Вып. 124. – С. 92–98.
 4. Лизогуб В.С. Онтогенез психофізіологічних функцій людини: Автореф. дис. ... д-ра біол.наук. – К., 2001. – 44 с.
 5. Макаренко М.В. Методика проведення обстежень та оцінки індивідуальних нейродинамічних властивостей вищої нервової діяльності людини // Фізіол. журн. – 1999. – 45, № 4. – С. 125–131.
 6. Макаренко Н.В. Теоретические основы и методики профессионального психофизиологического отбора военных специалистов. – К.: Изд-во Минобороны. – 1996. – 336 с.
 7. Медведев М.А., Загулова Д.В., Несторенко А.И., Васильев В.Н. Значимость личностных особенностей при интерпретации показателей спектральных составляющих сердечного ритма // Физиология человека. – 2002. – 28, № 3. – С. 54–60.
 8. Heart rate variability. Standatds of Measurement, Physiological interpretation and clinical use //Circulation. – 1996. – 93. – P.1043–1065.
 9. Hjortskov N., Rissen D., Blangsted A.K. et al. The effect of mental stress on heart rate variability and blood pressure during computer work//Eur J Appl Physiol. – 2004. – 92, №1–2. – P.84–89.
 10. Voss A., Busjahn A., Wessel N. et al. Familial and genetic influences on heart rate variability// J. Electrocardiol. – 1996. – 29 (Suppl). – P.154–60.

Ин-т фізіології ім. О.О.Богомольця НАН України, Київ

Матеріал надійшов до редакції 17.02.2005