

задуми адным з гульцоў, якія дапусцілі памылку, правільна рэагуюць і спрабуюць выправіць сітуацыю без негатыўных наступстваў для каманды. Такая каманда і будзе псіхічна ўраўнаважаным калектывам, што дае магчымасць пры сустрэчах з вялікай нагрузкай на псіхіку паказаць максімальны вынік.

1. Кляшчоў, Ю. М. Валејбол. Падрыхтоўка каманды да спаборніцтваў / Ю. М. Кляшчоў. – М.: Спорткадэмпрэс. – 2002. – 189 с.
2. Фурманаў, А. Г.. Падрыхтоўка валејбалістаў / А. Г. Фурманаў. – Менск. – 2007. – 329 с.
3. Бяляеў, А. В. Валејбол: тэорыя і метадыка трэніроўкі / А. В. Бяляеў, Л. В. Булькіна. – М.: ФіС. – 180 С.

## ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИВНОСТЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ТЕСТОВ В ОЦЕНКЕ МЕТАБОЛИЗМА ПОДРОСТКОВ–СПОРТСМЕНОВ

*М.С. Алтани, Н.А. Степанова, А.А. Чиркина  
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова*

Преодоление нормативов взрослых спортивных разрядов, а также квалификаций кандидатов в мастера спорта (КМС) и мастеров спорта (МС) связано с возрастающими по объему и мощности физическими нагрузками, влияющими на состояние обмена веществ у подростков. При выявлении особенности метаболизма в возрастной группе 12–15 лет было обнаружено два кластера однонаправленных изменений некоторых биохимических показателей: при достижении спортивной квалификации взрослых разрядов и при достижении квалификации мастера спорта. Однако по ряду этих показателей общая тенденция изменений некоторых биохимических показателей по мере преодоления более высоких спортивных нормативов нарушается на этапе преодоления спортивной квалификации «кандидат в мастера спорта»: отсутствуют изменения в процессах, связанных у спортсменов мужского пола с повышением количества триглицеридов (ТГ) (ммоль/л), глобулинов (г/л), активности  $\alpha$ -амилазы (Е/л), а также снижением уровня кальция (ммоль/л), альбуминов (г/л) и коэффициента альбумин/глобулины; у спортсменок – с повышением активности АлАТ и АсАТ (Е/л), снижением количества глюкозы (ммоль/л), триглицеридов, мочевины (мкмоль/л), альбуминов, что может затруднять выполнение нормативов квалификации «Мастер спорта». Для подтверждения этого эффекта принята попытка использовать, применяемую в последнее время в спортивной практике, методику оценки надежности лабораторных тестов по показателям: диагностическая чувствительность (ДЧ), специфичность (ДС) и эффективность (ДЭ), а также предсказательная ценность положительного (ПЦП) и отрицательного результата (ПЦО) [1, 2].

Цель работы. Определить возможность использования диагностической информативности лабораторных тестов в оценке метаболизма спортсменов 12–18 лет.

**Материал и методы.** Для расчета диагностических критериев устанавливали количество отклонений от соответствующей границы квартильного (25–75 %) интервала в контроле в соответствии с выявленной особенностью изменений биохимических показателей у спортсменов КМС и МС. В рамках статистики альтернативной вариации группа КМС определена как отрицательная, так как по U-критерию Манна-Уитни не было выявлено различия в биохимических показателях между контрольной и экспериментальной группами. Группа МС определена как положительная, так как выявлены статистически значимые отклонения от показателей контрольной группы. В свою очередь положительные результаты были подразделены на истинно положительные (ИП) – встречающиеся отклонения у МС, и ложно положительные (ЛП) – встречающиеся отклонения у спортсменов КМС. Отрицательные результаты разделены на истинно отрицательные (ИО) – не отклоняющиеся от контроля – у спортсменов КМС и ложно отрицательные (ЛО) – не отклоняющиеся у спортсменов МС. Диагностические критерии рассчитывали по следующим формулам:

ДЧ =  $[\text{ИП}/(\text{ИП} + \text{ЛО})] \times 100\%$  – доля истинно положительных результатов в группе, принятой за положительную;

ДС =  $[\text{ИО}/(\text{ИО} + \text{ЛП})] \times 100\%$  – доля истинно отрицательных результатов в группе принятой за отрицательную;

ДЭ =  $[(\text{ИП} + \text{ИО})/(\text{ИП} + \text{ЛП} + \text{ИО} + \text{ЛО})] \times 100\%$  – доля истинных результатов среди всех результатов теста;

ПЦП =  $[\text{ИП}/(\text{ИП} + \text{ЛП})] \times 100\%$ ; доля истинно положительных результатов среди всех положительных результатов; (с точки зрения медицинской информативности тестов – это вероятность того, что заболевание присутствует, когда тест положительный).

ПЦО =  $[\text{ИО}/(\text{ИО} + \text{ЛО})] \times 100\%$  – доля истинно отрицательных среди всех отрицательных результатов (с точки зрения медицинской информативности тестов – это вероятность того, что заболевание отсутствует, когда тест отрицательный) [3].

Классификация значений результатов как истинных или ложных зависит от выбора отсечной точки, разделяющей значения положительной популяции и отрицательной. Для установления оптимальной точки разделения (порога отсечения (ПО)) используется кривая оперативной характеристики (receiver operating characteristic, ROC-curve, receiver operating characteristic), т.е. кривая взаимной зависимости вероятностей истинно положительных и ложноположительных результатов (чувствительность и единица минус специфичность). ROC-кривая является графическим представлением полного спектра чувствительности и специфичности. Методом оценки ROC-кривых является оценка площади под кривыми AUC. Величина AUC (в долях) характеризует прогностическую силу модели: 0,9–1 характеризует качество модели как отличное, 0,8–0,89 как очень хорошее, 0,7–0,8 – хорошее, 0,6–0,7 – среднее, 0,5–0,59 как неудовлетворительное [3].

Расчеты проводились с использованием программы Excel и MedCalc.

**Результаты и их обсуждение.** Результаты представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Критерии диагностической информативности (%) лабораторных тестов биохимических показателей, которые не изменяются у спортсменов 12–15 лет на этапе преодоления нормативов КМС

Показатели метаболизма	Кол-во иссл-й	ДЧ	ДС	ДЭ	ПЦП	ПЦО	AUC	ПО	p
Юноши 12–15 лет									
Триглицериды	44	40,0	61,8	56,8	23,5	77,8	0,651	<0,64	0,112
Кальций	39	28,6	71,0	63,2	18,2	81,5	0,673	>2,4	0,005
α-амилаза	36	71,4	86,2	83,3	55,6	92,6	0,897	<0,68	0,001
Глобулины	44	50,0	73,5	68,2	35,7	83,3	0,644	<33	0,213
Альбумины	45	0,0	76,5	57,8	0,0	70,3	0,618	>40	0,886
Альбумин/глобулины	44	50,0	70,6	65,9	33,3	82,8	0,622	>1,14	0,293
Девушки 12–15 лет									
Глюкоза	38	60,0	67,9	65,8	40,0	82,6	0,688	>4,8	0,057т
Триглицериды	38	50,0	60,7	57,9	31,3	77,3	0,542	>0,7	0,725
Альбумин	38	50,0	67,9	63,2	35,7	79,2	0,667	>38	0,255
АлАТ	38	50,0	91,4	85,4	50,0	91,4	0,760	<17	0,061
АсАТ	38	70,0	78,6	76,3	53,8	88,0	0,781	<30	0,02

Примечание. – AUC – площадь под кривой в ROC-анализе, ПО – порог отсечения, который здесь указан для группы КМС, статистическая вероятность p относится к оценке AUC.

Наибольшую специфичность, т.е. вероятность того, что у спортсменов КМС будет получен отрицательный тест (не будет отклонений от значений квартильного интервала) показал тест амилазы – 86,2%, у него же и высокая чувствительность – 71,4% вероятность того, что у спортсменов КМС будут получены положительные результаты,

т.е. будут отклонения от значений квартильного интервала контрольной группы. Остальные критерии специфичности у юношей находятся в пределах 61,2–76,5%. Данные предсказательной ценности отрицательного результата соответствуют критериям специфичности, например, самое высокое значение ПЦО отмечено также у амилазы, высокие значения ПЦО у кальция, глобулинов и коэффициента альбумины/глобулины. У девушек самые высокие уровни диагностической специфичности и диагностической ценности отрицательного результата показали тесты АлАТ и АсАТ.

Анализ особенности метаболизма по U-критерию Манна-Уитни у подростков группы 16–18 лет не показал различия в уровнях показателей данного профиля между двумя группами, кроме изменений у девушек: снижения ТГ в группе МС и повышения уровня активности АсАТ в двух группах. Поэтому представляет интерес сравнить диагностическую информативность лабораторных тестов показателей спортсменов 16–18 лет с группой 12–15 лет (таблица 2).

Таблица 2 – Критерии диагностической информативности показателей в группе 16–18 лет

Показатели метаболизма	Кол-во иссл-й	ДЧ	ДС	ДЭ	ПЦП	ПЦО	AUC, %	ПО	p
16–18 лет юноши									
Триглицериды	157	28,6	82,0	70,1	31,3	80,0	0,619	<0,8	0,024
Кальций	150	41,2	65,5	60,0	25,9	79,2	0,506	<2,46	0,920
α-амилаза	134	30,0	74,0	64,2	25,0	78,6	0,530	>44	0,610
Глобулины	157	17,1	82,8	68,2	22,2	77,7	0,553	<28	0,320
Альбумины	157	20,0	85,2	70,7	28,0	78,8	0,501	>46	0,990
Альбумин/глобулины	157	20,0	86,9	72,0	30,4	79,1	0,548	>1,47	0,394
16–18 лет девушки									
Глюкоза	84	12,5	86,5	58,3	36,4	61,6	0,507	<4,7	0,920
Триглицериды	84	37,5	76,9	61,9	50,0	66,7	0,630	>0,66	0,048
Альбумин	84	21,9	69,2	51,2	30,4	59,0	0,550	<41	0,450
АлАТ	83	45,2	61,5	55,4	41,2	65,3	0,620	<27	0,064
АсАТ	83	67,7	40,4	50,6	40,4	67,7	0,581	<21	0,208

Диагностическая специфичность кальция и α-амилазы была выше в мужской группе и трансаминаз – в женской группе 12–15 лет. Более высокую предсказательную ценность показывают кальций, α-амилаза и альбумины/глобулины у юношей и все показатели у девушек 12–15 лет. В нашем исследовании величины AUC амилазы и кальция у юношей и АсАТ – у девушек достоверно выше в 12–15 лет, чем в 16–18 лет. Близко к статистической значимости 95% находятся величины AUC глюкозы и АлАТ у девушек 12–15 лет. Кроме того, даже не значимые уровни AUC – глобулины (~80%) и альбумины/глобулины (~70%) у юношей выше, чем в группе 16–18 лет.

**Заключение.** Таким образом, используемые методики определения диагностической информативности лабораторных тестов позволили, в целом, подтвердить классификацию данного профиля биохимических показателей по отнесению их группе КМС или МС, тем самым обосновать необходимость коррекции метаболизма у подростков 12–15 лет – кандидатов в мастера спорта.

1. Рыбина И. Л. Определение диагностической информативности биохимических показателей, наиболее актуальных для спортивной практики / И. Л. Рыбина, Е. А. Ширковец // Вестник спортивной науки. – 2013. – №2. – С. 31– 35].
2. Макарова, Г. А. Прогнозирование спортивных достижений у гребцов-каноистов высшей квалификации с позиции скорости их постнагрузочного восстановления / Г. А. Макарова [и др.] // Вестник спортивной науки. – 2020. – №1. – С. 42–48].
3. Требования к качеству клинических лабораторных исследований: ГОСТ Р 53022.3-2008. – Введ. 01. 01. 2010.