

Є.Л. Михалюк

Стан центральної гемодинаміки, варіабельності серцевого ритму та фізичної працездатності у гандболістів екстра-класу

Проведено комплексне дослідження стану центральної гемодинаміки, варіабельності серцевого ритму та фізичної работоспособності у 44 гандболістів. Осуществлено сравнение изучаемых показателей в зависимости от спортивной квалификации между мастерами спорта международного класса и мастерами спорта. Предложен новый методический подход, согласно которому выполнено сравнение показателей центральной гемодинамики у спортсменов, имеющих сердечный индекс в пределах $2,750 \text{ л} \cdot \text{мин}^{-1} \cdot \text{м}^2$. Подобные сравнения осуществлены у гандболістів, имеющих частоту сердечных сокращений в пределах 56 мин^{-1} , величину индекса напряжения (индекс Баевского) в пределах 80 отн. ед., а также коэффициент симпато-вагального баланса (LF/HF) в пределах 1,0 отн. ед. Между показателями центральной гемодинамики и варіабельностью серцевого ритму приведен корреляционный анализ.

ВСТУП

Пошук універсальних методів оцінки функціонального стану організму спортсменів, незважаючи на наявність великої кількості факторів [6], які слід враховувати, продовжується і нині. Вважають, що рівень спортивних досягнень залежить від стану здоров'я спортсменів [2, 3, 6]. Вивчення стану серцево-судинної системи, вегетативної нервової системи та фізичної працездатності у спортсменів конкретного виду спорту, одної статі, періоду тренувального процесу залежно від кваліфікації, а також визначення наявності або відсутності взаємовідносин показників, що вивчаються, буде сприяти ефективності тренувального процесу.

Мета нашої роботи – встановити оптимальні значення серцевого індексу, індексу напруження, симпато-вагального індексу та частоти серцевих скорочень (ЧСС) у гандболістів залежно від рівня спортивної кваліфікації.

© Є.Л. Михалюк

МЕТОДИКА

У підготовчому періоді проведено комплексне обстеження, що включало визначення варіабельності серцевого ритму (ВСР), центральної гемодинаміки та фізичної працездатності з використанням субмаксимального тесту PWC_{170} у 44 гандболістів високого класу, з них 15 спортсменів – майстри спорту міжнародного класу (МСМК), середній вік $25,5 \pm 0,5$ років, стаж занять гандболом $13,5 \pm 1,4$ років і 29 спортсменів – майстри спорту (МС), середній вік $24,2 \pm 0,8$ років, стаж занять гандболом – $11,3 \pm 0,9$ років. Усі спортсмени входили до складу команди “ЗТР” м. Запоріжжя, яка є базовою командою збірної України.

Для аналізу вегетативної регуляції серцевої діяльності використано математичні методи аналізу ВСР [1]. Виділено такі характеристики: мода (M_0 , с), амплітуда моди (AM_0 , %), варіаційний розмах (D , с). Розраховано деякі похідні показники: індекс вегетативної рівноваги (AM_0/D , %/с), веге-

тативний показник ритму (ВПР), показник адекватності процесів регуляції (ПАПР, %/с), індекс напруження (ІН, відн.од.). Аналіз та оцінку періодичних компонентів серцевого ритму проводили за допомогою досліджень спектральних показників автокореляційних функцій [7]: загальної потужності спектра (ТР, мс^2), потужності в діапазоні низьких (LF, мс^2) та високих (HF, мс^2) частот, LF і HF у нормалізованих одиницях (LFn, %, HFn, %), співвідношення LF/HF (відн.од.). Центральну гемодинаміку вивчали за методом автоматизованої тетраполярної реографії. Розраховано ударний і хвилинний об'єми серця (УО, ХОК), ударний і серцевий індекси (УІ, СІ), загальний та питомих периферичний опір судин (ЗПОС, ППО). Фізичну працездатність визначали за загальноприйнятою методикою на велоергометрі з використанням субмаксимального тесту PWC_{170} [5] та з розрахунком значення $\text{PWC}_{170/\text{кг}}$.

Нами запропоновано методичний підхід, завдяки якому було з'ясовано взаємодії показників центральної гемодинаміки та ВСР у групах спортсменів різної кваліфікації.

Згідно з класифікацією Оганова та співавт. [4], ми порівнювали показники, що вивчаються, у спортсменів, які мають гіпокінетичний тип кровотоку (ТК), що є економічно вигіднішим (СІ менше ніж $2,750 \text{ л} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{м}^2$) зі спортсменами, які мають еу- і гіперкінетичний ТК (СІ більше ніж $2,750 \text{ л} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{м}^2$). Що стосується розподілу залежно від ЧСС, то загальноприйнятим вважається положення про те, що оптимальні значення ЧСС для осіб, які не займаються спортом становлять 60 хв^{-1} . Оскільки контингент обстежених спортсменів складався з висококваліфікованих гандболістів з багаторічним стажем тренувань, ми вважаємо логічним розподіл за ЧСС проводити на рівні 56 хв^{-1} . Ми прийняли вважати величини ІН, що перевищують 80 відн. од., як стан на межі зриву компенсації і розподіл проводити в межах цих значень.

Показник LF/HF це – коефіцієнт симпатовагального балансу і якщо він менше ніж 1,0 відн. од., то баланс зміщений у бік парасимпатичної, а якщо більше 1,0 відн. од. – то симпатичної регуляції.

Одержаний цифровий матеріал оброблено статистично з використанням критерію t Стьюдента. Результати представлено як $M \pm m$, статистично значущими вважали відмінності при $P < 0,05$, проведено кореляційний аналіз.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Гандболісти рівня МСМК не відрізнялися від гандболістів рівня МС за віком, стажем занять гандболом, масою тіла та ЧСС, крім довжини тіла, яка була більшою у МС ($P < 0,01$). Порівняння показників ВСР показало, що у гандболістів рівня МСМК були менші значення LF на 31,7 % ($P < 0,01$), LFn на 16,9 % ($P < 0,01$) та LF/HF на 36,8 % ($P < 0,01$), але більше HFn на 21,5 % ($P < 0,01$), ніж у гандболістів рівня МС.

Отримані результати свідчать про переважання парасимпатичних впливів ВНС у МСМК. Серед показників центральної гемодинаміки, СІ у МСМК становив у середньому $2,678 \pm 0,066$, а у МС – $2,691 \text{ л} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{м}^2 \pm 0,062 \text{ л} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{м}^2$, тобто між собою ці показники вірогідно не відрізнялися. Відсоткове співвідношення ТК підтверджує відсутність відмінностей серед показників центральної гемодинаміки. У гандболістів рівня МСМК воно мало вигляд: 80,0 : 20,0 : 0, відповідно гіпо-, еу- і гіперкінетичний ТК, а у МС – 58,6 : 41,4 : 0, тобто в обох групах частіше зустрічався гіпокінетичний ТК. Серед відносного значення показника PWC_{170} у гандболістів обох груп вірогідної різниці не зареєстровано: $19,69 \pm 0,83$ у МСМК та $18,47 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1} \pm 0,52 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ у МС відповідно, водночас слід відзначити наявність тенденції до збільшення відносного значення цього показника у МСМК.

Порівняльний аналіз показників, що вивчаються, в групах гандболістів, що відрізняються за СІ показав, що у гандболістів рівня МСМК з гіпокінетичним ТК менша ЧСС на 9,5 % ($P < 0,05$), але більше ЗПОС на 16,7 % ($P < 0,01$) і ППО на 19,3 % ($P < 0,01$), ніж у спортсменів з СІ більшим за $2,750 \text{ л} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$. У МС з гіпокінетичним ТК була менше значення ЧСС на 12,8 % ($P < 0,05$), але більша Мо на 8,8 % ($P < 0,05$), ЗПОС на 15,9 % ($P < 0,01$) і ППО на 18,3 % ($P < 0,01$), ніж у гандболістів з СІ більшим ніж $2,750 \text{ л} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$. Таким чином, у гандболістів обох кваліфікаційних груп гіпокінетичний ТК супроводжується зниженням ЧСС і збільшенням ЗПОС і ППО. Окрім цього, у МС ще збільшується показник Мо, що свідчить про посилення парасимпатичних впливів. Проведений кореляційний аналіз підтверджує наявність позитивного зв'язку між СІ та ЧСС ($r = 0,78$; $P < 0,02$), а також негативного – між СІ та Мо ($r = -0,75$; $P < 0,03$), СІ та ЗПОС ($r = -0,84$; $P < 0,01$) й СІ та ППО ($r = -0,88$; $P < 0,004$) у МСМК. У МС позитивний зв'язок виявлений між СІ та ЧСС ($r = 0,78$; $P < 0,01$), СІ та ПАПР ($r = 0,75$; $P < 0,02$), а також негативний – між СІ та Мо ($r = -0,76$; $P < 0,01$), СІ та ЗПОС ($r = -0,81$; $P < 0,008$) й СІ та ППО ($r = -0,83$; $P < 0,006$).

Нами проаналізовано результати залежності показників, що вивчаються, від ІН. У МСМК зі значенням ІН меншим за 80 відн.од. знижена ЧСС на 9,7 % ($P < 0,01$), АМо на 30,3 % ($P < 0,001$), АМо/Д на 52,7 % ($P < 0,001$), ВПР на 41,7 % ($P < 0,001$), ПАПР на 39,9 % ($P < 0,001$) і УІ на 11,5 % ($P < 0,05$), але більша Мо на 14,2 % ($P < 0,001$) і Д на 28,5 % ($P < 0,01$), ніж у спортсменів з індексом ІН більшим за 80 відн.од. У гандболістів рівня МС у яких ІН менше ніж 80 відн.од. знижена ЧСС на 19,7 % ($P < 0,001$), АМо на 43,7 % ($P < 0,001$), АМо/Д на 67,3 % ($P < 0,001$), ВПР на 50,7 % ($P < 0,001$), ПАПР на 53,3 % ($P < 0,001$) та СІ на 14,0 % ($P < 0,001$), але більша Мо на 17,4 % ($P < 0,001$), Д на 45,9 % ($P < 0,05$), ЗПОС на 19,3 % ($P < 0,01$) і ППО на 18,4 % ($P < 0,01$), ніж у

гандболістів з ІН більшим за 80 відн.од. Таким чином, значення ІН менше за 80 відн. од. слід вважати оптимальним, оскільки воно поєднується зі зниженням ЧСС та активацією парасимпатичної ланки ВНС. Перевага надається показникам гандболістів рівня МС, оскільки у них ще знижується СІ і оптимально збільшується ПО судин. Позитивний кореляційний зв'язок встановлений між ІН та ВПР ($r = 0,98$; $P < 0,001$) й ІН та ПАПР ($r = 0,83$; $P < 0,006$) у спортсменів рівня МС. У гандболістів рівня МСМК позитивний зв'язок встановлено між ІН та ВПР ($r = 0,88$; $P < 0,004$), ІН та ПАПР ($r = 0,93$; $P < 0,001$), а також негативний – між ІН та HF ($r = -0,72$; $P < 0,04$).

Аналіз залежності показників, що вивчаються, від симпато-вагального індексу в гандболістів рівня МСМК, у яких його значення менше за 1,0 відн.од., виявлено менші значення АМо на 30,2 % ($P < 0,01$), АМо/Д на 42,3 % ($P < 0,05$), ПАПР на 34,6 % ($P < 0,05$), LF на 29,8 % ($P < 0,01$), LFn на 38,9 % ($P < 0,003$), але більше HF на 49,7 % ($P < 0,001$) та HFn на 41,5 % ($P < 0,001$), ніж у гандболістів з коефіцієнтом LF/HF більшим за 1,0 відн.од. У гандболістів рівня МС зі значенням індексу меншим ніж 1,0 відн.од. ВПР менше на 43,3 % ($P < 0,05$), LFn на 40,9 % ($P < 0,001$) і більше HF на 48,5 % ($P < 0,001$), HFn на 46,8 % ($P < 0,001$), ніж у гандболістів з симпато-вагальним індексом більшим за 1,0 відн.од. Таким чином, значення симпато-вагального індексу менше ніж 1,0 відн.од. слід вважати оптимальним, оскільки воно асоціюється зі зниженням ЗПОС і часових показників ВСР. Позитивний кореляційний зв'язок виявлено між LF/HF та АМо ($r = 0,84$; $P < 0,009$), LF/HF та ПАПР ($r = 0,76$; $P < 0,02$) у МСМК, а у МС – між LF/HF та ЗПОС ($r = 0,68$; $P < 0,04$).

Нами було проаналізовано залежність показників, що вивчаються, від ЧСС. У МСМК з ЧСС 56 хв^{-1} і менше виявлено менші значення АМо на 26,7 % ($P < 0,014$), АМо/Д на 44,5 % ($P < 0,038$), ВПР на 30,5 % ($P < 0,008$), ПАПР на 33,5 % ($P < 0,018$), ІН на

50,5 % ($P < 0,048$) та TP на 37,7 % ($P < 0,020$), але більші значення Мо на 8,4 % ($P < 0,044$), Д на 17,4 % ($P < 0,018$), HF на 41,7 % ($P < 0,010$) та HFn на 24,0 % ($P < 0,050$), ніж у гандболістів з ЧСС більшим за 56 хв⁻¹. У МС з ЧСС 56 хв⁻¹ та менше виявлено менші значення АМо на 25,7 % ($P < 0,018$), АМо/Д на 44,2 % ($P < 0,030$), ВПР на 33,2 % ($P < 0,013$), ПАПР на 39,0 % ($P < 0,002$), ІН на 53,7 % ($P < 0,008$), УІ на 9,3 % ($P < 0,019$) та СІ на 12,5 % ($P < 0,002$), але більші Мо на 16,3 % ($P < 0,00002$), ЗПОС на 15,2 % ($P < 0,018$) та ППО на 15,9 % ($P < 0,012$), ніж у спортсменів з ЧСС більшою за 56 хв⁻¹. Таким чином, ЧСС меншу за 56 хв⁻¹ слід вважати оптимальною, оскільки вона асоціюється зі зниженням ІН і часових показників ВСР і збільшенням спектральних показників ВСР у МС і МСМК. Водночас у МС це доповнюється зниженням СІ та підвищенням ПО. Кореляційний аналіз зафіксував позитивний зв'язок між ЧСС та СІ ($r = 0,78$; $P < 0,023$) та негативний – між ЧСС і ППО ($r = -0,75$; $P < 0,033$) у МСМК. У МС позитивний зв'язок виявлено між ЧСС та СІ ($r = 0,78$; $P < 0,012$), ЧСС та ПАПР ($r = 0,75$; $P < 0,02$), а також негативний – між ЧСС і Мо ($r = -0,96$; $P < 0,0001$).

ВИСНОВКИ

1. Показники центральної гемодинаміки, ЧСС та відносних значень RWC_{170} не відрізнялись у МСМК від МС, а за ВСР у перших переважала парасимпатична ланка ВНС.

2. Гіпокінетичний ТК у МСМК і МС асоціюється зі зниженням ЧСС та незначним посиленням парасимпатичних впливів у МС, що підтверджується позитивним кореляційним зв'язком.

3. Індекс напруження менший за 80 відн.од. у МСМК і МС асоціюється із переважанням парасимпатичної ланки ВНС, а у МС ще знижується СІ менше ніж 2,750 л · хв⁻¹ · м⁻².

4. Оптимальні значення симпато-вагаль-

ного індексу (LF/HF < 1,0) у МСМК і МС обох груп супроводжуються переважанням парасимпатичної ланки ВНС, більше вираженої у МСМК, що підтверджується позитивним кореляційним зв'язком між LF/HF і АМо та LF/HF і ПАПР.

5. Зниження ЧСС до значень менших за 56 хв⁻¹ у МСМК та МС супроводжується посиленням парасимпатичної ланки ВНС, більше вираженої у МСМК, одночасно у МС знижується СІ до значень менших ніж 2,750 л · хв⁻¹ · м⁻², що підтверджується позитивним кореляційним зв'язком.

E.L. Mikhalyuk

CENTRAL HEMODYNAMICS, HEART RATE AND PHYSICAL CAPACITY FOR WORK IN EXTRA-CLASS HANDBALLERS

Heart rate variability, central hemodynamics and physical capacity for work indices have been studied in 44 handballers, 15 of them are sportsmen of MSIC level and 29 are MS level. Comparison of the indices studied depending on the sport qualification as well as on the optimum values of central hemodynamics (CI, CCR) and heart rate variability (EI, LF/HF) is presented.

Zaporozhye State Medical University

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Баевский Р.М. Анализ variabilityности сердечного ритма в космической медицине // Физиология человека. – 2002. – 28. – №2. – С.70–82.
2. Дембо А.Г. Актуальные проблемы современной спортивной медицины. – М.: ФИС, 1980. – 296 с.
3. Дойзер Э. Здоровье спортсмена. – М.: ФИС, 1980. – 135 с.
4. Оганов Р.Г., Бритов А.Н., Гундаров И.А. и др. Дифференцированный подход к разработке физиологических нормативов и его значение для профилактической кардиологии // Кардиология. – 1984. – №4. – С.52–56.
5. Тестирование в спортивной медицине / Под ред. В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. – М.: ФИС, 1988. – 208 с.
6. Якобашвили В.А., Макарова Г.А. Клинические проблемы отечественной спортивной медицины // Теория и практика физ. культуры. – 1994. – №11. – С.4–6.
7. Heart Rate Variability: Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use / Task Force of European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology // Circulation. – 1996. – 93. – №5. – P.1043–1065.

Запорізьк. мед. ун-т

E-mail: mikhalyuk@zsmu.rp.ua

Матеріал надійшов до редакції 16.09.2008