

ДИНАМИКА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТАТУСА ЖЕНЩИН-СПОРТСМЕНОК, РАНЕЕ ПЕРЕНЕСШИХ COVID-19, В ПЕРИОД ТРЕНИРОВОК В СРЕДНЕГОРЬЕ

© Корягина Ю.В., Нопин С.В., Тер-Акопов Г.Н., Абуталимова С.М.

Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр ФМБА России (СКФНКЦ ФМБА)
Россия, 357600, Ставропольский край, г. Ессентуки, ул. Советская, д. 24

Цель: исследование динамики морфофункционального статуса женщин-спортсменок, ранее перенесших COVID-19, в период тренировок в среднегорье.

Материалы и методы. Исследование морфофункционального статуса спортсменок проводилось в начале и в конце учебно-тренировочных сборов в условиях среднегорья. В г. Кисловодске на высоте 1240 метров в условиях спортивной базы были исследованы 78 женщин-спортсменок высокой квалификации. Определялись исходный уровень и динамика функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем, вариабельность сердечного ритма, состав тела. Проводилось анкетирование самооценки состояния и сбор анамнеза о перенесенном COVID-19.

Результаты. Согласно полученным данным, тренировки в среднегорье не вызвали значительных изменений морфофункционального статуса спортсменок, как имеющих, так и не имеющих в анамнезе COVID-19, все показатели находились в пределах физиологической нормы. Динамика функционального статуса спортсменок в первую очередь связана с реакцией на горную гипоксию, что в большей степени выражено у спортсменок с третьим типом вегетативной регуляции сердечного ритма. Спортсменки, ранее болевшие COVID-19, от не болевших незначительно (в пределах нормы) отличаются показателями состава тела, объемом и скоростью выдоха, показателями артериального давления. Системный анализ показал, что факторная структура переменных морфофункционального статуса у спортсменок, переболевших COVID-19, характеризуется увеличением корреляционных взаимосвязей между структурными и функциональными показателями, напряжением адаптации организма.

Заключение. Несмотря на кажущееся благоприятным морфофункциональное состояние спортсменок, переболевших ранее COVID-19, по количеству системных взаимосвязей оно характеризуется экстренным переходным процессом адаптации, в период которого возможно обострение различных заболеваний. На этот факт необходимо обратить внимание врачам по спортивной медицине и тренерам, работающим со спортсменами, особенно в условиях среднегорья.

Ключевые слова: женщины-спортсменки; COVID-19; функциональное состояние; кардиореспираторная система; среднегорье.

Корягина Юлия Владиславовна – д-р биол. наук, профессор, руководитель Центра медико-биологических технологий, СКФНКЦ ФМБА, г. Ессентуки. ORCID iD: 0000-0001-5468-0636. E-mail: pauka@skfmba.ru (автор, ответственный за переписку)

Нопин Сергей Викторович – канд. тех. наук, вед. науч. сотрудник Центра медико-биологических технологий, СКФНКЦ ФМБА, г. Ессентуки. ORCID iD: 0000-0001-9406-4504. E-mail: work800@yandex.ru

Тер-Акопов Гукас Николаевич – канд. эконом. наук, ген. директор, СКФНКЦ ФМБА, г. Ессентуки. ORCID iD: 0000-0002-7432-8987. E-mail: sk@fmbamail.ru

Абуталимова Сабина Маликовна – науч. сотрудник Центра медико-биологических технологий, СКФНКЦ ФМБА, г. Ессентуки. E-mail: sabina190989@yandex.ru

Более 2-х лет медицинское сообщество преодолевает последствия, связанные с появлением новой коронавирусной инфекции, впервые зарегистрированной на территории Китайской народной республики в декабре 2019 года и охватившей практически все страны мира в течение 3-х месяцев [1-4]. В исследованиях ученых сообщается о возможных осложнениях у атлетов, перенесших COVID-19, в виде скрытого течения миокардита и других кардиальных осложнений, аритмий, вызванных кардиотоксическими противовирусными препаратами, а патологические изменения в дыхательной системе могут отрицательно повлиять на здоровье и всю последующую спортивную карьеру спортсменов. Резкое возобновление тренировок после изоляции может способствовать возникновению острых перегрузок сердечно-сосудистой системы, а также травм [5]. Тем не менее, переболев-

шие COVID-19 спортсмены возвращаются к обычной деятельности и продолжают выполнять интенсивные тренировочные нагрузки, в том числе и на учебно-тренировочных сборах в особых условиях внешней среды среднегорья [6]. В связи с чем, актуальными являются контроль их состояния и исследование влияния условий среднегорья на динамику функционального состояния кардиореспираторной системы женщин-спортсменок, ранее перенесших COVID-19.

Целью работы явилось исследование динамики морфофункционального статуса женщин-спортсменок, перенесших COVID-19, в период тренировок в среднегорье.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования спортсменок в условиях среднегорья проводились в начале и в конце учебно-тренировочных сборов (UTC) (средняя длительность – 14 дней) на высоте 1240 метров г. Кисловодске, на горе Малое седло, в условиях в ФГУП Юг-Спорт у 78 женщин-спортсменок высокой квалификации (ЗМС, МСМК, МС, КМС) в подготовительный период тренировочного процесса. Спортсменки были разделены на основную группу – ранее, в течение года перенесшие COVID-19 (n=40) и контрольную группу – не болевшие COVID-19 (n=38). У спортсменок разных видов спорта были исследованы: исходный уровень и динамика функционального состояния сердечно-сосудистой (ССС) и дыхательной системы (ДС), вариабельность сердечного ритма (BCP), состав тела. С помощью специально разработанной анкеты, включающей 11 вопросов, проведено анкетирование самооценки состояния и сбор анамнеза о перенесенном COVID-19.

С помощью прибора для исследования гемодинамики, вариабельности сердечного ритма (BCP), биоимпеданса и пульсоксиметрии ESTECK System Complex (LD Technology, США) и спирометра CareFusion MicroLab (MicroMedical, Великобритания) определялись следующие показатели: частота сердечных сокращений (ЧСС); SDNN – стандартное отклонение значений длительности кардиоинтервалов R-R; ИН – индекс напряжения регуляторных систем, характеризуется активностью симпатического отдела вегетативной нервной регуляции, указывает на высокую стабильность сердечного ритма; LF (Low Frequency) – мощность в низкочастотном диапазоне, характеризует в большей степени активность симпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС); HF (High Frequency) – мощность в высокочастотном диапазоне, свидетельствует об активности парасимпатического отдела ВНС; SpO₂ – сатурация; LF/HF – характеризует баланс парасимпатического и симпатического отделов ВНС; индекс жесткости, связан с давлением крови в крупных артериях; индекс аугментации; индекс отражения, связан с давлением крови в малых и средних артериях; b/a – маркер функции левого желудочка, d/a – индикатор жесткости артерий малого и среднего калибра; среднее артериальное давление; ПСС – периферическое сосудистое сопротивление; сердечный выброс; индекс объемной скорости кровотока; VO₂ – показатель нарушения поглощения кислорода из системы микроциркуляции; диастолическое и систолическое артериальное давление (ДАД и САД); безжировая масса; жировая масса; общее количество воды в организме; индекс массы тела; мышечная масса;

фазовый угол – расчетный параметр биоимпеданса, отражающий состояние клеток организма; уровень общей работоспособности и интенсивности обмена веществ; ЖЕЛ – жизненная емкость легких, % должн. ЖЕЛ, ФЖЕЛ – форсированная ЖЕЛ, ОФВ₁/ФЖЕЛ – соотношение объема форсированного выдоха к форсированной ЖЕЛ.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью компьютерной программы Statistica 13.0. Полученные материалы проверялись на нормальность распределения по критерию Колмогорова-Смирнова. Сравнение показателей проводилось с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (для анализа динамики данных в зависимых группах) и U-критерий Манна-Уитни (для оценки различий между двумя независимыми группами), статистическая значимость принималась при $p < 0,05$. Соответствующий уровень значимости различий представлен в статье везде, где он имел место быть. Для выделения наиболее значимых переменных морфофункционального статуса применялся факторный анализ (метод вращения факторов варимакс).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительное изучение особенностей адаптации к тренировкам в условиях среднегорья у спортсменок, имеющих и не имеющих в анамнезе COVID-19, представляет большой интерес. Исследование параметров BCP в начале и в конце UTC в среднегорье у спортсменок, не болевших COVID-19, показало тенденцию к снижению ЧСС и ИН по мере адаптации к среднегорью. Для корректного анализа динамики BCP спортсменки дополнительно были разделены на группы по типу вегетативной регуляции (ВР) по методике Н.И. Шлык [7], что также не выявило статистически значимую динамику состояния, однако имелись тенденции, представленные ниже.

У женщин-спортсменок с 1 типом вегетативной регуляции (умеренное преобладание симпатической и центральной регуляции сердечного ритма) по показателям BCP статистически значимых различий не выявлено. У женщин со 2 типом ВР (выраженное преобладание симпатической регуляции сердечного ритма), как болевших (в начале – $85,1 \pm 12,9$ уд/мин; в конце – $81,5 \pm 12,2$ уд/мин), так и не болевших (в начале – $90,5 \pm 5,3$ уд/мин; в конце – $79,4 \pm 8,0$ уд/мин), COVID-19 при адаптации к условиям среднегорья имела тенденция к снижению ЧСС, а у женщин, имеющих в анамнезе COVID-19, снижался ИН (в начале $144,9 \pm 50,8$; в конце $120,3 \pm 50,8$), что свидетельствовало

об увеличении парасимпатических влияний на ритм сердца [8]. У спортсменок с 3 типом ВР (умеренное преобладание парасимпатической активности), болевших COVID-19 в период УТС, в среднегорье отмечалась тенденция к повышению ЧСС (в начале – $70,6 \pm 6,7$ уд/мин; в конце – $75,0 \pm 10,1$ уд/мин) и ИН (в начале – $67,9 \pm 15,4$; в конце – $112,6 \pm 60,2$) и снижению SDNN (в начале – $66,1 \pm 9,2$, в конце – $60,8 \pm 22,2$). Т.е. наблюдается усиление симпатических влияний на ритм сердца, которое может расцениваться как реакция адаптации на условия среднегорья и большие физические нагрузки.

Таким образом, учебно-тренировочные сборы в среднегорье вызывают незначительные изменения показателей ВСР высококвалифицированных спортсменок, как болевших, так и не болевших COVID-19. Характер изменений зависит от типа ВР спортсменок: у спортсменок с преобладанием симпатической активности (2 тип) происходит ее снижение, а с преобладанием парасимпатической активности, отмечается повышение симпатической активности. Полученные данные могут свидетельствовать об активизации адаптационных процессов для поддержания гомеостаза организма спортсменок в период акклиматизации к высоте, направленных на уравнивание симпатопарасимпатической активности отделов ВНС.

При анализе показателей ССС было выявлено, что у спортсменок, болевших COVID-19, в период УТС в среднегорье повышался маркер функции левого желудочка сердца (b/a: в начале – $0,25 \pm 0,08$; в конце – $0,32 \pm 0,11$; $p < 0,009$) и снижалось диастолическое артериальное давление (в начале – $68,7 \pm 7,8$ мм рт. ст.; в конце – $65,0 \pm 7,0$ мм рт. ст.; $p < 0,05$). У всех спортсменок имелась тенденция к снижению показателя «поглощение кислорода из системы микроциркуляции», по-видимому, вследствие адаптации организма к пониженному содержанию кислорода в воздухе.

Рассматривая показатели ССС у спортсменок с разными типами ВР, было выявлено, что у женщин с 3 типом ВР, ранее болевших COVID-19, снижался индекс жесткости (в начале – $6,2 \pm 0,4$; в конце – $5,9 \pm 0,4$; $p < 0,02$) и повышался маркер функции левого желудочка сердца (b/a: в начале – $-1,1 \pm 0,1$; в конце – $-1,3 \pm 0,1$; $p < 0,03$). У женщин, не болевших COVID-19, повышался индекс жесткости (в начале – $5,7 \pm 0,4$; в конце – $5,9 \pm 0,5$; $p < 0,04$), индекс объемной скорости кровотока (в начале – $3,0 \pm 0,2$; в конце – $3,2 \pm 0,2$; $p < 0,04$) и ДАД (в начале – $65,9 \pm 6,0$ мм рт. ст.; в конце – $67,7 \pm 7,0$ мм рт. ст.; $p < 0,003$). Все показатели были в пределах физиологической нормы. Следовательно, можно заключить об адаптационных изменениях ССС у спортсменок, как болевших, так и не болевших COVID-19, в период

УТС в среднегорье, в первую очередь связанных с реакцией на горную гипоксию, что в большей степени выражено у спортсменок с третьим типом ВР сердечного ритма.

Исследование функций внешнего дыхания показало, что показатели спирометрии: жизненная емкость легких (ЖЕЛ), % от должной ЖЕЛ и форсированная ЖЕЛ (ФЖЕЛ) статистически значимо повышались при тренировках в среднегорье у спортсменок, переболевших COVID 19 (табл. 1.).

Большой интерес представляет сравнение показателей ВСР, состава тела, гемодинамики у высококвалифицированных спортсменов, болевших и не болевших COVID-19. Проведенное сравнение показало, что спортсменки, болевшие COVID-19, статистически значимо не отличались от не болевших показателями ВСР. Различия были выявлены по показателям состава тела. Ранее болевшие спортсменки имели большее общее количество воды в организме ($p < 0,03$), индекс массы тела ($p < 0,03$), фазовый угол ($p < 0,03$) и меньшую жировую массу тела ($p < 0,03$) (табл. 2). Также у них были больше маркер функции левого желудочка сердца (b/a: болели – $-1,2 \pm 0,1$; не болели – $-1,1 \pm 0,1$; $p < 0,02$) и диастолическое артериальное давление ($p < 0,04$) (рис.).

Спортсменки, ранее болевшие COVID-19 бессимптомно, статистически значимо отличались только меньшим весом тела от спортсменок, имеющих симптомы различной тяжести (повышенная температура, потеря обоняния, насморк, боль в горле, кашель, одышка). Средний вес всех исследованных спортсменок, болевших COVID-19 бессимптомно, составил $64,3 \pm 10,3$ кг, а переболевших с симптомами различной степени тяжести – $57,7 \pm 7,5$ кг ($p < 0,03$). Необходимо отметить, что индекс массы тела всех исследованных спортсменок был в пределах нормы (не было женщин с избыточной массой тела). Деление спортсменок на группы по тяжести течения и симптомам COVID-19 статистически значимых различий не выявило.

Исследование параметров спирометрии (табл. 3) показало, что спортсменки, болевшие COVID-19, имели большие значения форсированной ЖЕЛ, но меньшие соотношения объема ОФВ₁ к форсированной ЖЕЛ, что может свидетельствовать о меньшей скоростно-силовой способности дыхательных мышц. Спортсменки, болевшие COVID-19 бессимптомно, по сравнению с теми, кто имел симптомы различной тяжести, характеризовались большими значениями ЖЕЛ и ФЖЕЛ.

Следовательно, у спортсменок, не болевших COVID-19, по сравнению с перенесшими заболевание, отмечаются лучшие скоростно-силовые возможности дыхательных мышц, а у болевших

бессимптомно по сравнению с имеющими симптомы – больше объем легких.

Согласно идее комплексного изучения человека [9, 10] немыслимо изучать типологию телосложения без учета функциональных особенностей, поэтому особый интерес представляет сочетание факторов (структурных и функциональных переменных) формирующих определенный статус организма спортсменок, и как он проявляется в зависимости от наличия в анамнезе COVID-19.

Факторный анализ переменных морфо-функционального статуса женщин спортсменок, ранее не болевших COVID-19, при тренировках в среднегорье показал, что первым наиболее значимым фактором является вес тела и его компоненты и сердечный выброс (общая доля

дисперсии – 25%), вторым по значимости является фактор ВСР (общая доля дисперсии – 18%), третьим по значимости является фактор АД (общая доля дисперсии 17%).

Факторный анализ переменных морфо-функционального статуса женщин спортсменок, ранее болевших COVID-19 бессимптомно, при тренировках в среднегорье отличался. В данной группе первый наиболее значимый фактор включает вес тела и рост, фазовый угол (интенсивность обменных процессов) и производительность сердца (общая доля дисперсии 19%), вторым по значимости является фактор, включающий параметры АД и возраст (общая доля дисперсии – 22%) и третьим по значимости является фактор ВСР (общая доля дисперсии – 16%).

Таблица 1

Table 1

Показатели спирометрии у женщин-спортсменок, имевших и не имевших в анамнезе COVID-19, в условиях среднегорья

Spirometry indicators of female athletes who had / did not have COVID-19 in the middle altitude conditions

№ п/п No	Показатели Indicators	ОГ Main group		Р	КГ Control group	
		до before	после after		до before	после after
1	ЖЕЛ, л VC, l	4.1±0.5	4.2±0.5	0.01	3.8±0.7	3.8±0.8
2	% должн. % of the standard	106.0±10.0	108.9±11.3	0.01	103.3±14.8	103.4±15.1
3	ФЖЕЛ, л FVC, l	4.1±0.7	4.2±0.5	0.02	3.7±0.7	3.7±0.7
4	ОФВ ₁ /ФЖЕЛ, % FEV ₁ /FVC ratio, %	88.4±5.1	87.3±5.4	-	89.6±6.1	90.5±3.6

Таблица 2

Table 2

Показатели состава тела у высококвалифицированных женщин-спортсменок, ранее болевших и не болевших COVID-19

Body composition indicators of elite female athletes who had / did not have COVID-19

№ п/п No	Показатели Indicators	Болели COVID-19 Had COVID-19	Не болели COVID-19 Did not have COVID-19	Р
1	Вес, кг Body mass, kg	59.8±8.9	59.3±9.4	-
2	Безжировая масса, кг Fat free mass, kg	48.4±5.5	46.6±5.2	-
3	Жировая масса, кг Fat mass, kg	18.6±5.0	20.8±3.9	0.03
4	Общее количество воды в организме, % Total body water, %	59.6±3.6	58.0±2.8	0.03
5	Индекс массы тела Body mass index	24.8±1.5	24.2±1.2	0.03
6	Мышечная масса, кг Muscle mass, kg	20.9±2.7	21.0±2.7	-
7	Фазовый угол Phase angle	7.8±1.3	7.2±0.7	0.03

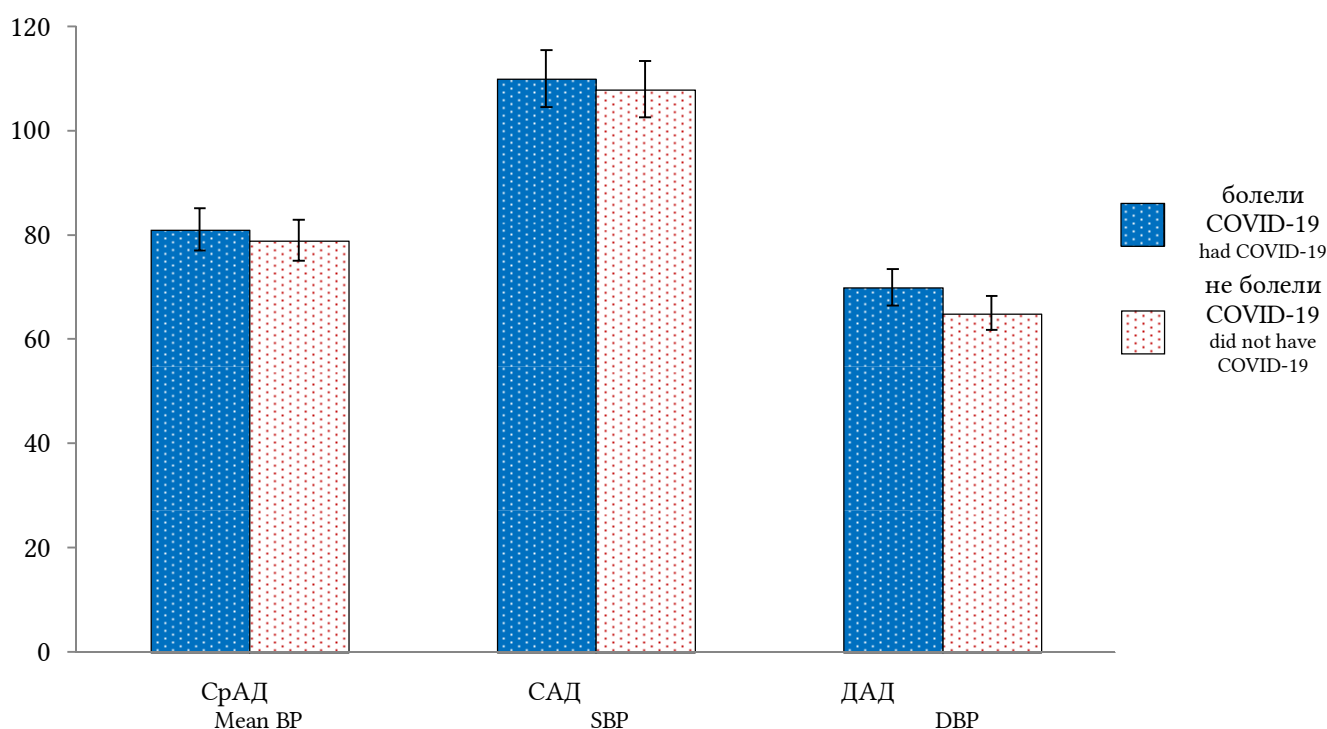


Рис. Показатели артериального давления у высококвалифицированных женщин-спортсменок, ранее болевших и не болевших COVID-19 (мм рт ст)

Fig. Blood pressure indicators of elite female athletes, who had / did not have COVID-19

Примечание: СрАД – среднее артериальное давление; САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление.

Note: BP – blood pressure; SBP – systolic blood pressure; DPB – diastolic blood pressure

Таблица 3

Table 3

Показатели спирометрии у высококвалифицированных женщин-спортсменок, не болевших COVID-19, болевших бессимптомно и с симптомами различной степени тяжести

Spirometry indicators of elite female athletes, who did not have COVID-10, who had COVID without symptoms and who had COVID with symptoms of various severity

№ п/п No	Показатели Indicators	Болели COVID-19 Had COVID-19	Не болели COVID-19 Did not have COVID-19	Р	Болели бессимптомно Had COVID-19 without symptoms	Имели симптомы Had COVID-19 with symptoms	Р
1	ЖЕЛ, л VC, l	4.1±0.5	3.8±0.8	-	4.3±0.5	3.9±0.5	0.03
2	% должн. % of the standard	105.2±13.3	101.1±16.5	-	107.3±11.5	102.6±16.4	-
3	ФЖЕЛ, л FVC, l	4.1±0.6	3.8±0.8	0.01	4.3±0.5	3.8±0.7	0.04
4	ОФВ ₁ /ФЖЕЛ, % FEV ₁ /FVC ratio, %	87.5±6.1	90.8±5.7	0.02	88.7±5.0	87.7±8.2	-

Факторный анализ переменных морфофункционального статуса женщин спортсменок, болевших COVID-19 с симптомами различной степени тяжести, при тренировках в среднегорье показал, что первый наиболее значимый фактор включает возраст и гемодинамику (общая доля дисперсии – 20%), вторым по значимости является фактор, включающий параметры состава тела (общая доля дисперсии – 16%), третьим по

значимости является фактор ВСР (общая доля дисперсии – 15%) (табл. 4).

Ранжирование значимых факторов, отражающих морфофункциональный статус спортсменок разных групп по отношению к COVID-19 (не болели, болели бессимптомно, болели с симптомами различной тяжести), показал, что у не болевших ранее спортсменок имеется четкая структуризация факторов (1-й – состав тела,

Таблица 4

Table 4

Основные факторы, отражающие морфофункциональный статус женщин-спортсменок, ранее болевших COVID-19 с симптомами различной степени тяжести, при тренировках в среднегорье

Main factors that demonstrate the morphofunctional state of female athletes who had COVID-19 with symptoms of various severity during training in the middle altitude

Факторы Factors	Переменные Variables	Общая доля дисперсии Total proportion of variance
1	Возраст Age	20%
	Фазовый угол Phase angle	
	Индекс жесткости CAVI (cardio-ankle vascular index)	
	Маркер функции левого желудочка сердца Left ventricular function marker	
	Среднее артериальное давление Mean blood pressure	
	Систолическое артериальное давление Systolic blood pressure	
2	Жировая масса Fat mass	16%
	Мышечная масса Muscle mass	
	Общее количество воды в организме Total body water	
	Индекс массы тела Body mass index	
3	HF	15%
	LF/HF	
	Индекс напряжения Stress index	
	SDNN	

Таблица 5

Table 5

Ранжирование значимых факторов, отражающих функциональное состояние спортсменок, ранее не болевших и болевших COVID-19

Ranging of significant factors that demonstrate the functional state of female athletes who had / did not have COVID-19

№ фактора Factor No	Не болели Did not have COVID	Болели бессимптомно Had COVID without symptoms	Болели с симптомами Had COVID with symptoms
1	Состав тела Body composition	Состав тела, производительность сердца Body composition, heart performance	Возраст, производительность сердца, АД Age, heart performance, BP
2	BCP HRV	Возраст, АД Age, BP	Состав тела Body composition
3	АД BP	BCP HRV	BCP HRV

2-й – показатели ВСР, характеризующие работу сердца и ВНС, 3-й – АД, т.е. фактор гемодинамики). Факторная структура переменных морфофункционального статуса у спортсменок, переболевших COVID-19 бессимптомно, отличалась и не была четко структурирована. 1-й фактор включал одновременно переменные состава тела и производительности сердца. 2-й фактор включал переменные возраста и АД. 3-й – ВСР. Спортсменки, перенесшие COVID-19 более тяжело, с симптомами различной степени тяжести, отличались еще более смешанной структурой 1-го фактора, он включал возраст, производительность сердца и АД. 2-й фактор отражал переменные состава тела, 3-й – ВСР (табл. 5).

Как известно, значимость фактора определяется количеством и величиной корреляционных связей между образующими его переменными. Согласно имеющимся исследовательским данным, увеличение числа корреляций между функциями организма возрастает в период обострения заболеваний [11]. Что касается вопросов адаптации, то активное формирование межсистемных взаимодействий сопровождает экстренный переходный процесс адаптации [12]. Рассматривая результаты полученного факторного анализа с позиций теории адаптации [13] и теории систем [14], можно заключить о наиболее благоприятном морфофункциональном статусе спортсменок, ранее не болевших COVID-19, каждый из значимых факторов морфофункционального статуса у них четко структурирован (отражает определенную, строго очерченную функцию или структуру организма). Спортсменки, переболевшие бессимптомно, характеризуются увеличением корреляционных взаимосвязей между структурными и функциональными показателями, напряжением адаптации организма. Спортсменки, переболевшие COVID-19 с симптомами различной тяжести, характеризуются еще большим напряжением функциональных возможностей ССС. Следовательно, все спортсменки, перенесшие COVID-19, характеризуются экстренным переходным процессом адаптации, в период которого возможно обострение различных заболеваний.

Таким образом, тренировки в среднегорье не вызывают значительных изменений морфофункционального статуса спортсменок. Незначительные изменения функциональных показателей высококвалифицированных спортсменок не связаны с наличием в анамнезе COVID-19 и находятся в пределах физиологической нормы. Динамика функционального статуса ССС у спортсменок, как болевших, так и не болевших COVID-19, в период УТС в среднегорье, в первую очередь связаны с реакцией на горную гипоксию, что в большей степени выражено у спортсменок с третьим типом ВР сердечного

ритма. При тренировках в среднегорье у спортсменок, переболевших COVID-19, показатели спирометрии повышались. Спортсменки, ранее болевшие COVID-19, от не болевших отличаются незначительно (в пределах нормы) показателями состава тела, объемом и скоростью выдоха и АД.

Факторный анализ позволил рассмотреть полученные данные с позиций теории адаптации и теории систем и прийти к заключению, что несмотря на кажущееся благоприятным морфофункциональное состояние женщин-спортсменок, оно характеризуется экстренным переходным процессом адаптации, в период которого возможно обострение различных заболеваний, на что необходимо обратить внимание работающим со спортсменками врачам по спортивной медицине и тренерам.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена в соответствии с государственным заданием ФГБУ СКФНЦ ФМБА России № 48.001.22.800 от 01 января 2022 г. на выполнение НИР «Разработка и научное обоснование системы восстановительных и реабилитационных мероприятий для спортсменов, перенесших COVID-19 с использованием факторов гипо- и гипероксии в условиях среднегорья», шифр: «COVID среднегорье 22/24».

СООТВЕТСТВИЕ ПРИНЦИПАМ ЭТИКИ

Исследование было одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ СКФНЦ ФМБА России, протокол №1 от 17.01.2022. Все участники дали информированное согласие на участие в исследовании в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (WMA Declaration of Helsinki – Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, 2013), а также разрешение на обработку персональных данных.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Никифоров В.В., Суранова Т.Г., Чернобровкина Т.Я., Янковская Я.Д., Бурова С.В. Новая коронавирусная инфекция (COVID-19): клинико-эпидемиологические аспекты. *Архив внутренней медицины*. 2020;10(2):87–93 [Nikiforov V.V., Suranova T.G., Chernobrovkina T.Ya., Yankovskaya Ya.D., Burova S.V. New Coronavirus Infection (COVID-19): Clinical and Epidemiological Aspects. *The Russian Archives of Internal Medicine*. 2020;10(2):87–93 (in Russ.)]. DOI: 10.20514/2226-6704-2020-10-2-87-93. EDN: MELBOP.
2. Рассохин В.В., Самарина А.В., Беляков Н.А., Трофимова Т.Н., Лукина О.В., Гаврилов П.В., Гриненко О.А. Эпидемиология, клиника, диагностика, оценка тяжести заболевания COVID-19 с учетом

- сопутствующей патологии. ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии. 2020;12(2):7–30 [Rassokhin V.V., Samarina A.V., Belyakov N.A., Trofimova T.N., Lukina O.V., Gavrilov P.V., Grinenko O.A. Epidemiology, clinical picture, diagnostics, assessment of the severity of the disease COVID-19. *HIV Infection and Immunosuppressive Disorders*. 2020;12(2):7–30 (in Russ.)]. DOI: 10.22328/2077-9828-2020-12-2-7-30. EDN: DGJXCB.
3. Абатурова А.Е., Агафонова Е.А., Кривуша Е.Л., Никулина А.А. Патогенез COVID-19. *Здоровье ребенка*. 2020;15(2):133–144. [Abaturova A.E., Agafonova E.A., Krivusha E.L., Nikulina A.A. Pathogenesis of COVID-19. *Zdorov'e Rebenka*. 2020;15(2):133–144 (in Russ.)]. DOI: 10.22141/2224-0551.15.2.2020.200598. EDN: QINHQG.
 4. Levy J., Léotard A., Lawrence C., Raquereau J., Bensmail D., Annane D., Delord V., Lofaso F., et al. A model for a ventilator-weaning and early rehabilitation unit to deal with post-ICU impairments following severe COVID-19. *Ann Phys Rehabil Med*. 2020;63(4):376–378. DOI: 10.1016/j.rehab.2020.04.002.
 5. Бадтиева В.А., Шарыкин А.С., Зеленкова И.Е. Спортивная медицина и спортивное сообщество в условиях эпидемии коронавируса. *Consilium Medicum*. 2020;22(5):28–34 [Badtieva V.A., Sharykin A.S., Zelenkova I.E. Sports medicine and sports population under conditions of the coronavirus epidemic. *Consilium Medicum*. 2020;22(5):28–34 (in Russ.)]. DOI: 10.26442/20751753.2020.5.200181. EDN: DHUHGL.
 6. Корягина Ю.В., Попов А.Н., Нопин С.В., Абуталимова С.М. Функциональное состояние легкоатлетов в период акклиматизации к условиям среднегорья, в том числе у спортсменов, перенесших COVID-19. *Современные вопросы биомедицины*. 2021;5(3):4 [Koryagina Yu.V., Popov A.N., Nopin S.V., Abutalimova S.M. Functional state of track-and-field athletes during of the acclimation to the middle altitude conditions, including athletes with COVID-19. *Modern Issues of Biomedicine*. 2021;5(3):4 (in Russ.)]. DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_03_4. EDN: OJNNTTE.
 7. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. Ижевск: Издательство «Удмуртский университет», 2009. 259 с. [Shlyk N.I. *Heart rate and regulation type of children, teenagers and athletes*. Izhevsk: Publishing house “Udmurtskiy universitet”, 2009. 259 p. (in Russ.)]
 8. Гаврилова Е.А. Спорт, стресс, вариативность: монография. Москва: Спорт, 2015. 168 с. [Gavrilova E.A. *Sport, stress, variability: a monograph*. Moscow: Sport, 2015. 168 p. (in Russ.)]
 9. Казначеев С.В. Малоизвестные черты природы и организации современного человека. В: Толоконская Н.П., Штарк М.Б., Рязанцев С.В., Максимов И.Е., Турченко В.Н., Разуваев В.И., Казначеев В.П., Трофимов А.В., и др. Социально-демографический потенциал России: состояние и перспективы. Москва: Издательство «Экон-Информ», 2019:147–158 [Kaznacheev S.V. *Little-known features of the nature and organization of a modern human*. In: Tolokonskaya N.P., Shtark M.B., Ryazantsev C.V., Maksimov I.E., Turchenko V.N., Razuvayev V.I., Kaznacheev V.P., Trofimov A.V., et al. *Social and demographic potential of Russia: state and prospects*. Moscow: Publishing house «Ekon-Inform», 2019:147–158 (in Russ.)]. EDN: TMZXEH.
 10. Толоконская Н.П. Полет животворящей мысли: от Вернадского до Казначеева. В: Толоконская Н.П., Штарк М.Б., Рязанцев С.В., Максимов И.Е., Турченко В.Н., Разуваев В.И., Казначеев В.П., Трофимов А.В., и др. Социально-демографический потенциал России: состояние и перспективы. Москва: Издательство «Экон-Информ», 2019:22–38 [Tolokonskaya N.P. *Flight of life-giving thoughts: from Vernadsky to Kaznacheev*. In: Tolokonskaya N.P., Shtark M.B., Ryazantsev C.V., Maksimov I.E., Turchenko V.N., Razuvayev V.I., Kaznacheev V.P., Trofimov A.V., et al. *Social and demographic potential of Russia: state and prospects*. Moscow: Publishing house «Ekon-Inform», 2019:22–38 (in Russ.)]. EDN: WRYFOL.
 11. Федосеев Г.В., Синицина Г.М., Дегтярева З.Н. и др. Состояние циркадианных ритмов дыхательной системы у здоровых и больных предастмой и бронхиальной астмой. В: Федосеев Г.В., Синицина Г.М., Дегтярева З.Н. и др. Хронобиология легких. Ленинград: Наука, 1987:67–91. [Fedoseev G.V., Sinitsina G.M., Degtyareva Z.N. et al. State of circadian rhythms of the respiratory system of healthy people and people with asthma and bronchial asthma. In: Fedoseev G.V., Sinitsina G.M., Degtyareva Z.N. et al. *Lung Chronobiology*. Leningrad: Nauka, 1987:67–91. (in Russ.)]
 12. Ноздрачев А.Д. От геномики к интегративной физиологии. *Вестник Российской академии наук*. 2005;75(4):364–366. [Nozdrachev A.D. From genomics to integrative physiology. *Vestnik Rossijskoj Akademii Nauk*. 2005;75(4):364–366. (in Russ.)]. EDN: GXWVGH.
 13. Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. Москва: Медицина, 1988. 225 с. [Meerson F.Z., Pshennikova M.G. *Adaptation to stressful situations and physical activity*. Moscow: Medistina, 1988. 225 p. (in Russ.)]
 14. Судаков К.В. Функциональные системы. Москва: Издательство Российской академии медицинских наук, 2011. 320 с. [Sudakov K.V. *Functional systems*. Moscow: Publishing house of Russian Academy of Medical Sciences, 2011. 320 p. (in Russ.)]

Поступила в редакцию 31.08.2022

Подписана в печать 23.12.2022

Для цитирования: Корягина Ю.В., Нопин С.В., Тер-Акопов Г.Н., Абуталимова С.М. Динамика морфофункционального статуса женщин-спортсменок, ранее перенесших COVID-19, в период тренировок в среднегорье. *Человек и его здоровье*. 2022;25(4):73–81. DOI: 10.21626/vestnik/2022-4/09. EDN: PHVIQI.

MORPHOFUNCTIONAL STATUS DYNAMICS OF FEMALE ATHLETES WHO HAD COVID-19 DURING TRAINING IN THE MIDDLE ALTITUDE

© Koryagina Yu.V., Nopin S.V., Ter-Akopov G.N., Abutalimova S.M.

North Caucasian Federal Scientific and Clinical Center (NCFSCC)

24, Sovetskaya Str., Essentuki, Stavropol krai, 357600, Russian Federation

Objective: to examine the morphofunctional status dynamics of female athletes who had COVID-19 during training in the middle altitude.

Materials and methods. The study of the morphofunctional status was conducted in the beginning and at the end of training camps in Kislovodsk at an altitude of 1240 meters. It included 78 elite female athletes during the preparatory period of the training process. We have identified the initial level and dynamics of the functional state of the cardiovascular and respiratory systems, heart rate variability and body composition. We have also carried out a questionnaire of the state and collected medical background about the COVID-19.

Results. According to the data obtained, training in the middle altitude did not significantly influence the morphofunctional status of female athletes, both who had and who did not have COVID-19. All indicators were within physiological standards. The functional state dynamics of athletes was mostly connected to the response to mountain hypoxia, which in higher degree is shown in athletes with the third type of the heart rate autonomic regulation. The athletes who were ill with COVID-19 were slightly different (within normal limits) from those who were not in terms of body composition indicators, expiratory volume and rate, as well as blood pressure. The systemic analysis has demonstrated that the factor-based structure of variables of the morphofunctional status of female athletes who were ill with COVID is described with an increased correlation connection between structural and functional indicators, stress of the body's adaptation.

Conclusion. Despite the seemingly favorable morphofunctional status of female athletes, who had COVID-19, in terms of systemic connections it is still characterized with an emergency transitional process of adaptation, during which complication of various diseases is possible. It should be noted by working doctors in sports medicine and coaches working with athletes, especially in the middle altitude conditions.

Keywords: female athletes; COVID-19; functional state; cardiorespiratory system; middle altitude.

Koryagina Yuliya V. – Dr. Sci. (Biol.), Professor, Head of the Center of biomedical technologies, NCFSCC, Essentuki, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0001-5468-0636. E-mail: nauka@skfmba.ru (coresponding author)

Nopin Sergey V. – Cand. Sci. (Tech.), Leading Researcher of the Center of biomedical technologies, NCFSCC, Essentuki, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0001-9406-4504. E-mail: work800@yandex.ru

Ter-Akopov Gukas N. – Cand. Sci. (Econom.), CEO, NCFSCC, Essentuki, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-7432-8987. E-mail: sk@fimbamail.ru

Abutalimova Sabina M. – Researcher of the Center of biomedical technologies, NCFSCC, Essentuki, Russian Federation. E-mail: nina194101@gmail.com

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

SOURCE OF FINANCING

The study was conducted in accordance with the state task of the NCFSCC of the FMBA of Russia № 48.001.22.800 from January 1, 2022 for the implementation of the research project “Razrabotka i nauchnoye obosnovaniye sistemy vosstanovitel'nykh i reabilitatsionnykh meropriyatiy dlya sportsmenov, perenessikh COVID-19 s ispol'zovaniye faktorov gipo- i giperoksii v usloviyakh srednegor'ya” [Development and scientific justification of a system of recovery and rehabilitation measures

for athletes who had COVID-19 with the use of hypo- and hyperoxia factors in the middle altitude conditions], code: “COVID srednegor'e 22/24” [COVID middle altitude 22/24].

CONFORMITY WITH THE PRINCIPLES OF ETHICS

The study was approved by the local ethics committee of the NCFSCC of the FMBA of Russia, protocol №1 from January 17, 2022. All participants gave an informed consent for participation in the study in compliance with the WMA Declaration of Helsinki – Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, 2013, as well as the permission for personal data processing.

Received 31.08.2022

Accepted 23.12.2022

For citation: Koryagina Yu.V., Nopin S.V., Ter-Akopov G.N., Abutalimova S.M. Morphofunctional status dynamics of female athletes who had COVID-19 during training in the middle altitude. *Humans and their health*. 2022;25(4):73–81. DOI: 10.21626/vestnik/2022-4/09. EDN: PHVIQL.