

*Я. Н. Борисевич, Х. Х. Лавинский, О. Н. Замбржицкий*

## **ОСНОВНОЙ ОБМЕН И ДРУГИЕ МАРКЕРЫ МОНИТОРИНГА СТАТУСА ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНОВ**

*УО «Белорусский государственный медицинский университет»*

---

*Цель исследования: выявить маркеры мониторинга статуса питания спортсменов. Объектом исследований были 96 юных футболистов из 3 клубов, а также 22 игрока юниорской сборной по*

футболу. Показатели биохимического гомеостата и неспецифической резистентности организма у спортсменов могут свидетельствовать о нарушении усвоения отдельных нутриентов и снижении бактерицидной активности слизистых оболочек организма. Достоверно установлено, что структура массы тела и величина основного обмена коррелируют с другими показателями статуса питания. Это позволяет рассматривать вышеперечисленные маркеры в качестве интегральных показателей статуса питания при оценке состояния здоровья, эффективности тренировочного процесса и отбора игроков при формировании команды.

**Ключевые слова:** статус питания, основной обмен, структура массы тела, жировая масса тела, молодые спортсмены, футбол

**Y. N. Borisevich, Ch. Ch. Lavinski, O. N. Zambrgyski**

### **BASAL METABOLIC RATE AND OTHERS MARKERS FOR MONITORING THE STATUS OF NUTRITION ATHLETES**

*Objective: to identify markers for monitoring the nutritional status of athletes. The object of study were 96 young players from three clubs, as well as 22 player junior football team. Homeostat and biochemical indicators of nonspecific resistance in athletes may indicate a violation of the assimilation of some nutrients and reduce the bactericidal activity of the mucous membranes of the body. It is well established that the structure of body weight and size of basal metabolic rate are correlated with other indicators of nutritional status. This allows us to consider the above markers as integral indicators in assessing the nutritional status of health, the effectiveness of the training process and the selection of players in the formation of the team.*

**Key words:** nutrition status, basal metabolic rate, body mass structure, fat body mass, football, soccer

**В**следствие неполной сформированности многих органов и систем, напряжения метаболических процессов, воздействия окружающей среды организм немедленно реагирует функциональными изменениями, снижением показателей физического состояния, показателей гомеостаза и иммунологической резистентности. В настоящее время ведется поиск информативных маркеров оценки статуса питания атлетов для прогноза состояния здоровья и спортивных достижений.

Одним из важнейших компонентов затрат энергии является основной обмен. Его оценка широко востре-

бована не только в нутрициологии, но и других областях медицины [1]. На величину основного обмена влияют такие факторы, как физические размеры тела, структура массы тела, возраст, пол, характер питания, индивидуальные особенности организма и температура окружающей среды. В настоящее время известно мало о влиянии питания и физической нагрузки на изменения биоэлектрического сопротивления, обусловленного структурой массы тела [2].

**Цель исследования:** определить величину основного обмена, оценить уровень физического развития, структу-

Таблица 1 – Соматометрические и физиометрические показатели спортсменов, медиана (интерквартильный размах)

Показатели	Физиологическая норма	Группы сравнения		
		РГУОР	«Динамо»	РЦОП
МТ, кг	54,33-66,64	66,28 (58,58- 69,25)	64,8 (62,13-69,43)	62,4 (57,95-67,35)
ДТ, см	166,88-177,56	178,3 (173,9-183,3)	177,3 (171,9-181,8)	175,0 (172,5-180,0)
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	18,80-21,49	20,6 (19,6-22,0)	20,7 (19,9-21,5)	20,4 (19,5-21,9)
ОГК*, см	80,90-89,16	88,5 (81,5-91,5)	91,0 (87,0-92,5)	88,0 (86,0-91,0)
ИП, баллы	10-30	26,3 (18,7-32,5)	28,9 (18,2-26,8)	26,9 (15,6-30,2)
ЖЕЛ*, мл	3000-3500	4125 (3650-4700)	4200 (3900-4600)	3730 (3600-4100)
ЖИ, мл/кг	56,2-60,9	62,6 (59,0-70,3)	63,2 (60,0-67,3)	61,3 (54,4-65,3)
МСПК, кг	36,86 (26,53-47,19)	36,5 (31,0-41,0)	36,0 (30,5-38,0)	32,0 (28,0-38,0)
МСЛК, кг	34,76 (26,82-42,7)	32,0 (29,0-37,5)	34,0 (30,0-40,0)	32,0 (25,0-36,0)
СИ, %	48,8-64,07	54,6 (47,6-58,4)	52,7 (48,1-56,9)	51,3 (45,4-55,8)

\* в группах сравнения различия статистически достоверны на уровне  $p < 0,05$ .

ру массы тела, состояние сердечно-сосудистой системы, биохимического гомеостата, неспецифической резистентности организма и выявить основные маркеры мониторинга статуса питания спортсменов.

**Материал и методы.** Объектом исследований были футболисты мужского пола 1995-1996 годов рождения (96 человек), проходивших подготовку в следующих учреждениях: Республиканское государственное училище олимпийского резерва (РГУОР), футбольный клуб «Динамо» (Минск), Республиканский центр олимпийской подготовки по футболу (РЦОП - «Звезда»), а также 22 игрока юниорской сборной Беларуси по футболу, находившихся на двухнедельном учебно-тренировочном сборе.

Для оценки уровня физического развития использовались общепринятые методики определения длины тела (ДТ), массы тела (МТ),

окружности грудной клетки (ОГК) в покое, рассчитывались индекс массы тела (ИМТ), а также индекс Пенья (ИП). Измерение жизненной емкости легких (ЖЕЛ) и мышечной силы кистей правой и левой руки (МСПК, МСЛК) также осуществлялись по общепринятой методике. Для их оценки рассчитывались жизненный индекс (ЖИ) и силовой индекс (СИ) [3, 4].

Для определения структуры массы тела (СМТ) на правой стороне тела калипером Харпендена измерялась толщина кожно-жировых складок в следующих точках: под углом лопатки; на задней поверхности плеча над трицепсом; в подмышечной области на уровне мечевид-

ного отростка грудины на средней подмышечной линии; на животе возле пупка на расстоянии 2 см. У мальчиков в возрасте 8-17 лет рекомендуется использовать формулу Слотера (Slaughter et al., 1988):

$$\% \text{ ЖМТ} = 0,735 \text{ Ч } S_2 + 1,0$$

где ЖМТ – жировая масса тела; S<sub>2</sub> – суммарная толщина складок на трицепсе и под лопаткой, мм (не более 35 мм для данной формулы) [5]. Проводился также расчет содержания жировой ткани в теле по толщине трех кожно-жировых складок по формуле:

$$\% \text{ ЖМТ} = \frac{S_3 \text{ Ч } (134\text{ЧМТ} + 52,6\text{ЧДТ}) \text{ Ч } 0,0632}{\text{МТ}} \text{ Ч } 100\%$$

где S<sub>3</sub> – средняя толщина кожно-жировых складок под лопаткой, в подмышечной области и возле пупка, мм; МТ – масса тела, кг; ДТ – длина тела, см [3].

Для определения величины основного обмена применялись весы-анализатор состава тела «Tanita-418». Данный прибор измеряет величину электрической проводимости различных тканей организма и, используя метод двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии, вычисляет содержание жировой ткани и величину основного обмена. В 2002 году на конференции First Annual Nutrition Week, проходившей в Сан-Диего, штат Калифорния (США), было показано достоверное соответствие (R=0.9, p<0.0001) между величинами основного обмена измеренными методом респираторной энергетрии и показателями разработанной производителями анализатора модели.

Исследование показателей деятельности сердечно-сосудистой осуществлялось по следующим параметрам: частота сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление (САД, ДАД), индекс Руфье (ИР). Для их оценки рассчитывались: пульсовое давление (ПД), индекс физического состояния (ИФС), адаптационный потенциал (АП), общий гемодинамический показатель (ОГП) [6].

Содержание общего азота (ОА) в исследуемых образцах утренней порции мочи проводилось по методу Кьельдаля. Определение концентрации мочевой кислоты осуществлялось фото-

Таблица 2 – Жировая масса тела, медиана (интерквартильный размах)

Показатель	Физиологическая норма	Группы сравнения		
		РГУОР	«Динамо»	РЦОП
ЖМТ по 3 точкам измерения, %	7,00-12,00	6,58 (5,91-7,63)	7,35 (6,06-8,46)	7,29 (5,54-8,21)
ЖМТ по 2 точкам измерения, %	7,00-12,00	7,25 (6,48-8,68)	7,58 (6,62-9,31)	7,47 (6,03-8,5)

Таблица 3 – Показатели основного обмена, медиана (интерквартильный размах)

Показатель	Группы сравнения		
	РГУОР	«Динамо»	РЦОП
ВОО, ккал	1890 (1790-1934)	1881 (1775-1948)	1637 (1593-2181)
ВУОО, ккал/кг·ч*	1,162 (1,151-1,174)	1,175 (1,158-1,208)	1,174 (1,125-1,227)

\* в группах сравнения различия статистически достоверны на уровне значимости p<0,05.

Таблица 4 – Динамика показателей массы тела, жировой массы тела, величины основного обмена у футболистов юниоров

Показатель	Медиана	Интерквартильный размах	Коэффициент конкордации Кендалла
МТ в 1 день, кг	76,90	73,70-80,10	0,365, p<0,00000
МТ в 7 день, кг	76,20	73,70-81,50	
МТ в 14 день, кг	76,00	74,00-80,80	
ЖМТ в 1 день, %	9,75	8,20-11,20	0,354, p<0,00000
ЖМТ в 7 день, %	9,75	7,40-11,50	
ЖМТ в 14 день, %	8,65	7,00-10,90	
ВОО в 1 день, ккал	2071,5	1973,0-2162,0	0,360, p<0,00000
ВОО в 7 день, ккал	2039,0	1967,0-2161,0	
ВОО в 14 день, ккал	2067,0	1977,0-2156,0	

метрически по реакции с уриказой. Определение креатинина (Кр) в моче осуществлялось по кинетическому варианту метода Яффе. Измерение содержания свободного аминного азота (АА) осуществлялось колориметрически по результату цветной реакции с нингидрином [7]. Рассчитывались азотистые индексы: отношение азота креатинина к МТ - креатининовый коэффициент (КК), азот креатинина к общему азоту (Кр/ОА), азот креатинина к аминному азоту (Кр/АА). Для определения общего микробного числа кожи и наличия на коже патогенных *S. aureus* использовались стерильные бакпечатки со средой Коростелева. Бактерицидная активность лизоцима (БАЛ) слюны в отношении *Micrococcus lysodeicticus*, а также бактерицидная активность слюны (БАС) в отношении *Escherichia coli* определялись нефелометрическим способом [3]. Статистическая обработка проводилась с помощью программного пакета Statistica 6.1. Оценка характера распределения проводилась по критерию Шапиро-Уилка. Достоверность полученных результатов оценивалась с использованием рангового анализа вариаций по Краскеллу-Уоллису (критерий H), медианного теста, (критерий  $\chi^2$ ).

### Результаты и обсуждение.

Показатели статуса питания, характеризующие уровень физического развития, за исключением мышечной силы левой кисти, были в пределах физиологической нормы во всех группах сравнения, а величина ОГК, ЖЕЛ и ЖИ у спортсменов превышали норму (таблица 1).

Результаты оценки величины жирового компонента тела, находились в пределах нормы, приятной для спортсменов (таблица 2), что наряду с нормальными значениями показателей МТ и ИМТ свидетельствует о соответствии величины энергозатрат и калорийности среднесу-

Таблица 5 - Значения коэффициентов Спирмена с \* для показателей статуса питания

Показатель статуса питания	Структура массы тела		Величина основного обмена	Величина удельного основного обмена
	3 точки	2 точки		
возраст				-0,65
масса тела	0,34	0,47	0,96	-0,82
длина тела		0,19	0,84	-0,71
ИМТ	0,47	0,52	0,57	-0,41
ОГК	0,27	0,41	0,77	-0,62
индекс Пенье	-0,40	-0,49	-0,57	0,43
ЖЕЛ		0,24	0,7	-0,66
ЖИ	-0,34	-0,21		
мышечная сила правой кисти		0,24	0,79	-0,61
силовой индекс			0,39	
САД	0,28	0,41	0,47	-0,48
ДАД	0,23	0,32	0,45	-0,33
АП	0,38	0,48	0,41	-0,36
ИФС	-0,26	-0,33		
ОГП	0,28	0,36	0,34	
СМТ по 2 точкам	0,8	-	0,42	
СМТ по 3 точкам	-	0,8		
общее микробное число кожи		-0,36		

\* - значения коэффициента Спирмена с статистически значимы на уровне  $p < 0,05$ .

Таблица 6 – Функциональные возможности и адаптационные резервы сердечно-сосудистой системы юных футболистов, медиана (интерквартильный размах)

Показатели	Физиологическая норма	Группы сравнения		
		РГУОР	«Динамо»	РЦОП
ЧСС, уд/мин	70,0-80,0	66,0 (60,0-72,0)	60,0 (60,0-68,0)	64,0 (60,0-68,0)
САД, мм рт ст	101,4-125,2	110,0 (100,0-120,0)	110,0 (100,0-115,0)	110,0 (100,0-110,0)
ДАД, мм рт ст	61,1-78,3	70,0 (60,0-75,0)	70,0 (60,0-70,0)	70,0 (60,0-70,0)
ПД, мм рт ст	40,3-46,9	40,0 (40,0-40,0)	40,0 (40,0-40,0)	40,0 (40,0-40,0)
ИР, баллы*	0,1-10	4,8 (4,4-5,6)	4,0 (2,8-5,2)	3,8 (2,8-5,6)
АП, баллы	менее 2,20	1,761 (1,507-1,930)	1,698 (1,529-1,881)	1,660 (1,479-1,8463)
ИФС, ед	0,526-0,826	0,757 (0,712-0,879)	0,829 (0,755-0,882)	0,809 (0,761-0,895)
ОГП, ед	менее 148	151,3 (136,7-157,3)	143,3 (136,7-153,3)	145,3 (133,3-151,3)

\* в группах сравнения различия статистически достоверны на уровне значимости  $p < 0,05$ .

точных рационов питания.

Причем футболисты РГУОР, получающие организованное питание в столовых училища имели более высокие значения ДТ и МТ. Расчет содержания доли жировой ткани в СМТ спортсменов по формулам, учитывающим толщину двух (формула Слотера) и трех кожно-жировых складок, дает примерно одинаковые результаты. В условиях дефицита времени и оборудования (например, на учебно-тренировочном сборе при размещении в гостинице) при использовании формулы Слотера уменьшается количество измерений, исчезает необходимость дополнительного измерения ДТ и МТ в случае, когда необходимо оценить динамику СМТ, а также существенно упрощаются математические расчеты.

Учитывая определенные различия в величине длины и массы тела у футболистов из групп сравнения, для сравнения ВОО рассчитывались значения величины удельного основного обмена (ВУОО). Было установлено наличие статистически достоверных различий по ВУОО у футболистов РГУОР питающихся организованно в столовых УОР и спортсменов «Динамо» и РЦОП (таблица 3).

В процессе исследований было установлено, что в динамике значений показателей статуса питания у футболистов юниорской сборной Беларуси: МТ, ИМТ, ЖМТ, ВОО и ВУОО - прослеживается определенная периодичность (рисунок 1).

Для сопоставления значений показателей МТ, доли ЖМТ и ВОО на 1, 7 и 14 дни сбора вычислялся коэффициент конкордации Кендалла (таблица 4).

Для определения наличия связи между ВОО и ЖМТ и другими показателями статуса питания и показателями у футболистов из групп сравнения применялся метод ранговой корреляции Спирмена (таблица 5).

Большинство показателей статуса питания у всех футболистов из групп сравнения, характеризующих работу сердечно-сосудистой системы (за исключением ОГП), находились в пределах физиологической нормы (таблица 6).

Значение ОГП, превышающее физиологическую норму для

юных футболистов, обусловлено более высокими значениями медианы и интерквартильного размаха по показателям ЧСС, САД и ДАД. Наилучшие значения по большинству параметров (ЧСС, ИФС, ОГП) имели футболисты «Динамо». Это может быть связано с методическими особенностями подготовки, более высоким уровнем материального оснащения в клубе, медицинского обеспечения, а также регулярным проведением тренировочных занятий в утренние часы до начала уроков. В то время как во второй половине дня после уроков тренировались футболисты РГУОР (регулярно в одно время) и РЦОП (в разное время, в зависимости от текущего расписа-

Таблица 7 – Показатели ренальной экскреции азотистых веществ у юных футболистов, медиана (интерквартильный размах)

Показатели	Физиологическая норма	Группа сравнения		
		РГУОР	«Динамо»	РЦОП
Общий азот, г/л	6,6-18	15,54 (12,04-18,90)	12,88 (11,06-16,38)	12,32 (9,52-14,42)
Аминный азот, мг/100 мл	0,357-1,428	1,65 (1,55-1,75)	1,63 (1,50-1,71)	1,58 (1,50-1,65)
Креатинин, ммоль/л	3,5-22	15,17 (11,8-17,7)	13,77 (11,8-15,7)	16,59 (11,06-17,70)
Мочевая кислота, мг/100мл***	37-92	36,67 (26,67-48,57)	24,64 (21,43-25,71)	27,27 (27,27-27,27)
КК, мг/кг	18-32	27,47 (22,77-32,69)	25,96 (21,66-29,21)	28,39 (24,82-34,83)
Кр/ОА**	0,06	0,11 (0,09-0,14)	0,12 (0,11-0,14)	0,14 (0,13-0,16)
Кр/АА	2,64	100,7 (88,2-114,9)	92,8 (86,5-104,4)	117,5 (78,6-129,8)

в группах сравнения различия статистически достоверны на уровне значимости: \*\* -  $p < 0,01$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$ .

Таблица 8 – Показатели неспецифической резистентности организма спортсменов, медиана и интерквартильный размах

Показатель	Норма	Группы сравнения					
		РГУОР		«Динамо»		РЦОП	
ОМЧ, колоний	до 40	1	0-2	0	0-2	0	0-1
S. aureus, колоний	до 8	0	0-0	0	0-0	0	0-1
БАЛ, %*	32-40	14,33	10,90-16,25	18,8	13,07 - 21,46	18,64	17,92 - 24,55
БАС, %	свыше 60	56,25	50,00-75,00	75,00	68,75 - 81,25	65,63	50,00 - 79,69

\* в группах сравнения различия статистически достоверны на уровне значимости  $p < 0,05$ .

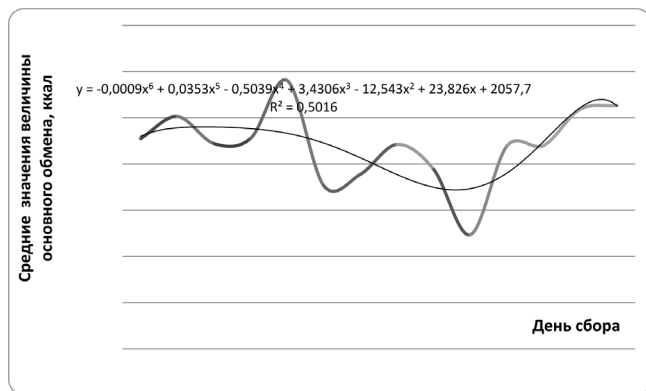


Рис. 1. — Динамика величины основного обмена у футболистов-юниоров

ния на футбольном поле).

Нормальное значение величины общего азота в моче свидетельствует о достаточном содержании белков в среднесуточных рационах питания. Аминоацидурия может являться следствием нарушения усвоения аминокислот при снижении функций печени. В совокупности с имеющимся дефицитом витаминов В1 и В2, в кишечнике нарушается всасывание аминокислот. Гипоуриатрия, присутствующая у большинства атлетов из групп сравнения, может являться следствием химической интоксикации. Высокие значения креатининового коэффициента и других азотистых индексов следствие большой физической нагрузки и признак интенсивного развития мышечной массы у спортсменов из всех групп сравнения (таблица 7) [7].

Показатели аутомикрофлоры кожи, характеризующие неспецифическую резистентность организма и, в частности, барьерные свойства кожи, находятся в пределах нормы. При этом у всех футболистов снижена БАС, а у спортсменов РГУОР — и БАЛ, что может объясняться воздействием тяжелых физических нагрузок, нередко приводящих к снижению иммунитета у спортсменов (таблица 8).

Таким образом, показатели ренальной экскреции

азотистых веществ и неспецифической резистентности организма у спортсменов могут свидетельствовать о нарушении усвоения отдельных нутриентов и снижении бактерицидной активности и, соответственно, барьерных свойств слизистых оболочек организма.

У спортсменов игровых видов спорта в результате тренировок достигается высокий уровень развития мышечной массы и респираторной системы, содержание жировой ткани находится в пределах физиологической нормы, принятой для спортсменов.

Достоверно установлено, что показатели СМТ и ВОО у футболистов коррелируют с другими показателями статуса питания (паспортный возраст, соматометрические, физиометрические, соматоскопические, гемодинамические показатели и состояние неспецифической резистентности организма). Это позволяет рассматривать показатели СМТ и ВОО в качестве интегральных показателей статуса питания и использовать их для мониторинга состояния здоровья и оценки эффективности тренировочного процесса на протяжении всего сезона, а также отбора игроков при формировании состава команды.

### Литература

1. Николаев, Д. В., Смирнов А. В., Бобринская И. Г., Руднев С. Г. Биоимпедансный анализ состав тела человека. — М.: Наука, 2009. — 69 с.
2. Мартинчик, А. Н., Маев И. В., Петухов А. Б. Питание человека (основы нутрициологии). Под ред. А. Н. Мартинчика. — М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2002. — 776 с.
3. Методические рекомендации по оценке состояния питания детей и подростков в учебно-воспитательных учреждениях / МЗ РБ; Сост. Х. Х. Лавинский, Н. Л. Бацукова, И. И. Кедрова. — Мн., 1997. — 43 с.
4. Макарова, Г. А. Спортивная медицина: Учебник. — М.: Советский спорт, 2003. — 480 с.
5. Мартиросов, Э. Г., Николаев Д. В., Руднев С. Г. Технология и методы определения состава тела человека. — М.: Наука, 2006. — 248 с.
6. Особенности врачебного контроля на занятиях спортом и фитнесом: лекция для слушателей / Г. М. Загородный. — Минск: БелМАПО, 2009.
7. Камышников, В. С. Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике: В 2 т. Т.1. — Мн.: Беларусь, 2002. — 495 с.