

## РОЛЬ Y BALANCE ТЕСТА В ОПРЕДЕЛЕНИИ РИСКА ТРАВМАТИЗМА У ЮНЫХ ФУТБОЛИСТОВ

Борисова А.В.<sup>1,2</sup>, Сунгатова К.Р.<sup>1,2</sup>, Тахавиева Ф.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Казанский государственный медицинский университет, Казань, e-mail: doc-borisova@bk.ru;

<sup>2</sup>Футбольный клуб «Рубин», Казань

**Цель работы:** определить значимость показателей Y баланс теста (YBT) в прогнозировании травматизма опорно-двигательного аппарата у юных футболистов. В исследовании приняли участие 53 игрока юношеской футбольной лиги 15–17 лет на этапе спортивного совершенствования, которым был проведен Y баланс тест согласно установленному протоколу. С учетом степени асимметрии нижних конечностей по результатам YBT юные футболисты были поделены нами на 4 группы: с разницей между конечностями согласно критериям Y-Balance Test менее 2, 2–4, 4–6 и более 6 баллов. Далее был проведен анализ влияния асимметрии нижних конечностей на травматизм юных спортсменов, учитывались мышечные повреждения, травмы капсульно-связочного аппарата нижних конечностей и повреждения костей, всего 48 повреждений за период годового макроцикла. Корреляционный анализ выявил прямую связь между асимметрией нижних конечностей по результатам Y-Balance Test и полученными мышечными повреждениями ( $p < 0,05$  при сравнении с группой, имеющей  $< 2$  баллов), а также повреждениями капсульно-связочного аппарата. При анализе отношения видов травм к общему числу повреждений опорно-двигательного аппарата можно сказать следующее: наибольшее количество составили мышечные повреждения – 50%, наименьшее – повреждения костей – 2%. Из анализа взаимосвязи игрового амплуа с характером травм следует, что у полузащитников и нападающих чаще встречаются мышечные повреждения – 62,5% и 53,8% соответственно; у игроков линии защиты преобладают травмы капсульно-связочного аппарата нижних конечностей – 50%. Лучшие показатели Y-Balance Test имеют игроки линии полузащиты с асимметрией нижних конечностей  $< 2$ . **Выводы:** 1. Чем выше степень асимметрии нижних конечностей по результатам YBT, тем выше риск получения мышечного повреждения. У футболистов юношеской футбольной лиги в возрасте 15–17 лет преобладают мышечные повреждения нижних конечностей, повреждения капсульно-связочного аппарата занимают второе место. 2. Чаще остальных травмируются игроки линии полузащиты и нападения, при этом у игроков данных позиций преобладают мышечные повреждения, тогда как у игроков линии защиты преобладают травмы капсульно-связочного аппарата и спины.

**Ключевые слова:** Y-Balance Test, асимметрия нижних конечностей, юные футболисты, травматизм, мышечные повреждения, травмы капсульно-связочного аппарата.

## THE ROLE OF Y BALANCE TEST IN DETERMINING INJURY RISK IN YOUNG FOOTBALLERS

Borisova A.V.<sup>1</sup>, Sungatova K.R.<sup>1</sup>, Tahavieva F.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> FGBOU VO Kazan State Medical University, Kazan, e-mail: doc-borisova@bk.ru;

<sup>2</sup> FC «Rubin», Kazan

**The purpose of the work:** to determine the significance of the Y-test (YBT) indicators in predicting injuries of the musculoskeletal system in young football players. The study involved 53 players of the youth football league aged 15-17 at the stage of sports improvement, who underwent a Y balance test according to the established protocol. Taking into account the degree of asymmetry of the lower extremities, according to the results of YBT, young football players were divided by us into 4 groups: with a difference between limbs less than 2, 2–4, 4–6 and more than 6. Further, the analysis of the influence of asymmetry of the lower extremities on the traumatism of young athletes was carried out, muscle injuries, injuries of the capsule-ligamentous apparatus of the lower extremities and bone damage were taken into account, 48 damages during the annual macrocycle. Correlation analysis revealed a direct connection between the asymmetry of the lower extremities according to the results of the Y balance test and the resulting muscle damage ( $p < 0.05$  when compared with the group with  $< 2$  points), as well as damage to the capsular ligamentous apparatus. When analyzing the ratio of types of injuries from the total number of injuries to the musculoskeletal system, we can say the following: the largest number were muscle injuries - 50%, the smallest were bone injuries – 2%. Analyzing the relationship between the playing role and the nature of injuries, it follows that midfielders and forwards are more likely to have muscle injuries – 62.5% and 53.8%, respectively; among defensive line players, injuries of the capsular-ligamentous apparatus of the lower extremities prevail – 50%. The best Y Balance Test scores are shown by midfield players with lower extremity asymmetry  $< 2$ . **Conclusions:** 1. The higher the degree of lower extremity asymmetry as determined by YBT, the higher the risk of

**muscle damage. In youth football players aged 15–17 years, muscle injuries of the lower extremities predominate, damage to the capsular-ligamentous apparatus takes second place. 2. Players in the midfield and attack line are injured more often than others, while in players of these positions muscle injuries predominate, while in players on the defensive line injuries of the capsular-ligamentous apparatus and back predominate.**

Keywords: Y Balance test, asymmetry of the lower limb, young football players, injuries, muscle damage, injuries of the capsule-ligament apparatus.

Баланс-тест (YBT) – это тест на динамическую устойчивость, считается эффективным и клинически применимым во время предсезонного, текущего обследований, при тестировании спортсменов в процессе реабилитации после травм. YBT требует силы, гибкости, нервно-мышечного контроля, стабильности, диапазона движений, равновесия и проприоцепции. Данный тест является хорошим решением для функционального тестирования из-за его быстроты проведения, эффективности, портативности, последовательности и объективности [1]. Менее выраженная асимметрия конечностей свидетельствует о лучших функциональных показателях, в том числе изокинетического крутящего момента [2]. Значения пикового крутящего момента разгибателей на единицу массы тела (PT/BW) и сгибателей в тесте изокинетической мышечной силы при 60°/с коррелировали с баллами по всем YBT, кроме YBT в переднем направлении (YBT-ANT). Авторы другого исследования [2] сообщают, что все показатели YBT в переднем направлении (YBT-ANT), заднемедиальном (YBT-PM) и заднелатеральном (YBT-PL) направлениях были связаны с PT/BW разгибателей и сгибателей у пациентов после реконструкции передней крестообразной связки (ACLR). Однако PT/BW разгибателей контралатеральной стороны были связаны только с YBT-PM, а период последующего наблюдения был коротким – 5–12 месяцев, что может быть недостаточным для восстановления передней крестообразной связки. При проведении YBT вовлекаются несколько суставов, а не один сустав, однако на YBT-ANT больше всего влияет тыльное сгибание голеностопного сустава, а при выполнении YBT-PM или YBT-PL требуется сила мышц бедра, потому что туловище находится дальше всего от центра массы в сагиттальной плоскости. Тем не менее, сообщалось, что во всех направлениях YBT мышцы бедра и наружный ротатор бедра были менее активны, чем четырехглавая мышца и мышцы задней поверхности бедра [2]. В детско-юношеском спорте мониторинг динамической устойчивости представляет большой интерес, так как в настоящее время увеличивается интенсивность физических нагрузок у юных спортсменов, что является дополнительным фактором риска в получении травм [3]. В то время как предыдущая травма или операция, по-видимому, не влияют на результаты теста у спортсменов, было показано, что тест имеет тесную связь с силой сгибателей колена и силой отводящих мышц бедра [4]. Авторы следующего исследования обнаружили достоверно положительную связь между тестом Y-баланса и силой отведения бедра. Они также показали меньшую, но значимую связь

с разгибанием бедра и силой внешнего вращения. При анализе линейной регрессии сила отведения бедра была единственным значимым предиктором производительности YBT. Используя эту информацию, практикующие спортивные врачи должны обращать внимание на силу отведения бедра, когда у спортсменов наблюдаются нарушения в Баланс-тесте [5].

Y-Balance Test был разработан для стандартизации модифицированного теста равновесия Star Excursion (mSEBT), повышения его практичности и обеспечения его коммерческой доступности [6]. Хотя было проведено мало исследований YBT и риска спортивных травм, большинство предположений относительно риска травм извлечены из исследований теста равновесия Star Excursion (SEBT) из-за его большого сходства с YBT. Например, было показано, что асимметрия передней досягаемости более 4 см во время SEBT теста предсказывала, какие люди подвержены риску повреждения нижних конечностей [6]. Нервно-мышечная система играет неотъемлемую роль в постуральном контроле во время упражнений на динамическое равновесие для ограничения возникновения потери равновесия. При нарушении координации между сенсорными и моторными аспектами нервно-мышечной системы нарушается равновесие и может возникнуть постуральная нестабильность. Постуральная нестабильность способна привести к падению или нескоординированным и неконтролируемым движениям тела, что в конечном итоге может привести к травмам. Предыдущие исследования показали, что нарушения в нервно-мышечной системе приводят к повышенному риску травм у молодых активных людей, что требует скрининга динамического баланса [7]. Мероприятия по улучшению динамического нервно-мышечного контроля нижних конечностей использовались в качестве компонента во многих программах профилактики травм. В частности, исследователи заметили, что спортсмены, участвовавшие в программе предотвращения травм, продемонстрировали улучшение динамического нервно-мышечного контроля нижних конечностей [8]. В одном исследовании было отмечено, что более вовлеченные спортсмены продемонстрировали наибольшее улучшение динамического нервно-мышечного контроля и реже получали травмы нижних конечностей [8]. Кроме того, практикующие спортивные врачи часто используют динамический нервно-мышечный контроль в качестве критерия результата для возвращения в спорт. Таким образом, существует необходимость в тесте динамического нервно-мышечного контроля нижних конечностей, который выявляет спортсменов с повышенным риском травм, фиксирует изменения, которые могут произойти в результате вмешательства, и оценивает возможность возвращения к обычным тренировочным нагрузкам (т.е. обеспечивает нормализацию дефицита двигательного контроля, возникающего после травмы). Кроме этого, YBT валиден и прост в использовании, поэтому достаточно часто используется в практике спортивной медицины [9]. Тренировочные мероприятия, направленные на улучшение или поддержание динамического

равновесия у футболистов, должны включать упражнения на растяжку задней цепи нижней конечности, упражнения на силу и подвижность отводящих мышц бедра и устойчивость корпуса [10]. Еще один способ улучшения динамического баланса – введение в тренировочные программы неустойчивых поверхностей. Добавление нестабильности может быть эффективным для увеличения мышечной активации при стабилизации мышц [11]. Равновесие, также известное как «контроль осанки», может быть определено статически как способность поддерживать опору с минимальным движением и динамически как способность выполнять задачу, сохраняя стабильное положение [12]. В спорте способность сохранять устойчивое положение жизненно важно не только для успешного применения навыка, но и для снижения вероятности получения травмы. В результате большой интерес могут представлять проверка и мониторинг динамической устойчивости спортсмена [12].

Цель исследования: определить значимость показателей Баланс-теста в прогнозировании травматизма опорно-двигательного аппарата у юных футболистов.

#### **Материал и методы исследования**

В исследовании приняли участие 53 игрока юношеской футбольной лиги 15–17 лет на этапе спортивного совершенствования, которым был проведен Y-Balance Test согласно установленному протоколу. Проводилось измерение длины нижних конечностей испытуемого (расстояние между передней верхней подвздошной остью до внутренней лодыжки), после чего испытуемый становился на платформу одной ногой, а второй отодвигал индикатор в переднем, задне-внутреннем и задне-наружном направлениях, выполняя по три попытки в каждом направлении. Учитывался лучший результат из трех попыток. Результат тестирования для каждой конечности был рассчитан по формуле: YBT правая (левая) конечность = (сумма трех направлений / 3 x длина конечности) x 100. По результатам YBT юные футболисты были поделены на 4 группы. Параллельно проанализирован травматизм у игроков юношеской футбольной лиги в течение одного игрового сезона (11 месяцев), зафиксированы 48 повреждений нижних конечностей и спины.

Статистическая обработка проводилась с использованием пакета программ SPSS (v.18.0). Для анализа применялись критерий  $\chi^2$  – точный критерий Фишера. Отличия полагались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Юные футболисты были поделены на 4 группы: с разницей между конечностями по критериям Y-Balance Test менее 2, 2–4, 4–6 и более 6 баллов (табл. 1).

Таблица 1

Показатели Y-Balance Test в зависимости от игрового амплуа

Баллы	Полузащитник		Защитник		Нападающий	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
<2	12	52,2	7	50,0	3	23,1
2–4	6	26,1	2	14,3	6	46,2
>4	5	21,7	5	35,7	4	30,8
	23	100,0	14	100,0	13	100,0

Можно видеть (табл. 1), что показатели полузащитников и защитников значительно отличались от показателей нападающих. Так, значение <2 баллов имели 52,2% полузащитников и 50,0% защитников ( $p=0,855$ ), в то время как среди нападающих таких было всего 23,1% ( $p<0,05$  при сравнении с показателями защитников и полузащитников). Значение 2–4 балла было зафиксировано у 26,1% полузащитников и 14,3% защитников ( $p=0,237$ ), тогда как среди нападающих такой показатель имели почти половина спортсменов – 46,2% ( $p<0,05$  при сравнении с показателями защитников и полузащитников). Относительно значений >4 баллов показатели трех групп спортсменов примерно одинаковы и статистически не отличаются.

Далее был проанализирован характер повреждений в зависимости от игрового амплуа (табл. 2).

Таблица 2

Частота встречаемости мышечных повреждений в зависимости от игрового амплуа

Травмы	Полузащитник		Защитник		Нападающий	
	Абс	%	Абс	%	Абс	%
Мышечные повреждения нижних конечностей	15	62,5	2	20,0	7	53,8
Травмы капсульно-связочного аппарата нижних конечностей	6	25,0	5	50,0	6	46,2
Травмы спины	3	12,5	3	30,0	0	0,0
	24	100,0	10	100,0	13	100,0

Анализ данных, представленных в таблице 2, позволяет сделать следующие выводы. Мышечные повреждения нижних конечностей чаще всего встречались у полузащитников (62,5%) и нападающих (53,8%,  $p=0,469$ ). У защитников мышечные повреждения фиксировались гораздо реже – у 20,0% спортсменов ( $p<0,05$  при сравнении с показателями нападающих и полузащитников). Травмы капсульно-связочного аппарата нижних

конечностей были зафиксированы у 50,0% защитников и 46,2% нападающих ( $p=0,799$ ). Аналогичные травмы выявлялись у полузащитников реже – в 12,5% случаев ( $p<0,05$  при сравнении с показателями нападающих и защитников). Травмы спины у нападающих не встречались совсем, тогда как среди полузащитников было зафиксировано 12,5%, а среди защитников – 30,0% спортсменов с такими травмами ( $p<0,05$  при сравнении показателей нападающих с показателями защитников и полузащитников).

В результате проведенного исследования удалось выявить зависимость между показателем разницы YBT, т.е. степенью асимметрии нижних конечностей, и видами травм (табл. 3).

Таблица 3

Зависимость показателя разницы YBT и видами травм

Травмы	Баллы							
	абс.		%		абс.		%	
	<2		2-4		>4			
Мышечные повреждения нижних конечностей	9	36,0	6	75,0	9	64,3		
Травмы капсульно-связочного аппарата нижних конечностей	11	44,0	2	25,0	4	28,6		
Травмы спины	5	20,0	0	0,0	1	7,1		
	25	100,0	8	100,0	14	100,0		

Среди спортсменов, имеющих показатель <2 баллов, было зафиксировано 36,0% спортсменов, получивших мышечные повреждения нижних конечностей. Среди спортсменов с показателем 2–4 балла и >4 баллов таких был гораздо больше – 75,0% и 64,3% соответственно ( $p<0,05$  при сравнении с группой, имеющей <2 баллов). Среди спортсменов с травмами капсульно-связочного аппарата нижних конечностей и травмами спины достоверных отличий в частоте встречаемости спортсменов с различными баллами не выявлено, за исключением травм спины у спортсменов с баллами <2 (20,0%) и с баллами 2–4 (0,0%,  $p=0,048$ ).

Как видно из представленных выше таблиц, корреляционный анализ выявил прямую связь между асимметрией нижних конечностей по результатам Y-Balance Test и полученными мышечными повреждениями ( $p<0,05$  при сравнении с группой, имеющей <2 баллов), а также повреждениями капсульно-связочного аппарата. При анализе соотношения видов травм к общему числу повреждений опорно-двигательного аппарата можно сказать следующее: наибольшее количество составили мышечные повреждения – 50%, наименьшее –

повреждения костей – 2%. При анализе взаимосвязи игрового амплуа с характером травм можно заключить, что у полузащитников и нападающих чаще встречаются мышечные повреждения – 62,5% и 53,8% соответственно; у игроков линии защиты преобладают травмы капсульно-связочного аппарата нижних конечностей – 50%. Лучшие показатели Y Balance Test имеют игроки линии полузащиты с асимметрией нижних конечностей <2. После реабилитации имеет смысл провести YBT, он прост в применении и портативен. Если разница между конечностями в пределах нормы, диагностику стоит дополнить прыжковыми тестами. Согласно исследованию Lephart et al., у пациентов с повреждением передней крестообразной связки не было существенной разницы в функциональном состоянии, несмотря на значительную слабость коленного сустава на пораженной стороне, потому что они, по-видимому, использовали компенсаторные механизмы повышенной активности подколенного сухожилия для достижения функциональной стабилизации сустава [13]. Клиническая значимость заключается в том, что YBT больше связан с физической функцией, такой как сила мышц колена и функциональная работоспособность. После повреждения ПКС возникает отсутствие проприоцепции и передачи информации о движении сустава. Следовательно, предполагается, что эти факторы снижают баланс и, следовательно, функциональную работоспособность, что может увеличить риск скелетно-мышечных травм [14]. Из полученных нами данных следует, что в динамике недостаточность функционирования капсульно-связочного аппарата при небольшой разнице между конечностями по результатам YBT компенсируется силой мышц коленного сустава. В таком случае необходимо использовать дополнительные прыжковые тесты, которые могут выявить недостаточность функциональной работоспособности капсульно-связочного аппарата [15]. При разнице между конечностями по результатам YBT более 4 баллов риск получения травм капсульно-связочного аппарата меньше, что может быть связано с тем, что движения в коленном суставе выполняются не в полном объеме, а большая интенсивность нагрузки сохраняется за счет мышц, удерживающих коленный сустав. В этом случае целесообразно провести оценку максимальной мышечной силы с использованием диагностического комплекса Biodex на предмет выявления риска получения мышечных травм [16].

### **Выводы**

1. Чем выше степень асимметрии нижних конечностей по результатам YBT, тем выше риск получения мышечного повреждения. У футболистов юношеской футбольной лиги в возрасте 15–17 лет преобладают мышечные повреждения нижних конечностей, повреждения капсульно-связочного аппарата занимают второе место.

2. Чаще остальных травмируются игроки линии полузащиты и нападения, при этом у игроков данных позиций преобладают мышечные повреждения, тогда как у игроков линии защиты преобладают травмы капсульно-связочного аппарата и спины.

3. Проведенное нами исследование показало высокую информативность Y-Balance Test, что позволяет нам рекомендовать использовать его в практике детской спортивной медицины.

### Список литературы

1. Gonell A.C., Romero J.A., Soler L.M. Relationship Between the Y Balance test scores and soft tissue injury incidence in a soccer team / *Int. J. Sports PhysTher.* 2018. Vol. 10, Is. 7. P. 955-966.
2. Kim J.S., Hwang U.J., Choi M.Y., Kong D.H., Chung K.S., Ha J.K., Kwon O.Y. Correlation Between Y-Balance Test and Balance, Functional Performance, and Outcome Measures in Patients Following ACL Reconstruction // *Int. J. Sports Phys Ther.* 2022. Vol. 17, Is. 2. P. 193-200. DOI: 10.26603/001c.31873.
3. Linek P., Sikora D., Wolny T., Saulic E. Reliability and number of trials of the Y Balance test in adolescent athletes // *Musculoskeletal Science Practice.* 2017. Vol. 31. P.72-75. DOI: 10.1016/j.msksp.2017.03.011.
4. Nelson S., Wilson C.S., Becker J. Kinematic and Kinetic Predictors of Y-Balance Test Performance // *Int. J. Sports Phys Ther.* 2021. Vol. 16, Is. 2. P. 371-380. DOI: 10.26603/001c.21492.
5. Wilson B.R., Robertson K.E., Burnham J.M., Yonz M.C., Ireland M.L., Noehren B. The Relationship Between Hip Strength and the Y Balance Test // *J. Sport Rehabil.* 2018. Vol. 27, Is. 5. P. 445-450. DOI: 10.1123/jsr.2016-0187.
6. Jagger K., Frazier A., Aron A., Harper B. Scoring performance variations between the Y-Balance test, a modified Y-Balance test, and the modified star excursion balance test // *Int. J. Sports PhysTher.* 2020. Vol. 15, Is. 1. P. 34-41.
7. Gribble P.A., Hertel J., Plisky P. Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review // *J. AthlTrain.* 2012. Vol. 47, Is. 3. P. 339-357. DOI: 10.4085/1062-6050-47.3.08.
8. Plisky P., Schwartkopf-Phifer K., Huebner B., Garner M.B., Bullock G. Systematic Review and Meta-Analysis of the Y-Balance Test Lower Quarter: Reliability, Discriminant Validity, and Predictive Validity // *Int. J. Sports Phys Ther.* 2021. Vol. 16, Is. 5. P. 1190-1209. DOI: 10.26603/001c.27634.



9. López-Valenciano A., Ayala F., De Ste Croix M., Barbado D., Vera-Garcia F.J. Different neuromuscular parameters influence dynamic balance in male and female football players // *KneeSurg Sports TraumatolArthrosc.* 2019. Vol. 27, Is. 3. P. 962-970. DOI: 10.1007/s00167-018-5088-y.
10. Kaur N., Bhanot K., Ferreira G. Lower Extremity and Trunk Electromyographic Muscle Activity During Performance of the Y-Balance Test on Stable and Unstable Surfaces // *Int. J. Sports Phys Ther.* 2022. Vol. 17, Is. 3. P. 483-492. DOI: 10.26603/001c.32593.
11. Powden C.J., Dodds T.K., Gabriel E.H. The reability of the star excursion balance test and lower quarter Y-Balance test in healthy adults: a systematic review // *Int. J. Sports PhysTher.* 2019. Vol. 14, Is. 5. P. 683-694.
12. Wilson B.R., Robertson K.E., Burnham J.M., Yonz M.C., Ireland M.L., Noehren B. The Relationship Between Hip Strength and the Y Balance Test // *J. Sport Rehabil.* 2018. Vol. 27, Is. 5. P. 445-450. DOI: 10.1123/jsr.2016-0187.
13. Güzel N., Genç A.S., Yılmaz A.K., Kehribar L. The Relationship between Lower Extremity Functional Performance and Balance after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Results of Patients Treated with the Modified All-Inside Technique // *J. Pers. Med.* 2023. Vol. 13, Is. 3. P. 466. DOI: 10.3390/jpm13030466.
14. Lee D.W., Yang S.J., Cho S.I., Lee J.H., Kim J.G. Single-leg vertical jump test as a functional test after anterior cruciate ligament reconstruction // *Knee.* 2018. Vol. 25, Is. 6. P. 1016-1026. DOI: 10.1016/j.knee.2018.07.014.
15. DeFrancesco C.J., Lebrun D.G., Molony J.T. Jr., Heath M.R., Fabricant P.D. Safer and Cheaper: An Enhanced Milestone-Based Return to Play Program After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Young Athletes Is Cost-Effective Compared with Standard Time-Based Return to Play Criteria // *Am J. Sports Med.* 2020. Vol. 48, Is. 5. P. 1100-1107. DOI: 10.1177/0363546520907914.
16. Kim J.G., Lee D.W., Bae K.C., Choi B.C., Yang S.J., Cho S.I., Kim D.H. Correlation of Y Balance with Clinical Scores and Functional Tests after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Young and Middle-Aged Patients // *Clin. Orthop. Surg.* 2023. Vol. 15, Is. 1. P. 50-58. DOI: 10.4055/cios21131.