Тимонин А.Н., Выборная К.В.

Непараметрический анализ показателей массы тела и некоторых параметров компонентного состава тела профессиональных футболистов в зависимости от амплуа

*ФГБУН ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-11-2021-34

Аннотация

В работе представлены непараметрические методы анализа данных с использованием рангового двухфакторного дисперсионного анализа и методов корреляционного анализа в рамках модели «черного ящика». Модель плана активного эксперимента была представлена 2^2 . В качестве фиксируемых факторов были использованы масса тела (МТ) и амплуа. В качестве зависимых переменных использовались показатели компонентного состава тела, полученные с использованием биоимпедансометрии. Установлено, что МТ имела значимую связь с такими показателями как рост, индекс массы тела (ИМТ), тощая масса (ТМ%), активная клеточная масса (АКМ%), скелетно-мышечная масса (СММ%), внеклеточная и внутриклеточная жидкость (ВнеКЖ и ВнутКЖ) с прямой зависимостью, а амплуа имел связь только с показателем СММ (кг). При этом для полузащитников характерно меньшее значение этого показателя по сравнению с защитниками.

Ключевые слова: спортсмены, футболисты, активный эксперимент, корреляция, ранг.

Abstract

The paper presents nonparametric methods for data analysis using rank two-way analysis of variance and correlation analysis methods within the framework of the "black box" model. An active experiment plan model was presented on 2^2 . Body weight (BM) and role were used as the recorded factors. The indicators of body composition obtained using bioimpedance measurements were used as dependent variables. It was found that body weight had a significant relationship with such indicators as height, body mass index (BMI), lean mass (TM%), active cell mass (ACM%), musculoskeletal mass (SMM%), extracellular and intracellular fluid with direct dependence, and the role had a connection only with the SMM (kg) indicator. At the same time, a lower value of this indicator is typical for midfielders compared to defenders.

Keywords: athletes, football players, active experiment, correlation.

Введение. Вопросы непараметрического анализа зависимых переменных в оценке влияния фиксируемых факторов на компонентный состав тела профессиональных спортсменов имеют высокую научную и практическую актуальность. Прежде всего, это связано с необязательностью исследования на нормальность распределения величины показателя, к которой относятся исследуемые зависимые переменные, а также не требуется установления связи между надежностью критерия и мощностью выборки. В случае непараметрического анализа также можно использовать многофакторные методы исследования с использованием F-критерия, но при условии кодирования исходных зависимых переменных в ранги. Данный подход можно применить в отношении профессиональных футболистов различного амплуа по отношению к зависимым переменным компонентного состава тела с использованием биоимпедансометрии. Рассмотрим систему «амплуа футболистов/компонентный состав тела» Для информативного обзора такой системы можно использовать хорошо себя зарекомендовавшую в научно-исследовательской деятельности модель «черного ящика», когда исследователь не обладает определенной априорной информацией о данной системе и ее основных элементах[1]. В рамках модели «черного ящика» рассмотрим заданную систему в качестве многофакторной модели, где фиксируемыми факторами будут вес спортсменов и их амплуа, а к зависимым переменным можно отнести основные показатели компонентного состава тела, полученные

методом биоимпедансометрии: рост, индекс массы тела (ИМТ), жировая масса (ЖМ, кг), доля жировой массы (ЖМ%), тощая масса (ТМ, кг), доля тощей массы (ТМ%), активная клеточная масса (АКМ, кг), доля активной клеточной массы (АКМ%), скелетно-мышечная масса (СММ, кг), доля скелетно-мышечной массы (СММ%), общая вода (вода, кг), внеклеточная вода (кг), внутриклеточная вода (кг) [2]. Данный анализ представим в качестве планирования активного эксперимента по плану 2^2 [1]. Таким образом, каждый фиксируемый фактор можно разбить на два уровня: амплуа футболистов на защитников и полузащитников, масса тела футболистов на низкая и высокая. Такой анализ позволяет учитывать как достоверную МТ фиксируемых факторов, так и их межфакторную взаимосвязь. Следует отметить большие перспективы использования метода биоимпедансометрии в оценке функционального состояния футболистов [3, 4], а также эффективность получения зависимых переменных в рамках данного метода. Таким образом, использование непараметрического анализа данных позволяет в рамках многофакторного исследования рассматривать данный подход важным методом изучения факторной нагрузки фиксируемых факторов на показатели компонентного состава тела спортсменов в условиях малых выборок.

Материалы и методы. Были использованы в качестве обследуемых профессиональные футболисты: полузащитники – 9 спортсменов, защитники – 8 спортсменов. Показатели компонентного состава тела были получены с использованием метода биоимпедансометрии. Был использован непараметрический ранговый двухфакторный дисперсионный анализ по типу плана 2^2 , где фиксируемыми факторами были МТ (фактор А), амплуа (фактор В) с двумя уровнями на каждом факторе: на факторе А – низкая МТ и высокая МТ, на факторе В – защитники и полузащитники. В качестве зависимых переменных были использованы параметры компонентного состава тела: рост, индекс массы тела (ИМТ), жировая масса (ЖМ, кг), доля жировой массы (ЖМ%), тощая масса (ТМ, кг), доля тощей массы (ТМ%), активная клеточная масса (АКМ, кг), доля активной клеточной массы (АКМ%), скелетно-мышечная масса (СММ, кг), доля скелетно-мышечной массы (СММ%), общая вода (вода, кг), внеклеточная вода (кг), внутриклеточная вода (кг). Также в работе использовались методы корреляционного анализа с использованием z-трансформации Фишера. Расчет проводился с использованием компьютерных программ IBM SPSS Statistics 21 и Ms Excel 2010. Данные представлены таблично в виде медианы и квантилей (Q1 и Q3), а также в стандартных протокол-отчетах многофакторного дисперсионного анализа. Уровень значимости был равен 0,05.

Результаты и обсуждения.

В процессе биоимпедансометрии были получены следующие данные компонентного состава тела футболистов (табл. 1).

Таблица 1

Компонентный состав тела футболистов различных амплуа

показатель	футболисты					
	Защитники			Полузащитники		
	Q1	Me	Q3	Q1	Me	Q3
Рост, см	182,5	183,5	185,25	172	179	182
ИМТ	74,75	77	79	69,5	71,7	77
ЖМ кг	23	24,1	25,2	23,1	23,4	23,5
ЖМ%	11,65	13,9	16,5	9,9	10,5	12,4
ТМкг	14,8	16,3	19	13,2	13,9	14,9
ТМ%	63,5	67,6	72,2	62,7	63,9	66
АКМкг	81	83,7	85,2	85,1	86,1	86,8
АКМ%	41,6	44,8	46,8	39	40,1	40,3
СММ	64,8	65,2	66,4	61,6	62,7	63,5
СММ%	34,3	37,4	39,4	34,5	35,3	36,3
ОбщЖ, кг	53,65	54,6	54,8	54,3	55,5	55,7
ВнежЖ, кг	46,5	49,5	52,85	45,9	46,8	48,3
ВнутжЖ	17,75	19	20,25	17,7	18,2	18,9
МТ, кг	74,75	77	79	69,5	71,7	77

Для проведения рангового двухфакторного дисперсионного анализа, где фиксируемыми факторами будут представлены амплуа спортсменов и их МТ, а все остальные показатели компонентного состава тела – зависимые переменные, следует осуществить ранжирование показателя «МТ» в порядке возрастания, с последующим выявлением медианного положения данной выборки. Тогда можно получить выборку по МТ, разбитую на два уровня – уровень с низкой МТ спортсменов, и уровень с высокой МТ спортсменов. В соответствие с МТ, сопоставляется амплуа футболистов, которое также имеет два уровня: защитники и полузащитники. Далее отдельные показатели кодируются в ранги, и проводится непараметрический многофакторный анализ. Результаты анализа приведены в стандартном протокол -отчете двухфакторного дисперсионного анализа (табл. 2).

Таблица 2

Протокол-отчет достоверности (p) отклика рангового двухфакторного дисперсионного анализа компонентного состава тела футболистов

Зависимая переменная	МТ, кг	Амплуа футболистов	МТ*амплуа
Рост, см	0,002	0,059	0,317
ИМТ	0,000	0,262	0,462
ЖМ кг	0,297	0,763	0,096
ЖМ%	0,064	0,168	0,974
ТМкг	0,247	0,275	0,603
ТМ%	0,009	0,424	0,034
АКМкг	0,247	0,275	0,603
АКМ%	0,022	0,069	0,134
СММ	0,942	0,007	0,284
СММ%	0,031	0,745	0,046
ОбщЖ, кг	0,421	0,183	0,566
ВнекЖ, кг	0,010	0,431	0,034
ВнутЖ	0,010	0,627	0,027

По результатам анализа данных плана активного эксперимента 2² было установлено, что «МТ» в качестве фиксируемого фактора имела достоверный отклик ($p < 0,05$) для следующих показателей: рост, ИМТ, то ТМ%, АКМ%, СММ%, ВнекЖ и ВнутЖ. Учитывая характер непараметрического исследования, возможность оценки значимости данного отклика на центральные тенденции исследуемых показателей возможен в рамках оценки квантильного исследования. С этой точки зрения, для роста, ИМТ, ТМ%, АКМ%, СММ%, ВнекЖ и ВнутЖ, соответственно, можно установить прямую связь: чем выше МТ, тем выше показатель. Для фиксируемого показателя «амплуа» достоверный отклик установлен для показателя «скелетно-мышечная масса» (кг). Проведя аналогичный квантильный анализ, можно сделать вывод, что для полузащитников, по сравнению с защитниками характерна меньшая скелетно-мышечная масса (кг). Анализируя межфакторную взаимосвязь факторов МТ и амплуа для различных показателей компонентного состава тела, данная связь установлена для следующих зависимых переменных: тощая масса (%), скелетно-мышечная масса (%), внеклеточная и внутриклеточная жидкость. Однако, оценивая уровень достоверности (p) подобного отклика с использованием z-трансформации Фишера и переводом их в значения корреляции, можно установить, что эта достоверная связь средней силы и не имеет биологически значимой интерпретации (Табл. 3).

Таблица 3

Коэффициенты корреляции, рассчитанная по данным достоверности межфакторной связи исследуемых показателей компонентного состава тела

Показатель	ТМ(%),	СММ (%)	ВнекЖ, кг	ВнутЖ, кг
p	0,034	0,046	0,034	0,027
r	0,527	0,502	0,527	0,547

Таким образом, по результатам проведенного непараметрического двухфакторного дисперсионного анализа, можно сделать следующие выводы.

1. МТ и амплуа имеет значимую статистическую межфакторную ассоциацию с рядом показателей компонентного состава тела футболистов. Однако вычисленные коэффициенты корреляции не позволяют рассматривать данную связь как биологически значимую (коэффициенты корреляции имеют среднюю силу связи, что указывает на нелинейный характер связи).
2. Для фиксируемого фактора «МТ» было установлено наибольшая и биологически значимая связь с рядом показателей компонентного состава тела футболистов: рост, ИМТ, ТМ(%), АКМ%, СММ%, ВнжЖ и ВнутЖ с прямой зависимостью: чем больше МТ, тем больше значение исследуемого показателя.
3. Для фиксируемого фактора «амплуа» установлена достоверная и биологически значимая связь с показателем СММ (кг). При этом для полузащитников она достоверно меньше, чем у защитников.

1. Лисенков, А.Н. Математические методы планирования многофакторных медико-биологических экспериментов / А.Н. Лисенков // Медицина. – 1979. – С. 15-123.
2. Выборная К.В., Тимонин А.Н., Семенов М.М., Лавриненко С.В., Раджаббадиев Р.М., Клочкова С.В., Никитюк Д.Б. Оценка состава тела футболистов на основании данных антропометрии и биоимпедансометрии и сравнение двух методов регистрации. Спортивная медицина: наука и практика. 2020;10(4):55–63. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.2>
3. Хафизова Г.Н., Губайдуллина С.И., Асманов Р.Ф. Композиционный состав тела спортсменов игровых видов спорта // Наука и спорт: современные тенденции. 2018. №3.
4. Мачнев Андрей Игоревич, Лаврентьева Дарья Андреевна Сравнение результатов биоимпедансного анализа состава тела футболистов и школьников 14-15 лет // Ученые записки университета Лесгафта. 2015. №11.

Тимонин А.Н., Раджаббадиев Р.М., Выборная К.В.
Многофакторный анализ клинико-лабораторных показателей спортсмен-ов с
использованием критерия Хотеллинга

ФГБУН ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/trnio-11-2021-35

Аннотация

В работе представлены метаналитические аспекты клинико-лабораторных показателей спортсменов циклических видов спорта, проведенные в рамках модели «черного ящика» при планировании многофакторного пассивного эксперимента. Конечная модель плана пассивного эксперимента была представлена как 2^3 , а ведущим методом анализа – трехфакторный дисперсионный анализ и многомерный анализ с использованием критерия Хотеллинга. В качестве фиксируемых факторов были использованы: пол (фактор А), на котором два уровня; вид спорта (фактор В) с двумя уровнями; условия тренинга (фактор С) с двумя уровнями, а в качестве зависимых переменных рассматриваются концентрация гемоглобина и гематокрит. Установлено, что пол, вид спорта, условия тренинга имеют значимую факторную нагрузку на эти зависимые переменные. Установлена достоверная парная межфакторная взаимосвязь между полом, видом спорта и условиями тренинга, где достоверно наибольшую по весу значимость имеет пол и вид спорта.

Ключевые слова: спортсмены, гемоглобин, гематокрит, пассивный эксперимент, корреляция.

Abstract

The article presents the met analytic aspects of the clinical and laboratory indicators of athletes in cyclic sports, carried out within the framework of the "black box" model when planning a multifactorial passive experiment. The final model of the passive experiment design was