

Федеральное медико-биологическое агентство
ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и
реабилитации Федерального медико-биологического агентства»

**Интегральная оценка состояния здоровья высококвалифицированных
спортсменов с помощью медицинского программно-аппаратного
комплекса Estek System Complex™ (Мультискан PRO)**

Методические рекомендации

Москва 2016

УДК 61:796/799

ББК 75.0

Методические рекомендации разработаны ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства».

Утверждены Ученым советом ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства» в качестве методических рекомендаций и рекомендовано к изданию (протокол № 3 от 4 марта 2016 г.). Введены впервые.

С.О. Ключников, М.С. Ключников, Ю.Ю. Синицина, А.А. Вычик, А.С. Самойлов, А.П. Серeda, А.В. Чадина, С.В. Медведев. Интегральная оценка состояния здоровья высококвалифицированных спортсменов с помощью медицинских программно-аппаратного комплекса Estek System Complex™. Методические рекомендации. М.: ФМБА России, 2016. – 29 с.

Методические рекомендации предназначены для врачей по спортивной медицине и врачей других специальностей, работающих в области физической культуры и спорта, заведующих отделениями и кабинетами спортивной медицины, массажистов, а также аспирантов, ординаторов и студентов медицинских вузов и других специалистов, непосредственно участвующих в медицинском и медико-биологическом обеспечении спортсменов.

© Федеральное медико-биологическое агентство, 2016

© ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России, 2016

Настоящие методические рекомендации не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены без разрешения Федерального медико-биологического агентства

СОДЕРЖАНИЕ

1. Сокращения	4
2. Словарь терминов	5
3. Обоснование технологии интегральной оценки функционального состояния спортсменов.	6
4. Технология интегральной оценки функционального состояния спортсменов	9
5. Результаты обследования по технологии ESC у спортсменов высшей квалификации	10
6. Примеры наблюдений	18
7. Заключение	25
8. Литература	26

СОКРАЩЕНИЯ

АЛТ – аланинтрансфераза

АСТ - аспартаттрансаминаза

ВНС – вегетативная (автономная) нервная система

ИП – интегральный показатель

ПНС – парасимпатическая нервная система

СНС – симпатическая нервная система

УМО – углубленное медицинское обследование

ВМІ (ИМТ) - индекс массы тела

СО (СВ) – сердечный выброс

ESC - ESTECK System Complex (MULTISCANPRO™)

FFM - масса тела без жира

FM - масса жира

HR (ЧСС) – частота сердечных сокращений

LF/HF (НЧ/ВЧ) – частотный индикатор активности ВНС

МАР (САД) - среднее артериальное давление

Reflection Index (RI) - индекс отражения

SDNN - стандартное отклонение всех записанных R-R интервалов

SpO₂ - уровень насыщения гемоглобина крови кислородом (%)

Stiffness Index (SI) - индекс жесткости крупных сосудов

Stress Index – стресс-индекс

SVR (ПСС) - периферическое сосудистое сопротивление

TWB - общее количество воды

VO₂ - показатель нарушения поглощения кислорода из системы микроциркуляции

CI - индекс объемной скорости кровотока

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

LF/HF (НЧ/ВЧ)	Частотный индикатор активности ВНС; баланс ВНС, соотношение низких и высоких частот. Снижается при неблагоприятных прогностических признаках, например после инфаркта миокарда, повышается – при гипертермии и фибромиалгии.
Индекс отражения	Индикатор жесткости средних и малых артерий.
Индекс жесткости	Индикатор жесткости крупных артерий, связанный с давлением крови.
SDNN	Стандартное отклонение всех записанных R-R интервалов; отражает компоненты цикла, отвечающие за их вариабельность в момент записи; служит индикатором симпатического и парасимпатического регулирования.
Стресс-индекс	Потребность сердечной мышцы в кислороде, связанная с работой сердца.
Периферическое сосудистое сопротивление	Общее сопротивление кровотоку, которое оказывают сосуды системы кровообращения.
Пульсовое давление	Разница между систолическим и диастолическим давлением; пропорциональная количеству крови, выбрасываемой левым желудочком во время систолы и обратно пропорционально гибкости аорты.
Время сокращения левого желудочка	Время сердечного выброса, связанное с функцией левого желудочка.
Индекс объемной скорости кровотока	Вазодинамический параметр - рассчитывается по отношению объема сердечного выброса к площади поверхности тела.
VO ₂	Показатель нарушения поглощения кислорода из системы микроциркуляции.

1. ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНОВ

В современной спортивной медицине применяется множество методов и тестов для определения функционального состояния спортсменов, основанных на оценке деятельности сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем. Подобные тесты проводятся как в амбулаторных условиях в рамках проведения углубленного медицинского обследования, так и при проведении специализированных, в том числе стационарных исследований [Морман Д., 2000; Горст Н.А., 2008; Мавлиев Ф.А. и соавт., 2013]. Наиболее часто в практике используются следующие методики: оценка адаптации сердечно-сосудистой системы, тест Вингейта, определение интегральных показателей функциональных систем, в том числе индекс Скибинского, адаптационный потенциал (по формуле Р.М. Баевского) и другие, а также анализ состава тела, психологическое, психофизиологические исследования и др. [Николаев Д.В., 2012].

Проведение указанных тестов требуют значительных временных и кадровых ресурсов, при этом интегральная оценка результатов и их индивидуальная интерпретация нередко представляет существенные трудности. В связи с этим мировая наука продолжает изыскания в области неинвазивных диагностических методов, позволяющих в сжатые сроки получать объективные характеристики функционирования как отдельных органов и систем, так и всего организма спортсмена в целом.

Суммарная, мультипараметрическая характеристика такого функционирования предопределяется индивидуальными особенностями **адаптационной реакции взаимодействующих систем** как отдельных, так и всего организма в ответ на внешние и внутренние воздействия. Подобная адаптационная реакция в первую очередь направлена на сохранение целостности организма, обеспечение констант гомеостаза и его жизнедеятельности в конкретных условиях обитания и может рассматриваться как **функциональное состояние**. При этом мы не отождествляем понятия «функциональное состояние спортсмена» и «функциональная подготовка спортсмена». Дискуссии в отношении методологии их оценки активно ведутся биологами, физиологами, клиницистами и диагностами (Павлов С.Е., 1999; Волков В.Н., 2000; Юдин Б.Д., 2006; Иорданская Ф.А., 2008; Шамардин А.А., 2008; Ачкасов Е.Е., 2011, 2014; Поляев Б.А. и соавт., 2011, 2013; Блеер В.Н. и соавт., 2013; и др.).

Признаем, что для характеристики «функциональности» (состояния и подготовки) организма спортсмена могут применяться одни и те же методы и тесты. В представленных «Методических рекомендациях...» мы делаем акцент именно на объективную и интегральную оценку реактивности организма, т.е. на оценку функциональных возможностей различных органов и систем адаптироваться в ответ на тренировочную и соревновательную деятельность спортсмена. Решение именно этой проблемы представляется одной из наиболее важных, которые, наряду с медико-биологический отбором и допуском к спортивным занятиям, стоят перед врачами по спортивной медицине.

Необходимо упомянуть еще один принципиальный аспект. Какие бы уникальные технологии не были заложены в основе современного диагностического оборудования, какие бы, опять же, уникальные мультипараметрические характеристики организма человека при этом не регистрировались, только врач с учетом анамнеза и клинической картины конкретного пациента (спортсмена) может интерпретировать их и использовать для подготовки индивидуальных программ медико-биологического сопровождения.

Как за рубежом, так и в России для объективной оценки функционального состояния организма спортсмена, как правило, используются показатели, непосредственно или косвенно характеризующие потребление, транспорт и утилизацию кислорода. При этом наиболее часто определяемыми и наиболее информативными показателями являются:

- уровень и характер изменений артериального давления и частоты сердечных сокращений;
- электрокардиографические показатели ритма, проводимости и сократимости: форма и суммарная амплитуда зубца R, форма и амплитуда зубца T, отклонение интервала ST; длительность интервала R–R, и др.;
- вентиляционный эквивалент;
- максимальное потребление кислорода;
- концентрация молочной кислоты в крови;
- порог анаэробного обмена;
- физическая работоспособность, толерантность к физической нагрузке, суммарный объем и общее время выполненной работы;
- характер ликвидации кислородного долга.

Оценка перечисленных параметров осуществляется с помощью самых разнообразных по техническому и методическому исполнению стационарных и портативных приборов. Однако получаемые с помощью различных тестов и методов результаты нередко трудно сопоставимы между собой, что принципиально затрудняет суммарную (мультипараметрическую) и интегральную характеристику организма спортсмена. Поэтому к современным инструментальным средствам и методам оценки и контроля за функциональным состоянием организма спортсмена должны предъявляться определенные требования. В частности, должны обеспечиваться:

1. адекватный набор средств оценки уровня функционирования наиболее важных для спортивной деятельности систем организма: сердечно-сосудистой, дыхательной, центральной нервной систем, опорно-двигательного аппарата и психоэмоциональной сферы.

2. возможность оценки степени напряжения адаптационных и регуляторных механизмов соответствующих систем в покое и при различной нагрузке.

3. стандартизация применяемых методик.

4. возможность итоговой, мультипараметрической оценки уровня функционального состояния (вместе с профилем функциональной подготовленности спортсмена), понятной не только спортивному врачу, но и тренеру, и самому спортсмену.

5. адаптируемость к разным видам спорта при сохранении концептуальной целостности суммарной оценки состояния спортсмена.

6. автоматизация выполнения тестов, обработки результатов и формирования рекомендаций, поддержка принятия решений спортивными специалистами. Возможность дополнения средств оценки функционального состояния средствами оценки специальной спортивной подготовленности по видам спорта, что позволило бы и врачу, и тренеру получить объективную и полную информацию для выработки эффективных мер по совершенствованию функциональной и специальной подготовленности спортсмена.

7. неинвазивность, информативность, быстрота и удобство обследования.

Специальный анализ возможностей применяемого оборудования для контроля функциональной подготовленности спортсмена и реакций его организма на выполняемую тренировочную и соревновательную деятельность показал, что

на современном приборном рынке представлено большое количество различных аппаратно-программных комплексов (Карди, Истоки здоровья, Ритм-Экспресс, Акутест, Пульс-Антистресс, Диакомс, Медискрин, АМСАТ, MULTISCANPRO™ и др.), при этом получаемые при исследовании результаты трудно сопоставимы между собой.

В целом, по мнению Е.Е. Ачкасова и соавторов (2011 г.), весь приборный парк таких АПК в зависимости от заложенных методов исследования спортсменов условно можно разделить на три основные группы. К первой группе относятся аппаратные комплексы, базирующиеся на исследовании variability сердечного ритма в покое и/или при различных нагрузках. Ко второй группе относятся комплексы, в своей основе использующие косвенные методы оценки состояния энергетике организма в соответствии с представлениями восточной медицины. К третьей группе можно отнести оборудование, в котором используются оригинальные методы изучения электропроводности тканей организма или электрической активности сердца. С их помощью возможно косвенными методами оценить лишь некоторые параметры функциональной подготовленности спортсмена и реакции его организма на профессиональную деятельность.

2. ТЕХНОЛОГИЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНОВ

В течение ряда лет нами проводилось изучение возможностей объективной оценки функционального состояния у спортсменов с помощью медицинского программно-аппаратного комплекса ESTECK System Complex, ESC (MULTISCANPRO™). Данный комплекс позволяет оценивать функциональное состояние спортсмена на основании неинвазивного исследования целого ряда параметров. К ним относятся:

- состав тела (индекс массы тела, масса жира, масса без жира, мышечная масса, общее количество воды, внеклеточная вода, внутриклеточная вода);
- variability сердечного ритма (статистические данные временной области, спектральный анализ, оценка активности и баланса симпатической / парасимпатической нервной системы);

- гемодинамика и уровень кислорода (периферическое сосудистое сопротивление, сердечный выброс, $SpO_2\%$);

- уровень функционального резерва спортсмена в баллах (на основе анализа основных показателей);

- динамический мониторинг вышеперечисленных показателей для демонстрации возможностей терапевтического контроля состояния спортсменов.

На базе ФНКЦСМ ФМБА России с помощью медицинского программно-аппаратного комплекса ESC (MULTISCANPRO™) нами было обследовано 286 спортсменов сборных команд России как в амбулаторных условиях, так и в процессе тренировочного и соревновательного процесса. Предварительные итоги выполненной работы были опубликованы в журнале «Спортивная медицина: наука и практика» (С.О. Ключников и соавт., 2015).

В процессе исследования выполнялись следующие комбинированные измерения:

- проводимости тканей,
- насыщения O_2 гемоглобина,
- сосудистой пульсовой волны,
- сопротивления участков тела,
- мониторинг ритма сердца.

Анализ измеряемых с помощью ESC сигналов выполнялся для оценки:

- макро- и микроциркуляции,
- активности и баланса вегетативной нервной системы,
- АТФ / рН тканей,
- доставки кислорода тканям,
- состава тела.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ ESC У СПОРТСМЕНОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Детальный анализ полученных в процессе диагностики функционального состояния спортсменов данных показал их зависимость от целого ряда факторов. Иллюстрацией этого могут быть представленные в таблице 1 результаты обследования 286 спортсменов, распределенных в зависимости от пола и возраста.

Таблица 1. Результаты обследования спортсменов с помощью ESC с учетом их пола и возраста.

Параметр	до 18 лет				18 - 21 год			
	муж		жен		муж		жен	
	М	m	М	m	М	m	М	m
ИП	79,69	4,50	80,31	5,46	79,79	5,32	81,67	6,47
HR	71,74	12,27	72,88	16,34	67,74	8,92	68,36	11,20
LF/HF	0,79	0,39	0,77	0,34	0,75	0,24	0,76	0,32
Stress Index	78,95	51,47	89,52	57,29	66,81	27,66	71,04	32,75
SDNN	69,75	15,70	66,58	19,04	71,69	14,04	67,98	13,44
FFM	68,28	7,16	51,42	4,64	71,50	8,41	50,88	4,04
FM	9,32	2,11	14,44	2,03	10,12	2,53	15,25	1,62
TWB	66,38	1,54	62,63	1,49	65,80	1,87	62,04	1,21
BMI	23,24	2,20	21,59	1,79	24,12	3,01	21,40	1,60
SpO ₂	96,52	1,71	97,50	0,95	96,29	1,63	97,58	0,67
SI	5,55	0,33	5,36	0,25	5,74	0,28	5,48	0,23
RI	25,00	0,00	25,00	0,00	25,00	0,00	25,42	1,44
SVR	902,15	138,3	1022,9	148,3	857,95	95,88	1015,1	163,8
CO	7,54	0,93	6,29	0,87	7,78	0,81	6,24	0,97
MAP	83,78	7,45	79,06	5,60	82,61	6,36	77,62	5,80
VO ₂	302,38	43,54	306,15	34,88	309,58	28,36	309,17	34,76
Systolic P	114,64	9,70	104,81	7,17	111,96	9,53	102,00	7,20
Diastolic P	68,36	7,37	66,19	6,27	67,92	5,56	65,42	6,02

Таблица 1. (продолжение)

Параметр	старше 21 года				всего			
	муж		жен		муж		жен	
	М	m	М	m	М	m	М	m
ИП	80,03	5,79	81,80	4,49	79,83	5,11	80,86	5,58
HR	63,38	8,95	75,00	17,63	67,98	11,00	71,87	15,06
LF/HF	0,61	0,27	0,82	0,11	0,72	0,33	0,77	0,31
Stress Index	54,18	25,63	100,32	79,94	67,75	40,23	85,62	54,21

SDNN	75,33	14,06	62,30	12,95	72,08	14,83	66,47	16,79
FFM	71,57	10,27	52,64	4,10	70,16	8,66	51,41	4,35
FM	11,02	2,93	15,66	1,22	10,08	2,59	14,81	1,88
TWB	65,14	2,14	61,76	0,90	65,83	1,90	62,37	1,38
BMI	24,58	3,11	22,42	1,14	23,90	2,77	21,63	1,67
SpO ₂	96,73	1,13	96,40	1,95	96,54	1,51	97,40	1,07
SI	6,36	0,39	5,99	0,43	5,86	0,49	5,47	0,33
RI	25,45	1,46	26,00	2,24	25,15	0,86	25,23	1,07
SVR	875,81	127,3	990,16	131,5	882,65	125,6	1016,9	147,9
CO	7,99	1,11	6,02	0,59	7,75	0,98	6,25	0,86
MAP	86,05	7,53	73,68	2,50	84,25	7,29	78,03	5,57
VO ₂	296,06	46,03	292,00	51,67	302,02	41,22	305,35	36,34
Systolic P	115,30	10,86	96,60	3,13	114,21	10,05	103,07	7,23
Diastolic P	71,42	6,72	62,20	2,86	69,27	6,86	65,51	5,94

Анализируя данные таблицы 1 можно констатировать значительные гендерные различия. Так, для спортсменов мужского пола были получены следующие результаты.

По интегральному показателю среднее значение составило 79,83. Отметим при этом, что средние значения ИП между группами спортсменов с учетом их возраста практически не различались: группа юниоров – 79,69; молодежная группа – 79,79; группа основного состава – 80,03. В среднем – 79,83. Однако более детальный анализ результатов свидетельствует о существенных возрастных особенностях целого ряда показателей, полученных с помощью ESC.

Показатели вариабельности сердечного ритма.

Средний показатель ЧСС составил 67,98 уд/мин. В соответствии с увеличением возраста наблюдается снижение значений показателя: группа юниоров – 71,74 уд/мин; молодежная группа – 67,74 уд/мин; группа основного состава – 63,38 уд/мин.

Нарастание влияния парасимпатической нервной системы подтверждается и явным снижением по мере увеличения возраста такого показателя, как соотношение СНС и ПНС: группа юниоров – 0,79; молодежная группа – 0,75;

группа основного состава – 0,61. Среднее значение для данного показателя составила 0,72.

Стресс-индекс имел аналогичную тенденцию снижения по мере увеличения возраста: группа юниоров – 78,95 усл.ед; молодежная группа – 66,81 усл.ед; группа основного состава – 54,18 усл.ед. Среднее значение для стресс-индекса – 67,75 усл.ед.

Анализ состава тела.

Среднее значение для показателя безжировой массы тела составило 65,83%¹. По данному показателю практически отсутствует возрастная динамика: группа юниоров – 68,28%; молодежная группа – 71,50%; группа основного состава – 71,57%.

Для показателя общего количества воды был характерна некоторая тенденция к уменьшению по мере снижения возраста спортсменов: группа юниоров – 66,38%²; молодежная группа – 65,80%; группа основного состава – 65,14%. Однако вследствие существенных индивидуальных колебаний достоверные различия не определены. Среднее значение для общего количества воды составило 65,83%.

Подобная ситуация была типична и для индекса массы тела, для которого отмечена незначительная тенденция при увеличении возраста: группа юниоров – 23,24; молодежная группа – 24,12; группа основного состава – 24,58. Среднее значение ИМТ составило 23,9.

Анализ гемодинамических характеристик.

Среднее значение для показателя уровня насыщения кислородом гемоглобина крови спортсменов равно 96,54%. Максимальное значение данного показателя (96,73%) выявлено в группе спортсменов основного состава, минимальное значение принадлежит молодежной группе (96,29%), однако данные различия незначительны и статистически не достоверны.

Индекс жесткости сосудов имел среднее значение 5,86 м/с. Для данного показателя была выявлена тенденция к увеличению значений по мере увеличения

¹ Здесь и далее в тексте при описании состава тела (безжировой массы и массы жира) имеется в виду % веса.

² Здесь и далее в тексте при описании показателей количества воды имеется в виду % общего количества воды в организме.

возраста спортсменов: группа юниоров – 5,55 м/с; молодежная группа – 5,74 м/с; группа основного состава – 6,36 м/с.

Значения индекса отражения сосудов с возрастом практически не изменялись: у юниоров и в молодежной группе – по 25,0%; в группе основного состава – 25,45%. Среднее значение показателя составило 25,15%. Показатель периферического сосудистого сопротивления имел максимальное значение в юниорской группе (902,15 Па·с/м³), минимальное – в молодежной группе (857,95 Па·с/м³). Среднее значение ПСС составило 882,65 Па·с/м³.

Показатель сердечного выброса постепенно повышался, достигая максимальных значений у спортсменов старше 21 года: группа юниоров – 7,54 л/мин; молодежная группа – 7,78 л/мин; группа основного состава – 7,99 л/мин. Среднее значение для данного показателя – 7,75 л/мин. Среднее значение показателя САД составило 84,25 мм рт. ст. Наибольшее значение АД наблюдается в группе основного состава - 86,05 мм.рт.ст., наименьшее – в молодежной группе - 82,61 мм.рт.ст.

Максимальное значение показателя нарушения поглощения кислорода из системы микроциркуляции ($\dot{V}O_2$) имел у молодежной группы (309,58), минимальное – у группы основного состава (296,06). Среднее значение по данному показателю составило 302,02.

Для спортсменов женского пола были выявлены некоторые особенности в полученных с помощью ESC характеристиках.

В частности, интегральный показатель характеризовался некоторой тенденцией к повышению с возрастом спортсменок и несколько превышая таковые значения у мужчин (группа юниоров – 80,31; молодежная группа – 81,67; группа основного состава – 81,80). Среднее значение ИП составило 80,86.

Показатели вариабельности сердечного ритма.

Показатель ЧСС имел среднее значение 71,87 уд/мин. Максимальное значение данный показатель демонстрировал в группе основного состава (75,0 уд/мин), минимальное – в молодежной группе (68,36 уд/мин).

Показатель, отражающий отношение СНС и ПНС, имел среднее значение 0,77. В группе юниоров и молодежной группе значения данного показателя различались незначительно (0,77 и 0,76 соответственно), однако в отличие от

мужчин в группе основного состава у женщин показатель увеличивался и достигал максимального значения - 0,82.

Значимые различия между группами наблюдались по показателю стресс-индекса. Так, если у мужчин регистрировалось постепенное снижение показателя от 78,95 усл.ед в группе юниоров до 54,18 усл.ед в группе основного состава, то у женщин – после определенного снижения с 89,52 усл.ед в группе юниоров до 71,04 усл.ед в молодежной группе, было отмечено существенное увеличение стресс-индекса до 100,32 усл.ед в группе основного состава. Среднее значение данного показателя составило 85,62 усл.ед.

Анализ состава тела.

Среднее значение для показателя безжировой массы тела у женщин-спортсменок составило 51,41%. Минимальное значение данный показатель имеет в молодежной группе - 50,88%, максимальное – в группе основного состава - 52,64%. Показатель общего количества воды лишь незначительно снижался с возрастом: группа юниоров – 62,63%; молодежная группа – 62,04%; группа основного состава – 61,67%. Среднее значение для общего количества воды – 62,37%. Индекс массы тела был достаточно стабилен, при этом максимальное значение отмечено в группе основного состава (22,42), минимальное – в молодежной группе (21,40). Среднее значение ИМТ составил 21,63.

Анализ гемодинамических показателей.

Среднее значение для показателя уровня насыщения кислородом гемоглобина крови у спортсменок составило 97,40. Максимальное значение по данному показателю выявлен в группе спортсменов молодежного состава - 97,58%. Минимальное значение принадлежит группе основного состава - 96,40%.

Индекс жесткости сосудов в среднем был равен 5,47 м/с. Данный показатель характеризовался тенденцией к увеличению с возрастом: группа юниоров – 5,36 м/с; молодежная группа – 5,48 м/с; группа основного состава – 5,99 м/с.

Для индекса отражения сосудов была выявлена минимальная возрастная динамика: группа юниоров – 25,0%; молодежная группа – 25,42%; группа основного состава – 26,0%. Среднее значение показателя – 25,23%.

Показатель периферического сосудистого сопротивления уменьшался по мере увеличения возраста: группа юниоров – 1022,97 Па·с/м³; молодежная группа

– 1015,08 Па·с/м³; группа основного состава – 990,16 Па·с/м³. Среднее значение ПСС составило 1016,96 Па·с/м³.

Показатель сердечного выброса незначительно понижался с увеличением возраста: группа юниоров – 6,29 л/мин; молодежная группа – 6,24 л/мин; группа основного состава – 6,02 л/мин. Среднее значение для данного показателя было равно 6,25 л/мин.

Среднее значение показателя САД был равен 78,03 мм.рт.ст. Отметим существенное уменьшение его значений по мере увеличения возраста спортсменов: в группе юниоров до 79,06 мм.рт.ст.; в молодежной группе – до 77,62 мм.рт.ст.; в группе основного состава – до 73,68 мм.рт.ст.

Максимальное значение показателя нарушения поглощения кислорода из системы микроциркуляции зарегистрировано у молодежной группы (309,17), минимальное – у группы основного состава (292,00). Среднее значение по данному показателю – 305,35.

Проведенные исследования позволили обнаружить наряду с гендерными и возрастными особенностями значимое влияние вида спорта на измеряемые с помощью ESC параметры (табл. 2).

Таблица 2. Результаты измерений ESC у спортсменов высшей квалификации с учетом видов спорта.

	Бадминтон		Кикбоксинг		Пулевая стрельба		Фехтование	
	М	m	М	m	М	m	М	m
ИП	76,78	4,74	79,67	3,28	82,40	8,33	79,63	5,13
HR	62,86	9,75	61,58	7,29	77,66	15,83	70,06	13,30
LF/HF	0,52	0,20	0,72	0,32	0,86	0,50	0,76	0,28
Stress Index	52,04	34,69	55,30	24,71	111,88	80,12	75,21	38,13
SDNN	80,13	15,95	69,99	12,36	62,04	16,81	71,63	9,10
FFM	68,21	6,58	58,49	8,75	57,79	7,53	67,40	13,25
FM	10,67	2,36	10,97	2,95	10,55	3,73	9,48	4,07
TWB	65,40	1,74	65,18	2,14	65,47	2,73	66,25	2,98
BMI	23,21	1,23	21,70	1,48	21,38	2,00	22,80	4,76
SpO ₂	96,44	1,01	96,78	1,64	95,60	2,76	97,38	0,52
SI	6,01	0,32	6,09	0,40	5,75	0,50	5,68	0,29

RI	25,00	0,00	25,00	0,00	25,50	1,58	25,00	0,00
SVR	798,86	76,85	966,63	138,6	1027,9	176,5	884,38	147,6
CO	8,02	0,94	6,73	1,08	6,39	1,20	7,60	0,95
MAP	79,33	3,88	80,14	8,59	80,01	8,91	82,61	6,33
VO ₂	283,33	53,39	288,89	53,72	316,00	5,16	300,00	44,72
Systolic P	108,22	4,76	109,33	14,25	105,60	13,33	112,38	6,63
Diastolic P	64,89	4,37	65,56	5,90	67,20	7,13	67,75	6,69

Таблица 2. (продолжение)

	Футбол		Хоккей		Саный спорт		Всего	
	М	m	М	m	М	m	М	m
ИП	79,44	5,14	80,15	4,66	88,00	3,08	80,14	5,26
HR	67,54	13,83	69,77	10,86	78,48	15,08	69,16	12,44
LF/HF	0,71	0,36	0,74	0,29	0,88	0,04	0,74	0,32
Stress Index	70,43	45,93	70,82	36,41	112,54	73,72	73,16	45,47
SDNN	71,75	18,34	70,71	14,37	54,56	9,13	70,39	15,60
FFM	52,63	6,10	70,77	9,17	73,44	10,24	64,48	11,51
FM	13,73	2,69	10,81	2,91	13,50	3,62	11,51	3,24
TWB	63,16	1,98	65,29	2,13	63,34	2,64	64,78	2,37
BMI	21,19	1,36	24,50	2,27	26,88	2,54	23,22	2,69
SpO ₂	97,44	0,93	96,69	1,34	96,00	1,73	96,80	1,45
SI	5,46	0,23	5,74	0,50	6,69	0,49	5,74	0,48
RI	25,15	0,86	25,07	0,61	27,00	2,74	25,18	0,92
SVR	993,48	160,2	881,69	115,7	1003,3	109,0	923,32	146,0
CO	6,56	0,99	7,77	1,03	6,90	0,91	7,29	1,17
MAP	79,73	5,54	84,49	7,76	85,68	7,01	82,37	7,37
VO ₂	306,18	36,35	305,22	38,38	292,00	57,18	303,03	39,71
Systolic P	105,53	6,97	114,73	10,89	110,20	8,84	110,84	10,59
Diastolic P	66,82	6,03	69,37	7,27	73,40	6,47	68,13	6,80

Анализ полученных данные позволил выявить следующие особенности.

Такие показатели ESC, как ЧСС (78,48 уд/мин), соотношение СНС и ПНС (0,88), стресс-индекс (112,54 усл.ед), безжировая масса тела (73,44%), индекс

жесткости сосудов (6,69 м/с), среднее артериальное давление (85,68 мм.рт.ст.) имели наибольшие значения у спортсменов, занимающихся санным спортом. При этом для них были характерны минимальные значения показателя SDNN, в среднем 54,56 мс.

У спортсменов команды бадминтона отмечены наименьшие среди всех обследованных значения ИП (76,78), соотношения СНС и ПНС (0,52), стресс-индекса (52,04 усл.ед), периферического сосудистого сопротивления (798,86 Па·с/м³), САД (79,33 мм.рт.ст.). В тоже время у них зафиксированы наибольшие значения SDNN (80,13 мс) и сердечного выброса (8,02 л/мин).

Для спортсменов из группы пулевой стрельбы были характерны максимальные значения по показателям общее количество воды (65,47%) и периферическое сосудистое сопротивление (1027,93 Па·с/м³). При этом у них выявлены наименьшие значения показателя сердечного выброса (6,39 л/мин).

Футболисты имели минимальные значения по следующим показателям: безжировая масса тела (52,63%), общее количество воды (63,16%) и индекс жесткости сосудов (5,46 м/с).

4. ПРИМЕРЫ НАБЛЮДЕНИЙ

Значительные различия между средними значениями показателей, измеряемых с помощью ESC, во многом определяются не только видом спорта, гендерными, возрастными, но и рядом других факторов, такими, как генетические, конституциональные, медикаментозные, предопределяющими индивидуальные вариации в исследуемых характеристиках спортсменов. Для иллюстрации вышеизложенного приведем несколько примеров-наблюдений.

Пример 1.

Среди спортсменов, занимающихся санным спортом мы обратили внимание на функциональное состояние спортсмена К, 28 лет, изучаемые параметры которого сильно отличались от средних величин по группе. При проведении очередного планового УМО каких-либо заболеваний диагностировано не было, за исключением визуализированной на УЗИ кисты в почке; каких-либо лабораторных изменений не отмечено. По заключениям врачей-специалистов данный спортсмен признан практически здоровым.

Проведенное нами обследование с помощью ESC выявило целый ряд особенностей. В частности, интегральный показатель у данного спортсмена

составил 92 балла, что является не только наибольшим показателем по группе санного спорта, но также абсолютным максимумом по всей нашей выборке спортсменов. Показатели вариабельности сердечного ритма были в пределах физиологической нормы: ЧСС – 70,6 уд/мин., баланс парасимпатической/симпатической систем – 1,8 ед., стресс-индекс был равен 101,1 усл.ед., SDNN – 54,1 мс. Сердечный выброс составил 7,4 л/мин, при увеличенном времени сокращения левого желудочка (до 429 мс, при норме до 400 мс). Наряду с этим нами было отмечено крайне высокое значение индекса массы тела (29,8, при норме от 18,5 до 24,9) на фоне высоких показателей безжировой массы тела и общего содержания воды – 81,2% и 61,6% соответственно. При этом зарегистрировано самое низкое из числа обследованных содержание кислорода в гемоглобине (93%, при норме 95-100%) при среднем значении показателя нарушения поглощения кислорода из системы микроциркуляции (190 усл.ед.). Отметим кроме того неадекватную реакцию на ортопробу (9%) при проведении ESC.

Приведенные результаты (низкое насыщение кислородом гемоглобина, неадекватная реакция на ортопробу, увеличение времени сокращения левого желудочка до 429 мс) свидетельствуют о том, что несмотря на хорошие в момент обследования физиологические кондиции данного спортсмена, тем не менее он может быть отнесен в группу риска по срыву адаптации.

Данное обстоятельство, несомненно, уже на этапе УМО должно быть учтено как при итоговом заключении, так и при формировании последующей индивидуальной программы медико-биологического сопровождения этого высококвалифицированного спортсмена.

Пример 2.

Другим, несомненно заслуживающим внимания случаем, может быть спортсмен К., 16 лет – представитель хоккея с шайбой юниорской группы. По итогам УМО данному спортсмену специалисты клиники поставили диагноз: пролапс митрального клапана в сочетании с вегетососудистой дистонией.

Результаты обследования ESC показали следующее. Интегральный показатель у юного хоккеиста составил 72 балла, что является чрезвычайно низким показателем и в целом по выборке, и по данному виду спорта, и по возрастной классификации. Показатели вариабельности сердечного ритма у спортсмена составили: ЧСС – 70,8 уд/мин., баланс парасимпатической/

симпатической систем – 0,5 ед., стресс-индекс равен 49,7 усл.ед. (норма 50 усл.ед. и выше), SDNN – 80,7 мс при неадекватной реакции на ортопробу (78%). У этого спортсмена по данным ESC зарегистрировано высокое значение индекса массы тела (27,1), показатели безжировой массы тела и общего содержания воды составили 74% и 64,5%, соответственно. Показатели кислородного обмена у спортсмена также отличались от средних показателей по выборке – снижение содержания кислорода в гемоглобине до 96% при очень высоком значении показателя нарушения поглощения кислорода из системы микроциркуляции (310 ед.). Низкое периферическое сосудистое сопротивление составило 645,4 Па·с/м³ (норма 900 -1500 Па·с/м³); увеличенный сердечный выброс – 8,5 л/мин. (норма 5,7-6,9 л/мин) снижение индекса жесткости сосудов до 5,0 м/с (норма 7-9 м/с), при увеличении предсердного периода до 131 мс (норма 90-110 мс) и увеличенное времени сокращения левого желудочка до 499 мс (норма 260-400 мс), низкие значений АД: среднего – 68,5 мм.рт.ст., систолического – 96 мм.рт.ст. и диастолического – 55 мм.рт.ст.

Таким образом, низкая интегральная оценка состояния здоровья юного хоккеиста с пролапсом митрального клапана на фоне ВСД обусловлена целым рядом значимых изменений, зарегистрированных при неинвазивном обследовании с помощью ESC. В частности, преобладание активности парасимпатической нервной системы на фоне низкого систолического и диастолического давления, а также снижение стресс-индекса, неадекватная реакция на ортопробу, низкое периферическое сосудистое сопротивление и снижение индекса жесткости сосудов при увеличенном сердечном выбросе, длительности предсердного периода и времени сокращения левого желудочка позволяет предположить формирование стрессорной кардиопатии (спортивного сердца) у юного спортсмена. Несомненно, данный юниор нуждается в тщательном кардиологическом обследовании для решения вопроса о возможности продолжения профессиональной спортивной карьеры и/или в проведении специальной медикаментозной программы.

Пример 3.

Аналогичная клиническая картина была выявлена нами при обследовании спортсмена К., 18 лет, из молодежного состава сборной команды по пулевой стрельбе. По итоговому заключению УМО у данного спортсмена диагностирован пролапс митрального клапана и астигматизм в сочетании с амблиопией.

Проведенное неинвазивное обследование с помощью ESC показало достаточно низкую суммарную интегральную оценку, которая составила 73 балла. Кроме того были зарегистрированы следующие показатели: ЧСС – 61,6 уд/мин., баланс парасимпатической/симпатической систем – 0,5, низкий стресс-индекс - 36,7 усл.ед, SDNN – 80,1 мс. Индекс массы тела у спортсмена был в пределах возрастной нормы (20,4), показатели безжировой массы тела и общего содержания воды составили 60,1% и 68,7%, соответственно. Однако зафиксировано снижение содержания кислорода в гемоглобине (96%) и, как и в предыдущем случае, - очень высокое значение показателя нарушения поглощения кислорода из системы микроциркуляции (310 усл].ед.). Наряду с этим зарегистрирован повышенный объем сердечного выброса до 7,5 л/мин, увеличение предсердного периода до 136 мс и времени сокращения левого желудочка до 448 мс на фоне снижения индекса жесткости сосудов до 5,9 м/с и индекса отражения до 25%.

Можно было бы предположить, как и в предыдущем примере, формирование спортивного сердца. Однако вид спортивной нагрузки (стрельба) ставит под сомнение правомочного постановки данного диагноза. Стоит при этом отметить, что вопросы влияния статичной нагрузки на состояние здоровья спортсменов в спорте высших достижений не достаточно изучены и требует специальных клинических и фундаментальных исследований. У обсуждаемого спортсмена такие факты как отсутствие ваготонической направленности ВНС при нормальных характеристиках артериального давления в сочетании с астигматизмом прежде всего могут быть проявлениями слабости соединительной ткани. Это обстоятельство должно учитываться при формировании индивидуальной программы медикаментозной коррекции данного спортсмена.

Пример 4.

Еще один спортсмен А., 32 лет, пулевая стрельба (основной состав), обратил наше внимание своим достаточно высоким интегральным показателем – 91 балл. При этом по данным УМО у спортсмена диагностированы астигматизм и хронический гастрит в стадии ремиссии.

Показатели ESC были следующими: ЧСС - 78,9 уд/мин., баланс парасимпатической и симпатических отделов ВНС – 0,8, стресс-индекс – 140 усл.ед, SDNN – 46,3 мс. Выявлено незначительное снижение ИМТ до 18,8 ед., однако анализ состава тела не выявил каких-либо отклонений: безжировая масса тела составила 52,3%, количество воды – 66,6%. Зарегистрирована нормальная

сатурация кислородом гемоглобина эритроцитов - 97%. Показатели периферического сосудистого сопротивления ($1160 \text{ Па}\cdot\text{с}/\text{м}^3$) и сердечного выброса ($5,5 \text{ л}/\text{мин}$) соответствовали возрастной норме и средним значениям по спортивной группе.

Таким образом, по данным неинвазивного обследования не было выявлено каких-либо значимых отклонений в состоянии здоровья данного спортсмена, что согласуется с экспертным заключением, полученным на основании УМО.

Пример 5.

Среди всех обследованных спортсменов одна из самых низких интегральных оценок по ESC (70 баллов) была зафиксирована у спортсменки Д., 21 года, футболистки молодежного состава.

По заключению врачей-специалистов, проводивших УМО, у данной спортсменки были диагностированы: нарушение обмена веществ (аутоиммунный тиреоидит под вопросом), миопия, дисфункция желчного пузыря и эктопия шейки матки.

По итогам неинвазивного обследования с помощью ESC были зарегистрированы: брадикардия (ЧСС – $56,9 \text{ уд}/\text{мин}$), выраженный дисбаланс в регуляции парасимпатического и симпатического отделов ВНС – $0,1$, низкое значение стресс-индекса – $34,2$ при SDNN – 92 мс . Анализ состава тела при этом показал нормальный ИМТ – $20,5$, безжировая масса составила 53% , масса жира – $14,4\%$, количество воды – $62,5\%$. Показатели кислородного обмена (SpO_2 и VO_2) соответствовали средним нормальным значениям – 97% и 200 усл.ед. , соответственно. Наряду с этим на фоне снижения артериального давления (среднего, систолического и диастолического) зарегистрирован повышенный сердечный выброс ($7,6 \text{ л}/\text{мин}$), увеличение предсократительного периода до 126 мс и времени сокращения левого желудочка до 493 мс в сочетании с низким периферическое сосудистое сопротивление – $735,2 \text{ Па}\cdot\text{с}/\text{м}^3$, снижение индексов жесткости сосудов до $5,1 \text{ м}/\text{с}$ и индекса отражения до 25% . Кроме того предусмотренное технологией ESC моделирование тканей выявило нарушение микроциркуляции в зоне поперечно-ободочной кишки (печеночный отдел), а также в зоне восходящего отдела толстого кишечника; умеренное нарушение микроциркуляции в области матки.

Таким образом, резюмируя результаты обследования ESC у спортсменки Д., футболистки молодежного состава, можно предположить наличие стрессорной

кардиопатии на фоне синдрома соединительно-тканной дисплазии, срыв механизмов адаптации. К признакам дисплазии в данном случае могут быть отнесены ВСД с преобладание ваготонических влияний на фоне истощения адаптационного ресурса, «спортивное сердце», дисфункцию желчного пузыря, эктопию шейки матки, миопию и патологию щитовидной железы. Спортсменка нуждается в стационарном комплексном обследовании для уточнения диагноза и глубины изменений на уровне органов и систем, формирования индивидуальной медикаментозной программы и последующего профессионального ориентирования обследованной.

Пример 6.

Достаточно сложной с диагностической точки зрения была спортсменка-гимнастка Б., 21 год. АД – 129/84 мм.рт.ст. При обследовании с помощью ESC зарегистрирован низкий интегральный показатель – 76 баллов, а также очень низкое значение стресс-индекса - всего 28,7 усл.ед., при норме от 50 до 200 усл.ед.. Кроме того, целый ряд показателей свидетельствовал о существенных изменениях в организме данной пациентки.

Так, значительно превысили нормальные значения: сердечный выброс - 7,2 л/мин (4,2-5,1 л/мин), индекс объемной скорости кровотока - 4,4 л/мин/м² (2,80-3,40 л/мин/м²) ударный объем сердца – 144 мл (норма 60-90) и предсократительный период – 111 мс (норма 90-110 мс) .

Двух-кратное увеличение индекса парасимпатической нормы до 128,5 в сочетании со снижением коэффициентов жесткости крупных, средних и малых артерий до 6,6 м/с и 25%, соответственно. Мощность низкочастотных комплексов составила - 7,8, высокочастотных – 59,4, при их соотношении равном 0,3, что указывает на явное доминирование парасимпатической регуляции. Эти данные могут трактоваться как «гипотензия высокой тренированности».

Оценка параметров состава тела показала, что масса жира была в 2 раза ниже нормы – 9,7% при нормальном значении индекса массы тела - 17,6, но превышении массы без жира до 92,5%. При этом общее количество воды в организме превышала норму и составило - 66,1% с незначительным увеличением внеклеточной фракции +3%.

Суммарная оценка состояния сердечно-сосудистой системы составила всего 22 балла (55%) из возможных 40. Снижение оценки было обусловлено в

основном изменениями на уровне поглощения кислорода тканями и микроциркуляции, а также механизмов вегетативной регуляции.

Низкая интегральная оценка общего функционального резерва организма, всего 19 баллов (55,9%) из 34 возможных, обусловлена нарушениями вегетативной регуляции, микроциркуляторными изменениями (в т.ч. снижение поглощения кислорода тканями) и метаболическими сдвигами (накопление оксид-соединений на фоне снижения рН среды).

При компьютерном моделировании тканей и органов на основании проведенной ESC выявлено снижение кондуктивных индексов в зонах мозга – до 1,2 (3,4-10,3) в сочетании с резким увеличением кондуктивных индексов печени – более 62%, восходящего и нисходящего отделов толстой кишки 90,9 и 102,04 (8-18,0), соответственно.

Практически по всем группам лимфоузлов отмечена нагрузка на лимфатическую систему. При наличии частых простудных заболеваний, факт системной нагрузки на лимфатическую систему свидетельствует о необходимости специализированного обследования для детальной оценки состояния иммунной системы.

Таким образом, учитывая полученные результаты можно предполагать у пациентки группы высокого риска по срыву адаптации наличие выраженных признаков эмоционального утомления, значительных нарушений вегетативных механизмов регуляции с доминированием парасимпатической нервной системы, признаки синдрома раздраженного кишечника или дисбиоза.

Гемодинамические характеристики свидетельствуют об изменениях со стороны сердечно-сосудистой системы, которые можно трактовать как синдром спортивного сердца.

Требуется дополнительного анализа функция печени, изменения которой могут трактоваться как результат влияния медикаментозной нагрузки, что в определенной мере согласуется с высоким уровнем печеночных ферментов АЛТ и АСТ в крови. Необходимо обратить внимание на факт сочетания значительной трансформации жирового обмена и снижения тестостерона. Также требует более детального клинического анализа низкий уровень данного гормона, высокий риск эмоционального утомления и наличие признаков депрессии по данным ESC.

Принимая во внимание ваготоническую направленность ВНС, нарушение кальциевого обмена (мочекаменная болезнь), наличие малых аномалий развития

(ПМК, аневризма) и смещение внутренних органов (нефроптоз), можно рассматривать данные признаки как проявления синдрома дисплазии соединительной ткани. Рекомендовано проведение более детального стационарного обследования спортсменки с учетом выявленных отклонений для подбора индивидуальной лечебно-реабилитационной программы, а также динамический контроль эффективности терапии.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

1. Медицинский диагностический программно-аппаратный комплекс ESTECK System Complex (MULTISCANPRO™) позволяет оперативно (в течение 3-5 минут) провести детальное обследование состояния здоровья спортсмена любой профессиональной квалификации, возраста, пола и получить объективную оценку следующих параметров:

- вариабельности сердечного ритма (статистические данные временной области, спектральный анализ, оценка активности и баланса симпатической / парасимпатической нервной системы);
- гемодинамики и уровня кислорода (периферическое сосудистое сопротивление, сердечный выброс, SPO₂%);
- состава тела (индекс массы тела, масса жира, масса без жира, мышечная масса, общее количество воды, внеклеточная вода, внутриклеточная вода);
- уровня функционального резерва спортсмена в баллах (на основе интегрального анализа основных показателей).

2. Интегральная оценка состояния здоровья спортсменов с помощью технологии позволяет врачу по спортивной медицине с учетом анамнестических данных и клинических проявлений объективно оценить индивидуальные особенности адаптационных механизмов, выявлять риск их срыва и ранние признаки формирования заболеваний, в том числе стрессорной кардиопатии (спортивного сердца) и др.

3. Проведение диагностики с помощью ESC возможно как амбулаторно (например, при проведении УМО), так и в условиях тренировочно-соревновательного процесса (текущий и этапный), что не влияет на итоговое качество получаемой объективной информации.

4. Особую значимость при использовании медицинского аппаратно-программного комплекса ESC (MULTISCANPRO™) приобретает возможность

получения объективной информации об эффективности и динамическому контролю, применяемых у спортсменов лекарственных препаратов и/или витаминно-минеральных комплексов, что может позволить врачу по спортивной медицине оперативно принимать решения при формировании индивидуальной программы медикаментозной коррекции, а также оптимизации профилактических подходов.

6. ЛИТЕРАТУРА

1. Горст Н.А. Соматотип и функциональные показатели адаптации сердечно-сосудистой системы в юношеском возрасте / Н.А. Горст, С.Н. Лычагина // Естественные науки. – 2008. – № 3. – С. 59-62.
2. Мавлиев Ф.А., Зотова Ф.Р., Назаренко А.С. Корреляционные связи кардиогемодинамических и морфологических показателей юных хоккеистов // Научно-теоретический журнал «Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта». 2013. – № 8 (102). – С. 105-109.
3. Морман Д. Физиология сердечно-сосудистой системы / Д. Морман, Л. Хеллер // СПб.: Питер. – 2000. – 256 с.
4. Николаев Д.В. Состав тела и биоимпедансный анализ в спорте / Д.В. Николаев, С.Г. Руднев // Спортивная медицина: наука и практика. – 2012. – №3. – С. 34-41.
5. Ачкасов Е.Е., Руненко С.Д., Таламбум Е.А., Машковский Е.В., Сиденков А.Ю. Сравнительный анализ современных аппаратно-программных комплексов для исследования и оценки функционального состояния спортсменов. // Спортивная медицина: наука и практика, 2011, № 3, стр. 7-14.
6. Радыш И.В. Динамика показателей кардиореспираторной системы у женщин различных соматотипов под воздействием физической нагрузки / И.В. Радыш // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2007. – № 6. – С. 240-243.
7. Руднев С.Г. Биоимпедансное исследование состава тела населения России // М.: РИО ЦНИИОИЗ. – 2014. – 493 с.
8. Старшов А.М. Реография для профессионалов / А.М. Старшов, И.В. Смирнов // Методы исследования сосудистой системы. - М.: Познавательная книга Пресс. – 2003. – 80 с.

9. Bony-Westphal A. Phase angle from bioelectrical impedance analysis: population reference values by age, sex, and body mass index / A. Bony-Westphal, S. Danielzik, R.P. Dörhöfer, W. Later, S. Wiese, M.J. Müller // J. Parenter Enteral Nutr. – 2006. Vol. 30 (4). – P. 309-316.
10. Martinsen O.G. Bioimpedance and bioelectricity basics / O.G. Martinsen, S. Grimnes. – Academic press. – 2011. – 484 p.
11. Ключников С.О., Самойлов А.С., Медведев С.В., Вычик А.А., Ключников М.С. Опыт использования медицинского программно-аппаратного комплекса «Esteck system complex» в спортивной медицине // Спортивная медицина: наука и практика, 2015, № 3, стр. 81-96.