

## **Сравнительный анализ показателей адаптационных изменений сердечной мышцы и уровня работоспособности у квалифицированных хоккеистов**

*Национальный университет физического воспитания и спорта Украины (г. Киев)*

**Постановка научной проблемы и ее значение.** Современное развитие хоккея предъявляет к игроку возрастающие требования к его подготовке и резервным возможностям организма. Оптимизация и направленность тренировочного воздействия являются благоприятной предпосылкой для прогрессирования в спорте высших достижений. Хоккей – не только один из самых быстрых и захватывающих командных видов спорта. По сути, он является самым сложнокоординационным [4; 5; 7; 8].

Спорт высших достижений в хоккее предъявляет особые требования к силовой и скоростно-силовой подготовленности квалифицированных спортсменов. Высокий уровень специальной скоростно-силовой подготовленности спортсменов способствует скорости манёвра, увеличению силы бросков, экономизации энергии при выполнении различных игровых приёмов, неожиданным изменениям направления, высоким скоростям и внезапным остановкам, связанным с борьбой за шайбу и силовой борьбой у борта. Все эти качества можно развивать и формировать на базе хорошей функциональной подготовленности и высоких адаптационных возможностей организма спортсменов [1; 2; 3].

При изучении влияния спорта на сердечную мышцу не был в достаточной степени выяснен вопрос о функциональном состоянии сердца у квалифицированных хоккеистов, о связи между уровнем физической работоспособности и его функциональными особенностями от различной направленности тренировочного процесса [6].

Анализ отечественной и зарубежной литературы показал, что на сегодня изучение функционального состояния различных физиологических систем организма в процессе интенсивных физических нагрузок в спорте, а в частности – в хоккее с шайбой, имеет важное значение для обеспечения оптимального контроля и повышения эффективности тренировочного процесса в целом [О. Н. Кудря, 2008; Ю. С. Ванюшин, 2009, С. А. Кугаевский, 2012].

Особое место в данном вопросе отводится кардиореспираторной системе и особенностям функционирования сердца. Общеизвестно, что характер дыхательной и сердечной деятельности в значительной степени предопределяет эффективность приспособления организма к физическим нагрузкам различного объёма и интенсивности [Г. Л. Фельдман с соавт., 1996; М. Ю. Ванюшин, 2001; П. В. Ямборко, И. В. Антипов, 2003, Ф. А. Иорданская, 2005].

Общие представления о приспособительных реакциях сердца к мышечной деятельности сложились около 30 лет назад [В. Л. Карпман, С. В. Хрущев, Ю. А. Борисова, 1973; Р. Е. Мотылянская; Н. Д. Граевская, 1975; Ф. З. Меерсон, 1978; Г. Е. Калугина, 1984; З. Б. Белоцерковский, А. А. Лыхнюк, 1987]. Уже тогда было установлено, что увеличенная при физической работе потребность в кислороде удовлетворяется вследствие усиления деятельности органов дыхания и сердца и что мощность и длительность работы лимитируются главным образом функциональными возможностями органов кровообращения.

Вместе с тем большинство исследований относительно отмеченной проблемы посвящено изучению системных реакций кардиореспираторной системы на разнообразные виды мышечной деятельности, без детализации особенностей изменения при этом структурных и функциональных характеристик сердца [Р. М. Баевский, 1988; Ю. С. Ванюшин, 1997].

**Связь с планом НИР.** Работа выполнена в соответствии со Сводным планом НИР в сфере физической культуры и спорта на 2011–2015 г., по теме 2.2.5 «Мониторинг процесса адаптации квалифицированных спортсменов с учётом их индивидуальных особенностей».

**Задача работы** – провести сравнительный анализ результатов векторкардиографии эргоспирометрии у квалифицированных хоккеистов различного игрового амплуа и определить наиболее значимые показатели адаптационных изменений в сердечной мышце и уровня работоспособности для обеспечения оптимального контроля и повышения эффективности тренировочного процесса в целом.

**Методы и организация исследований.** Для определения функционального состояния сердца квалифицированных спортсменов применялся метод количественной пространственной векторкардиографии предсердий и желудочков по ортогональной системе отведений Венгера и Хупкена функциональном комплексе DX-NT – VCG. Векторкардиограмма предсердий и желудочков регистрировалась в трёх взаимно перпендикулярных плоскостях: фронтальной, сагитальной и горизонтальной. Определялись проекции моментных векторов каждой 0,01 с, а также проекция начального (Н), главного (Г) и конечного (К) векторов – желудочковой петли, проекции правого (P<sub>1</sub>), левого предсердий (P<sub>3</sub>) и обоих предсердий (P<sub>2</sub>) – предсердной петли. Эта информация служила для расчёта модулей моментных векторов каждой 0,01 с; углов (E<sub>x</sub>, E<sub>y</sub>, E<sub>z</sub>), характеризующих их пространственную ориентацию и пространственную площадь петель QRS, P и T. Применяемый метод расширяет возможности выявления адаптационных перестроек структуры и функции сердца с учётом его анатомического строения.

Изучалось проявление работоспособности спортсменов и реакция кардиореспираторной системы на интенсивные нагрузки, позволяющие определить аэробные и анаэробные возможности организма. Мощность аэробных механизмов энергообеспечения физической работы характеризовалась мощностью «критической» нагрузки (W<sub>кр</sub>) при выполнении работы ступенчатовозрастающей мощности, выполняемой «до отказа», а также мощности работы на уровне анаэробного порога (W<sub>ан</sub>).

Для оценки реакции кардиореспираторной системы на тестирующие нагрузки использовался автоматизированный эргоспирометрический комплекс «ОхуconPro» («Jager-VIASYS»). Регистрировали потребление кислорода (VO<sub>2</sub>), выделение углекислого газа (VCO<sub>2</sub>), газообменное отношение (RER – VO<sub>2</sub>/VCO<sub>2</sub>), частоту сердечных сокращений (HR), частоту дыхания (BF), минутный объём дыхания (VE), дыхательный объём (V<sub>tex</sub>), эффективность и экономичность выполненной работы (VO<sub>2</sub>/W).

Исследования проводили в конце подготовительного периода адаптивных сдвигов функциональных характеристик сердечной мышцы и уровня работоспособности у 17 квалифицированных спортсменов-хоккеистов клуба «Сокол» в возрасте от 24 до 38 лет, спортивный стаж которых составлял от 12 до 22 лет (табл. 1).

Таблица 1

**Рост и масса тела квалифицированных спортсменов-хоккеистов различного игрового амплуа, M ± t**

Игровые амплуа	Возраст	Стаж	Масса тела, кг	Рост, см
Нападающие	29,17±1,94	19,74±0,29	84,25±2,06	180,77±1,71
Защитники	26,72±2,92	16,45±0,21	91,76±2,49	184,33±2,92

**Изложение основного материала и обоснование полученных результатов исследования.** Сравнительный анализ объёмного электрического поля сердца выявил у защитников более высокий потенциал желудочков. Пространственная площадь петли QRS на 20,10 % превышала (p<0,05) таковую у нападающих. Причём это происходило за счёт второй половины желудочковой петли (QRS).

Так, площадь треугольника Г-К на 22,79 % превышала площадь треугольника Н-Г первой половины петли QRS. Это происходило за счёт увеличения площади моментных треугольников 30–40 мс (p<0,001), 40–50 мс (p<0,001) и в меньшей степени повышалась электродвижущая сила (ЭДС) моментных треугольников 20–30 мс на 14,39 % и 50–60 мс на 20,25 %, то есть боковой стенки правого, а также свободной и боковой стенки левого желудочка (рис. 1). На этом же участке деполяризации отмечалось преимущественное увеличение моментных векторов. Так, модуль вектора 30 мс повысился на 26,36 %, 40 мс – на 17,48 %, 50 мс – на 5,02 %.

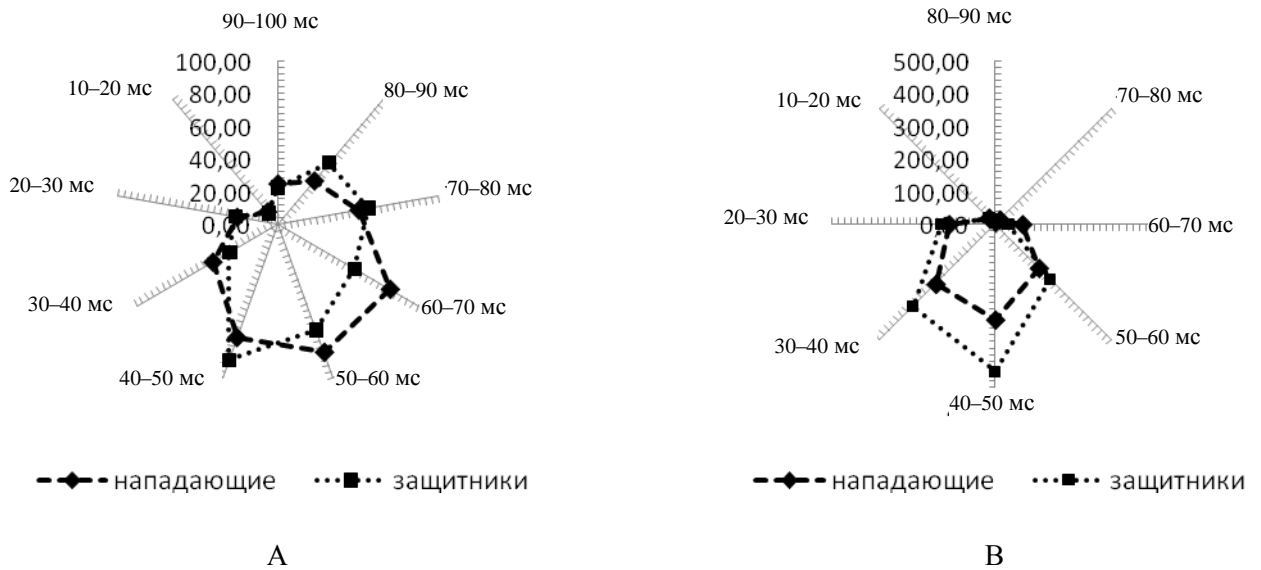


Рис. 1. Величины пространственной площади моментных треугольников предсердной петли (А) и желудочковой петли (В) у высококвалифицированных хоккеистов различного игрового амплуа

Характерной особенностью в графике электрической активности желудочков нападающих являлось повышение величины моментных векторов 60 мс и 70 мс с отклонением и вверх, вправо и вперед; ростом угловой скорости между векторами центростремительного колена петли. Увеличение площади моментного треугольника 60–70 мс на 51,79 %. Эти изменения привели к повышению потенциала заднебазальной стенки преимущественно правого желудочка. Существенных различий между площадью первой и второй половины желудочковой петли не выявлено. Площадь  $\Delta$  Г-К на 4,60 % превышала площадь  $\Delta$  Н-Г.

Метаболическое обеспечение миокарда у нападающих было лучше, о чем свидетельствует соотношение процессов деполяризации и реполяризации. Коэффициент Г/Т у нападающих – 2,80, у защитников – 3,26. При этом общая площадь петли Т у нападающих составляла  $93,10 \pm 8,44$  ммс, у защитников –  $106,22 \pm 6,22$  ммс. Более оптимальное соотношение процессов де- и реполяризации регистрировалось у нападающих.

Общая площадь предсердной петли существенных различий у хоккеистов различного амплуа не имела: у нападающих –  $481,15 \pm 7,61$  ммс, у защитников –  $486,82 \pm 9,43$  ммс. При практически одинаковой площади объёмного электрического поля предсердий коэффициент, характеризующий отношение биопотенциалов свободной стенки левого желудочка и суммарной ЭДС предсердий, выше у защитников  $\Gamma/P_2$  – 26,04 мс против 23,82 мс у нападающих. У защитников напряжённое функционирование сердечно-сосудистой системы меньше.

Выявлены отличия среди хоккеистов с различным амплуа по уровню физической работоспособности и реакций КРС, соотношению аэробных и анаэробных возможностей организма в условиях ступенчато-повышающейся работы. Так, наибольшая физическая работоспособность различного характера отмечалась у хоккеистов-нападающих  $r=0,69$  ( $p<0,05$ ) и у защитников.

По результатам анализа выявлено, что у нападающих меньше частота дыхания ( $55,00 \pm 3,35$  л/мин) и больше дыхательный объём ( $32,44 \pm 1,42$  мл/кг), чем у защитников ( $V_F=57,33 \pm 2,88$  л/мин;  $V_{\text{тех}}=28,96 \pm 1,15$  мл/кг), это свидетельствует о более эффективном и экономичном функционировании КРС. При этом общая работоспособность была выше у защитников, т.е. по времени прохождения нагрузочного теста в лабораторных условиях. Это связано с более длительным пребыванием на ледовой площадке и меньшими заменами игроков. При этом у нападающих была выше мощность «критической» нагрузки ( $W_{\text{кр}} 4,24 \pm 0,15$  Вт $\cdot$ кг $^{-1}$ ) при выполнении работы ступенчато-повышающейся мощности, выполняемой «до отказа», а также мощность работы на уровне анаэробного порога ( $W_{\text{ап}} 3,46 \pm 0,10$  Вт $\cdot$ кг $^{-1}$ ), чем у защитников ( $W_{\text{кр}} 4,09 \pm 0,19$  Вт $\cdot$ кг $^{-1}$ ;  $W_{\text{ап}} 3,33 \pm 0,13$  Вт $\cdot$ кг $^{-1}$ ), что свидетельствует об увеличении специальной работоспособности и тренированности у хоккеистов-нападающих.

Таким образом, в результате проведённых обследований выявлены достоверные различия адаптационной перестройки сердечной мышцы и уровнем работоспособности у хоккеистов различного

амплуа. Эти изменения обусловлены определенными функциями и задачами, которые выполняют игроки во время матча. Так, у нападающих, участвующих в организации обороны и атак, создании атакующих ситуаций более ярко выражены функциональные возможности сердца к выполнению работы анаэробного характера на фоне умеренных аэробных. При этом у них отмечается высокий уровень метаболического обеспечения миокарда. Сердечно-сосудистая система у спортсменов испытывает большее напряжение при выполнении физических нагрузок.

Для защитников, основной функцией которых является оборона, умение прекрасно двигаться на коньках, так как они выполняют множество манёвров во время игры, характерной особенностью является высокий уровень функциональных возможностей сердца к выполнению работы аэробного характера и анаэробного (силы). Они выполняют физические нагрузки с меньшим напряжением функционирования сердечно-сосудистой системы, при этом уровень метаболического обеспечения миокарда несколько снижен.

**Выводы.** Функциональные особенности организма у хоккеистов различного игрового амплуа позволяют определить наиболее оптимальный характер игровой деятельности спортсменов, а также индивидуализировать тренировочный процесс, выявить признаки нарушения разных отделов сердечной мышцы.

Квалифицированные спортсмены-хоккеисты отличаются по уровню физической работоспособности, аэробным возможностям и соотношению анаэробных и аэробных процессов в энергообеспечении напряжённой физической работы.

Высокие резервные возможности организма позволяют игрокам действовать с высокой интенсивностью, особенно, когда замены хоккеистов происходят внезапно и игроки вступают в игру без предварительной разминки.

**Перспективы дальнейших исследований** будут направлены на детальное изучение особенностей адаптационных сдвигов сердечно-сосудистой системы и уровня работоспособности хоккеистов разного игрового амплуа с учётом периода подготовки, индивидуальных особенностей спортсменов. В таком случае можно рассчитывать на создание эффективной системы управления и контроля функциональной подготовленности спортсменов.

#### *Источники и литература*

1. Белоцерковский З. Б. Реакция сердца на изменение нагрузок / З. Б. Белоцерковский, Б. Г. Любина // Медицина и спорт. – 2005. – № 4. – С. 33–34.
2. Ванюшин Ю. С. Взаимосвязь сердечно-сосудистой и дыхательной систем как инновационный способ оценки функциональных возможностей организма спортсменов / Ю. С. Ванюшин, М. Ю. Ванюшин // Теория и практика физической культуры. – 2009. – №10. – С. 68.
3. Зайцев В. К. Технологии тренировки функциональных систем организма хоккеиста / В. К. Зайцев // Академический Проект. – 2006. – 224 с.
4. Кугаевский С. А. Индивидуализация как одно из направлений оптимизации тренировочного процесса хоккеистов 14–16 лет / С. А. Кугаевский // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2012. – С.72–75.
5. Никонов Ю. В. Подготовка квалифицированных хоккеистов / Ю. В. Никонов // Олимпийская литература. – Киев, 2008. – 352 с.
6. Павлов С. Е. «Секреты» подготовки хоккеистов / С. Е. Павлов // Физкультура и спорт. – М., 2008. – 224 с.
7. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В. Н. Платонов // Олимпийская литература. – Киев, 2004. – 808 с.
8. Савин В. П. Теория и методика хоккея / В. П. Савин // Академия. – М., 2003. – 400 с.

#### *Аннотации*

*Изучение изменений функционального состояния организма у квалифицированных спортсменов-хоккеистов в процессе адаптации к интенсивным тренировочным нагрузкам представляет практический и научный интерес. Цель работы – определить наиболее значимые показатели адаптационных изменений в сердечной мышце и уровня работоспособности у квалифицированных хоккеистов различного игрового амплуа. Результаты работы и высокий потенциал желудочков, меньшее напряжение предсердий наблюдали у защитников. Метаболическое обеспечение миокарда у нападающих было лучше, о чем свидетельствует соотношение процессов деполяризации и реполяризации. Наибольшая физическая работоспособность различного характера отме-*

чалась у хокеїстів-нападаючих  $r=0,69$  ( $p<0,05$ ), а найменша – у захисників. Можна зробити висновки, що функціональні особливості організму у хокеїстів різного ігрового амплуа дозволяють визначити найбільш оптимальний характер ігрової діяльності спортсменів, а також індивідуалізувати тренувальний процес.

**Ключевые слова:** векторкардиография, адаптация, объёмное электрическое поле, сердечная мышца, моментные вектора, передсердия, желудочки.

**Людмила Тайболіна, Олена Талатиннік, Галина Гатілова. Порівняльний аналіз показників адаптаційних змін серцевого м'яза й рівня працездатності у кваліфікованих хокеїстів.** Вивчення змін функціонального стану організму у кваліфікованих спортсменів-хокеїстів у процесі адаптації до інтенсивних тренувальних навантажень становить практичний і науковий інтерес. Мета роботи – визначити найбільш значущі показники адаптаційних змін у серцевому м'язі й рівня працездатності у кваліфікованих хокеїстів різного ігрового амплуа. Результати роботи: вищий потенціал шлуночків і меншу напругу передсердь спостерігали в захисників. Метаболічне забезпечення міокарда в нападників було краще, про що свідчить співвідношення процесів деполаризації й реполаризації. Найбільша фізична працездатність різного характеру відзначалась у хокеїстів-нападників  $r = 0,69$  ( $p < 0,05$ ), а найменша – у захисників. Можна зробити висновки, що функціональні особливості організму в хокеїстів – різного ігрового амплуа, що дають змогу визначити найбільш оптимальний характер ігрової діяльності спортсменів, а також індивідуалізувати тренувальний процес.

**Ключові слова:** векторкардиография, адаптация, объёмное электрическое поле, сердечный м'яз, моментні вектора, передсердя, шлуночки.

**Liudmyla Taybolina, Olena Talatynnik, Halyna Hatilova. Comparative Analysis of Indices of Adaptive Changes of a Heart Muscle and Level of Workability of Qualified Hockey Players.** The study of changes in functional state of an organism among qualified hockey players in the process of adaptation adapting to intense training loads has practical and scientific interest. Objective of the work. To identify the most significant indices of adaptive changes in a heart muscle and level of working capacity of qualified hockey players of various roles. The results of the work. Higher potential of ventricles and less stress of atriums was experienced among defenders. Metabolic provision of myocardium forwards was better, as evidences the ratio of depolarization and repolarization processes. Highest physical performance of different character was observed among hockey forwards  $r = 0,69$  ( $P < 0,05$ ), and the lowest one among defenders. Conclusions. Functional features of organisms of hockey players of a different playing role allows to define the most optimal character of playing activity of athletes, and to individualize training process.

**Key words:** vector-cardiography, adaptation, volume electric field, cardiac muscle, moment's vector, atriums, ventricles.