**КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ИММУНОГРАММЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ
С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ**

Колупаев В. А. ¹,
Сашенков С. Л. ¹,
Котова Н. В. ¹

¹ ФГБОУ ВО "Южно-Уральский государственный медицинский университет"
Минздрава России.

КЛАСТЕРЫ ИММУНОГРАММ СПОРТСМЕНОВ
ATHLETE IMMUNOGRAM CLUSTERS

10.46235/1028-7221-17183-CAO

**CLUSTER ANALYSIS OF IMMUNOGRAMS OF TRAINEES WITH
DIFFERENT LEVELS OF MOTOR ACTIVITY**

Kolupaev V. A. ^a,
Sashenkov S. L. ^a,
Kotova N. V. ^a

^a South Ural State Medical University.

Резюме

Состояние иммунной системы жестко ограничивает возможности адаптации организма к физическим нагрузкам, а определенные сочетания показателей иммунограммы, связанные с механизмами неспецифической резистентности при адаптации к мышечной работе, проспективно отражают значимое снижение надежности функционирования защитных механизмов. В этом случае систематизация соотношений показателей иммунограммы у лиц с разным двигательным режимом является актуальным для выяснения принципов дозирования мышечных нагрузок адекватных состоянию механизмов неспецифической резистентности и иммунореактивности. Цель исследования состояла в сокращении числа исследуемых переменных с дифференциацией выборки на подгруппы для выявления закономерностей близких по свойствам сгруппированных объектов. У обучающихся в возрасте 18-24 лет (юноши $n=40$ и девушки $n=40$), не имеющих противопоказаний для занятий физическими упражнениями, в состоянии покоя выполнен анализ показателей лейко- и иммунограммы с последующим определением уровня физической работоспособности в тесте PWC_{170} . Обучающиеся с ординарным режимом двигательной активности составили основное отделение ($n=34$); студенты, занимающиеся легкой атлетикой – спортивное отделение ($n=27$); обучающиеся с низким уровнем физической подготовленности – подготовительное отделение ($n=19$). Изучение фагоцитарной и НСТ-активности нейтрофилов и содержания CD-лимфоцитов в крови осуществляли методом иммунофенотипирования с применением проточной цитометрии. Сравнение результатов осуществляли на основе U-критерий Манна-Уитни в программе Statistica. Группировку испытуемых на основе состояния показателей иммунограммы осуществляли с помощью дивизивной кластеризации методом k-средних. По результатам 3 итераций 65 показателей лейко- и иммунограммы выделены 13 кластеров, центроиды которых являлись переменными в кластеризации испытуемых. В итоге 4 итераций по 13 переменным были выделены 5 кластеров испытуемых. Первый кластер, включал лиц с избыточной величиной индекса массы тела и характеризовался низким уровнем индуцированного НСТ-теста Нф и высокого содержания TNK и дубль негативных Лф у них. Второй кластер, включал представителей исследуемых групп с преимущественно средним и низким уровнем физической работоспособности, отличавшихся низкой активностью фагоцитоза, количества НК, TNK и дубль негативных клеток и высоким содержанием Т-цитотоксических Лф. Третий кластер, включающий преимущественно спортсменов с высоким и средним уровнем двигательной выносливости, отражал высокий уровень индуцированного НСТ-теста Нф и низкое содержание цитотоксических Т-лимфоцитов. Четвертый кластер, включал лиц с низким и средним уровнем физической работоспособности, с высокой фагоцитарной и спонтанной НСТ-активностью Нф, содержания НК-клеток, $CD_3^+CD_{19}^-$ и $CD_3^+CD_4^+CD_8^-CD_{45}^+$ лимфоцитов. Пятый кластер, включал

лиц всех исследуемых групп разного уровня физической работоспособности и характеризовался высокими значениями фагоцитарного числа Нф, низкого спонтанного НСТ-теста, содержания $CD_3^+CD_{16}^+CD_{56}^+$ и $CD_3^+CD_4^-CD_8^-CD_{45}^+$.

Ключевые слова: фагоцитоз и НСТ-активность нейтрофилов, физическая нагрузка, CD-лимфоциты.

Abstract

The state of the immune system severely limits the ability of the body to adapt to physical exertion, and certain combinations of immunogram indicators associated with mechanisms of non-specific resistance when adapting to muscle work prospectively reflect a significant decrease in the reliability of the functioning of protective mechanisms. In this case, the systematization of the ratios of immunogram indicators in persons with different motor modes is relevant to clarify the principles of dosing muscle loads adequate to the state of the mechanisms of non-specific resistance and immunoreactivity. The purpose of the study was to reduce the number of studied variables by differentiating the sample into subgroups to identify patterns similar in properties to grouped objects. In students aged 18-24 years (boys $n = 40$ and girls $n = 40$) who have no contraindications for exercise, at rest, leuko- and immunogram parameters were analyzed with subsequent determination of the level of physical performance in the PWC₁₇₀ test. Students with an ordinary mode of motor activity made up the main department ($n = 34$); athletics students – athletic department ($n = 27$); low-fitness trainees – prep ($n = 19$). The study of the phagocytic and NBT activity of neutrophils and the content of CD-lymphocytes in the blood was carried out by immunophenotyping using flow cytometry. Results were compared based on the Mann-Whitney U test in Statistica. Grouping of subjects based on the state of the immunogram parameters was carried out using divisional clustering by the k-means method. Based on the results of 3 iterations of 65 indicators of leuko- and immunogram, 13 clusters were identified, the centroids of which were variables in the clustering of subjects. As a result, 4 iterations of 13 variables were allocated 5 clusters of subjects. The first cluster included individuals with an excess value of body mass index and was characterized by a low level of induced NBT-test neutrophils and a high content of CD₃⁺CD₁₆⁺CD₅₆⁺ and a double of negative CD₃⁺CD₄⁻CD₈⁻CD₄₅⁺ lymphocytes in them. The second cluster included representatives of the study groups with a predominantly medium and low level of physical performance, characterized by low phagocytosis activity, the number of CD₃⁻CD₁₆⁺CD₅₆⁺, CD₃⁺CD₁₆⁺CD₅₆⁺ and double negative CD₃⁺CD₄⁻CD₈⁻CD₄₅⁺ lymphocytes and a high content of T-cytotoxic CD₃⁺CD₄⁻CD₈⁺CD₄₅⁺ lymphocytes. The third cluster, comprising predominantly athletes with high and medium levels of motor endurance, reflected high levels of NBT-induced neutrophils and low cytotoxic T-lymphocyte CD₃⁺CD₄⁻CD₈⁺CD₄₅⁺ counts. The fourth cluster included individuals with low and medium levels of physical performance, with high phagocytic and spontaneous NBT-activity of neutrophils, CD₃⁻CD₁₆⁺CD₅₆⁺ cell content, CD₃⁺CD₁₉⁻ and CD₃⁺CD₄⁺CD₈⁻CD₄₅⁺ lymphocytes. The fifth cluster included individuals of all study groups of different levels of physical performance and was characterized by high values of phagocytic neutrophils number, low spontaneous NBT-test, CD₃⁺CD₁₆⁺CD₅₆⁺ and CD₃⁺CD₄⁻CD₈⁻CD₄₅⁺.

Keywords: neutrophil phagocytic and NBT-activity, physical loads, CD-lymphocytes.

1 Введение

Состояние системы иммунитета физкультурников и спортсменов в значительной степени обуславливает уровень адекватности физических нагрузок в зависимости от степени активности защитных механизмов при обеспечении иммунного гомеостаза в ответ на воздействие разнообразных биотических и абиотических факторов внешней среды. Для некоторых занимающихся физическими упражнениями состояние иммунитета достаточно жестко ограничивает возможности организма при адаптации к физическим нагрузкам. Для других занимающихся некоторые отклонения показателей иммунограммы от нормы являются отражением дисбаланса метаболизма в связи с недостаточным уровнем двигательной активности, либо могут служить подтверждением преходящего снижения физической работоспособности в связи с текущей реакцией организма на воздействие биотических факторов внешней среды [4]. Помимо того, определенные сочетания показателей иммунограммы, тесно связанные с адаптацией [1], в том числе к физической нагрузке, могут отражать существенное снижение надежности функционирования защитных механизмов. В этом случае, систематизация и классификация типов связи показателей иммунограммы у обучающихся с разным уровнем повседневной двигательной активности является актуальным для определения рекомендаций по определению адекватных по уровню физических нагрузок.

Цель исследования состояла в сокращении числа исследуемых переменных с дифференциацией выборки на подгруппы для выявления закономерностей близких по свойствам сгруппированных объектов.

У обучающихся медицинского университета в возрасте 18-24 лет (юноши n=40 и девушки n=40) различной физической подготовленности и с разным уровнем повседневной двигательной активности, не имеющих противопоказаний для занятий физическими упражнениями, в состоянии покоя выполнен забор крови из локтевой вены с определением показателей лейко- и иммунограммы с последующим определением уровня физической

31 работоспособности в тесте PWC₁₇₀ по скорости передвижения на беговой
 32 дорожке. Обучающиеся с ординарным режимом двигательной активности (2
 33 ч. в неделю на занятиях по физической культуре) составили основное
 34 отделение (n=34); обучающиеся, занимающиеся легкой атлетикой 3 раза в
 35 неделю по 2 ч., – спортивное отделение (n=27); обучающиеся с низкой
 36 физической подготовленностью, занимающиеся физической культурой 1 раз в
 37 неделю в щадящем режиме, – подготовительное отделение (n=19).
 38 Исследования проведены с информированного согласия испытуемых в
 39 соответствии с этическими нормами Хельсинской декларации 2001 г.

40 Определение показателей лейко- и иммунограммы проводили на базе
 41 клинико-диагностической лаборатории «ДокторЛаб» (лицензия №Л041-
 42 01024-74/00316445 от 27.09.2017). Оценку фагоцитоза и НСТ-активности
 43 нейтрофилов (Нф) и определение содержания CD-лимфоцитов (Лф) в
 44 периферической крови методом иммунофенотипирования осуществляли с
 45 применением проточной цитометрии [2], а определение содержания антител
 46 иммуноглобулинов класса А и М (IgA и IgM) в сыворотке крови к вирусу
 47 SARS-CoV-2 (COVID-19) выполняли методом иммуноферментного анализа
 48 на основе тест-систем (ЗАО «Вектор-Бест») [5].

49 Статистическую обработку и сравнение результатов осуществляли с
 50 применением параметрических и непараметрических методов для
 51 несвязанных выборочных (U-критерий Mann-Whitney) с применением пакета
 52 прикладных программ Excel и Statistica. Группировку испытуемых на основе
 53 состояния показателей иммунограммы осуществляли с помощью дивизивной
 54 кластеризации методом k-средних, что позволяет выделить группы с
 55 сопоставимыми характеристиками на основании анализа особенностей
 56 распределения исследуемых переменных в выборке [3].

57 **Результаты исследований.** На начальном этапе исследования после
 58 стандартизации исходных значений показателей лейко- и иммунограммы мы
 59 провели кластеризацию 65 исследуемых переменных у обучающихся с разным
 60 уровнем физической работоспособности и различным уровнем повседневной

61 двигательной активности. В результате 3 итераций выделены 13 кластеров
 62 переменных, охвативших всех испытуемых по соотношению внутри- и
 63 межгрупповой дисперсий. Центроиды данных кластеров были выбраны в
 64 качестве переменных при кластеризации испытуемых на следующем этапе
 65 исследования. За счет 4 итераций при кластеризации, обследуемых методом k-
 66 средних по 13 переменным, были выделены 5 кластеров испытуемых,
 67 включающие данные всех наблюдений у обучающихся с разным уровнем
 68 двигательной активности. Состав кластеров, с дифференциацией включенных
 69 в них обследованных юношей и девушек по величине индекса массы тела,
 70 представлен в таблице 1.

71 Как видно из представленных данных, в состав каждого со второго по
 72 пятый кластер входило от 21 до 26 % обследованных в соотношении юношей
 73 и девушек 1:1. При этом к первому кластеру были отнесены лишь 7,5%
 74 испытуемых, 2/3 из которых представлены юношами основной группы с
 75 ординарным уровнем двигательной активности, а 1/3 – девушками с низким
 76 уровнем физической подготовки и щадящим режимом двигательной
 77 деятельности. Индекс массы тела у одной из девушек из 1-го кластера
 78 соответствовал нормальным значениям, а у другой – характеризовался
 79 избыточной величиной. У всех юношей, вошедших в состав 1-го кластера,
 80 отмечался избыточный уровень индекса массы тела. Ввиду небольшого числа
 81 включенных в исследование наблюдаемых, иных выраженных тенденций
 82 распределения обследованных по кластерам в зависимости от величины
 83 индекса массы тела мы не отмечали, за исключением уменьшения в составе 4-
 84 го кластера доли юношей с нормальной величиной индекса массы тела за счет
 85 присутствия лиц с избыточной величиной индекса массы тела и лиц с
 86 признаками ожирения.

87 Результаты сравнения показателей иммунограммы испытуемых из
 88 разных кластеров представлены в таблице 2. Как видно из этих данных,
 89 показатели испытуемых первого кластера характеризовались высокими
 90 значениями относительного и абсолютного содержания $CD_3^+CD_{16}^+CD_{56}^+$ и

91 $CD_3^+CD_4^-CD_8^-CD_{45}^+$ лимфоцитов, а также содержания НСТ-негативных Нф в
 92 индуцированном тесте на фоне сниженных до уровня нижней границы нормы
 93 фагоцитарного числа Нф. Во второй кластер с высоким уровнем процентного
 94 содержания $CD_3^+CD_4^-CD_8^+CD_{45}^+$ клеток и низким уровнем количества
 95 фагоцитов, сниженным количеством $CD_3^+CD_4^-CD_8^-CD_{45}^+$ и $CD_3^+CD_{16}^+CD_{56}^+$
 96 лимфоцитов, а также НК-клеток включен 21 испытуемый. 42,86% из их числа
 97 представляли спортивное и основное отделения и характеризовались
 98 высокими показателями физической работоспособности в тесте PWC_{170} .
 99 28,57% наблюдаемых 2-го кластера характеризовались средним уровнем
 100 физической работоспособности и столько же – низкой аэробной
 101 производительностью. Третий кластер составили данные 17 испытуемых с
 102 высокими значениями индекса активности и резервных возможностей в
 103 индуцированном НСТ-тесте Нф на фоне низкого уровня содержания $CD_3^+CD_4^-$
 104 $CD_8^+CD_{45}^+$ лимфоцитов и спонтанного НСТ-теста Нф. 58,82% испытуемых из
 105 этого кластера были представителями спортивного отделения с высоким и
 106 средним уровнем физической работоспособности.

107 В состав четвертого кластера вошли 17 наблюдаемых с высоким
 108 уровнем количества Нф, активности фагоцитоза и спонтанного НСТ-теста, а
 109 также абсолютного содержания $CD_3^+CD_{19}^-$ и $CD_3^+CD_4^+CD_8^-CD_{45}^+$ лимфоцитов,
 110 а также $CD_3^-CD_{16}^+CD_{56}^+$ клеток на фоне низких значений индекса активности
 111 НСТ-теста Нф. Испытуемые 4-го кластера в 47,06% случаев являлись
 112 представителями подготовительного отделения со щадящим режимом
 113 двигательной активности, а в целом 70,59% состава данного кластера из числа
 114 основного и подготовительного отделений характеризовались низким
 115 уровнем физической работоспособности в тесте PWC_{170} . В пятый кластер
 116 вошли 19 наблюдений с высоким уровнем фагоцитарного числа Нф,
 117 количества и содержания $CD_3^-CD_{16}^+CD_{56}^+$ клеток на фоне низких значений
 118 индекса активности НСТ-теста Нф и сниженного содержания $CD_3^+CD_4^-CD_8^-$
 119 CD_{45}^+ и $CD_3^+CD_{16}^+CD_{56}^+$ лимфоцитов. 47,37% испытуемых 5-го кластера
 120 представляли лиц с ординарным уровнем двигательной активности, 36,84% –

121 спортсмены с высокой двигательной активностью и 15,79% – лица со
 122 щадящим режимом двигательной деятельности. При этом все спортсмены
 123 данного кластера проявляли высокий уровень физической работоспособности,
 124 тогда как лишь 1/3 часть испытуемых основного и подготовительного
 125 отделения из состава этого кластера демонстрировали средний уровень
 126 физической выносливости, а 2/3 из этого числа – низкий уровень аэробной
 127 производительности.

128 Таким образом, результаты кластеризации обучающихся различной
 129 физической подготовленности с разным уровнем ежедневной двигательной
 130 активности на основе состояния показателей иммунограммы позволили
 131 выделить 5 типов состояния иммунной системы у студентов, не имеющих
 132 противопоказаний для занятий физическими упражнениями. Первый кластер,
 133 включающий лиц с избыточной величиной индекса массы тела,
 134 характеризовался низкой способностью к стимуляции кислородзависимого
 135 метаболизма Нф на фоне повышения содержания ТНК и дубль негативных
 136 лимфоцитов. Вторым кластер, включающий в сопоставимых пропорциях
 137 представителей всех исследуемых групп с преимущественно средним и
 138 низким уровнем физической работоспособности, характеризовался низкой
 139 активностью фагоцитоза, количества НК, ТНК и дубль негативных клеток в
 140 сочетании с высоким процентным содержанием Т-цитотоксических Лф.
 141 Третий кластер, включающий преимущественно спортсменов с высоким и
 142 средним уровнем двигательной выносливости, отражал высокий потенциал
 143 резервных возможностей кислородзависимого метаболизма Нф при низком
 144 содержании цитотоксических Т-клеток. Четвертый кластер, охватывающий
 145 преимущественно испытуемых с низким и средним уровнем физической
 146 работоспособности, отличался высокой активностью механизмов
 147 врожденного иммунитета (фагоцитоз, спонтанный НСТ-тест и содержание
 148 НК-клеток), а также регуляторного Т-клеточного звена адаптивного
 149 иммунитета. Пятый кластер, включающий спортсменов с высоким уровнем
 150 физической работоспособности и лиц с ординарным и щадящим режимом

151 двигательной активности с низким уровнем аэробной производительности,
152 характеризовался высоким потенциалом механизмов врожденного
153 иммунитета на фоне низкого базального уровня кислородзависимого
154 метаболизма фагоцитов и содержания TNK и дубль негативных Лф.

155 **Выводы:** 1) соотношение юношей и девушек в составе выявленных
156 кластеров не имело значимых различий; 2) в составе 1-го и 4-го кластеров
157 отмечалась более высокая доля юношей с повышенным индексом массы тела
158 и признаками ожирения по сравнению с таковой в других кластерах; 3) состав
159 каждого со 2-го по 5-й кластеров входили испытуемые всех обследованных
160 групп с разным соотношением среди них лиц с высоким, средним и низким
161 уровнем физической работоспособности в тесте PWC₁₇₀.

ТАБЛИЦЫ

Таблица 1. Состав кластеров в связи с уровнем индекса массы тела обследованных юношей и девушек.

Table 1. The composition of clusters in relation to the body mass index level of the surveyed boys and girls.

Пол Gender	Индекс массы тела Body mass index	№ кластера / Cluster number					В ряду Row
		1	2	3	4	5	
Юноши Young men	Дефицит / Deficit	0	0	0	0	1	1
	Нормальный / Normal	0	7	6	3	5	21
	Избыток / Excess	4	3	2	2	3	14
	Ожирение 1 степени Grade 1 obesity	0	0	1	2	0	3
	Ожирение 3 степени Grade 3 obesity	0	0	0	1	0	1
	Всего / Total	4	10	9	8	9	40
	%	5,00	12,50	11,25	10,00	11,25	50,00
Девушки Girls	Дефицит / Deficit	0	2	2	1	1	6
	Нормальный / Normal	1	9	5	8	6	29
	Избыток / Excess	1	0	1	0	3	5
	Всего / Total	2	11	8	9	10	40
	%	2,50	13,75	10,00	11,25	12,50	50,00
Общий процент / Total Percent		7,50	26,25	21,25	21,25	23,75	100

Таблица 2. значения показателей иммунограммы в составе кластеров (Me; Q₂₅-Q₇₅).
Table 2. Values of immunogram parameters in clusters (Me; Q₂₅-Q₇₅).

Показатели Indicators	Номер кластера / Cluster number				
	1 (n=6)	2 (n=21)	3 (n=17)	4 (n=17)	5 (n=19)
Фагоцитарное число, усл. ед. Phagocytic number, u.e.	3,5; 2,3-3,7	3,4; 2,8-4,9	3,7; 2,9-4,2	4,6; 3,4-5,2 ¹	8,3; 6,8-9,1 ^{1,2,3,4}
Спонтанный НСТ-тест, % Spontaneous NBT-test, %	22; 17-24	22; 14-29	11; 7-15 ^{1,2}	36; 29-44 ^{1,2,3}	29; 23-36 ^{2,3,4}
Индукцированный НСТ-тест, % Induced NBT-test, %	51; 42-64	69; 57-79	70; 67-79 ¹	68; 59-76 ¹	54; 41-63 ^{2,3,4}
CD ₃ ⁺ CD ₁₉ ⁻ CD ₄₅ ⁺ , % x10 ⁶ /l	80,1; 77,8-82,5 1621; 1491-1905	80,3; 77,5-82,6 1514; 1222- 1685	73,9; 69,6- 79,5 ^{1,2} 1335; 1151- 1765	75,5; 69,4-79,4 1819; 1598- 1928 ^{2,3}	75,6; 72,4- 79,4 ^{1,2} 1274; 1018- 1565 ^{1,4}
CD ₃ ⁺ CD ₄ ⁺ CD ₈ ⁻ CD ₄₅ ⁺ , % x10 ⁶ /l	38,0; 36,3-42,4 839; 673-844	46,1; 41,6-52,6 ¹ 841; 704-1043	41,4; 38,8-45,8 786; 616-991	43,2; 38,6-46,5 1028; 841- 1144 ^{2,3}	45,0; 39,4-50,2 ¹ 702; 619-912 ⁴
CD ₃ ⁺ CD ₄ ⁻ CD ₈ ⁺ CD ₄₅ ⁺ , % x10 ⁶ /l	27,9; 25,9-29,5 625; 502-654	29,6; 26,4-31,2 537; 462-636	23,2; 21,3- 24,7 ^{1,2} 380; 308-582 ¹	24,0; 22,3-27,6 ² 560; 477-644 ³	26,0; 24,3- 29,2 ^{2,3} 466; 338-548 ^{1,4}
CD ₃ ⁺ CD ₄ ⁻ CD ₈ ⁻ CD ₄₅ ⁺ , % x10 ⁶ /l	11,6; 8,6-19,2 282; 183-379	3,6; 2,3-5,2 ¹ 63; 46-80 ¹	7,8; 6,3-10,9 ² 157; 104-221 ²	6,6; 4,4-7,8 ^{1,2} 141; 119-210 ²	4,5; 1,2-6,4 ^{1,3,4} 75; 26-118 ^{1,3,4}
CD ₃ ⁺ CD ₄ ⁺ CD ₈ ⁺ CD ₄₅ ⁺ , % x10 ⁶ /l	0,2; 0,1-0,3 3,0; 2,1-6,0	0,3; 0,3-0,5 5,9; 4,2-10,9	0,5; 0,3-0,8 10,4; 5,6-17,2	0,4; 0,2-1,3 10,6; 5,4-29,2 ¹	0,4; 0,2-0,8 6,6; 4,1-12,5
CD ₃ ⁻ CD ₁₉ ⁺ CD ₄₅ ⁺ , % x10 ⁶ /l	11,5; 10,5-12,2 224; 209-249	10,0; 8,0-12,1 174; 153-204 ¹	10,8; 7,7-13,1 203; 170-273	9,8; 6,9-12,2 240; 172-274	8,3; 6,3-12,2 150; 131-183 ^{1,3,4}

CD ₃ ⁻ CD ₁₆ ⁺ CD ₅₆ ⁺ , % x10 ⁶ /l	7,0; 6,3-7,6 129; 117-168	8,7; 6,4-10,5 134; 102-202	11,7; 6,7-17,6 ² 195; 124-279	10,3; 6,2-15,0 238; 142-405 ^{1,2}	13,7; 10,3- 16,4 ^{1,2} 265; 165-308 ^{1,2}
CD ₃ ⁺ CD ₁₆ ⁺ CD ₅₆ ⁺ , % x10 ⁶ /l	10,4; 9,5-10,7 235,0;188,7- 278,5	1,2; 0,5-2,2 ¹ 22,7; 10,2-41,5 ¹	2,7; 0,9-3,1 ¹ 47,6; 24,1-74,9 ¹	3,3; 1,7-3,6 ^{1,2} 73,5; 40,3- 87,4 ^{1,2}	1,5; 0,9-2,6 ¹ , 27,7; 15,6- 61,8 ^{1,4}

Условные обозначения: ^{1,2,...} – по критерию Манна-Уитни значимые различия с показателями соответствующего кластера
Symbols: ^{1,2,...} – according to Mann-Whitney test there are significant differences with the indicators of the corresponding cluster

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ_МЕТАДААННЫЕ

Блок 1. Информация об авторе ответственном за переписку

Колупаев Виталий Анатольевич, д.б.н., доцент, заведующий кафедрой Физической культуры ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России;

адрес: 454092, г. Челябинск, ул. Воровского, д.64;

телефоны: (351) 261-25-96 / 8(906)860-23-85;

e-mail: chel.med.fizkult@mail.ru

Kolupaev Vitaly Anatolyvich, Dr.Biol. Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Physical Culture South Ural State Medical University;

address: 454092, Chelyabinsk, st. Vorovsky, 64;

telephones: (351) 261-25-96 / 8(906)860-23-85;

e-mail: chel.med.fizkult@mail.ru

Блок 2. Информация об авторах

Сашенков Сергей Львович, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой Нормальной физиологии ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России;

Sashenkov Sergey Lvovich, Dr.Med., Professor, Head of the Department of Normal Physiology South Ural State Medical University;

Котова Надежда Викторовна, старший преподаватель кафедры Физической культуры ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России;

Kotova Nadezhda Viktorovna, Senior Lecturer, Department of Physical Culture South Ural State Medical University.

Блок 3. Метаданные статьи

КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ИММУНОГРАММЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ С
РАЗНЫМ УРОВНЕМ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ
CLUSTER ANALYSIS OF IMMUNOGRAMS OF TRAINEES WITH
DIFFERENT LEVELS OF MOTOR ACTIVITY

Сокращенное название статьи для верхнего колонтитула:

КЛАСТЕРЫ ИММУНОГРАММ СПОРТСМЕНОВ
ATHLETE IMMUNOGRAM CLUSTERS

Ключевые слова: фагоцитоз и НСТ-активность нейтрофилов, физическая нагрузка, CD-лимфоциты.

Keywords: neutrophil phagocytic and NBT-activity, physical loads, CD-lymphocytes.

Иммунологические чтения в Челябинске 2025.

Количество страниц текста – 6,

Количество таблиц – 2,

Количество рисунков – 0.

29.03.2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

№ ссылки	Авторы, название публикации и выходные данные	Авторы, название и выходные данные на английском языке	Интернет-адрес (URL) публикации
1	Борисов А.Г. Кластерный анализ типов иммунных нарушений при инфекционно-воспалительных заболеваниях // Российский иммунологический журнал. – 2014. – Т. 8 (17), № 4. – С. 1002-1011.	Borisov A.G. Cluster analysis of types of immune disorders in infectious-inflammatory diseases // Russian Immunological Journal, 2014, T. 8 (17), No. 4, pp. 1002-1011.	https://elibrary.ru/item.asp?id=22801166
2	Зурочка А.В., Хайдуков С.В., Кудрявцев И.В., Черешнев В.А. Проточная цитометрия в биомедицинских исследованиях. – Екатеринбург: УрО РАН, 2018. – 720 с.	Zurochka A.V., Haidukov S.V., Kudryavtsev I.V., Chereshev V.A. Flow cytometry in biomedical research. Yekaterinburg: UrO RAS, 2018, 720 p.	https://elibrary.ru/item.asp?id=35273108
3	Касюк С.Т. Анализ данных на компьютере в пакете Statistica. – Челябинск: Челябинский филиал РАНХиГС, 2018. – С. 36-59.	Kasyuk S.T. Analysis of data on a computer in the Statistica package. – Chelyabinsk: Chelyabinsk branch of RANEPА, 2018, pp. 36-59.	https://elibrary.ru/item.asp?id=26448663
4	Котова Н.В., Зурочка В.А., Сашенков С.Л., Колупаев В.А., Клочкова С.В. Физическая работоспособность и состояние иммунограммы обучающихся,	Kotova N., Zurochka V., Sashenkov S., Kolupaev V., Klochkova S. Physical Performance and Immunogram Status of Students who Have Had COVID-19.	https://hsm.susu.ru/hsm/article/view/2401/864

	перенесших COVID-19 // Человек. Спорт. Медицина. – 2024. – Т. 24, № S1. – С. 20-28.	Human. Sport. Medicine, 2024, vol. 24, no. S1. pp. 20-28. (in Russ.)	
5	Zurochka A., Dobrinina M., Zurochka V. et. al. Seroprevalence of SARS-CoV-2 Antibodies in Symptomatic Individuals Is Higher than in Persons Who Are at Increased Risk Exposure: The Results of the Single-Center, Prospective, Cross-Sectional Study // <i>Vaccines</i> . 2021. V. 9. p. 627.	Zurochka A., Dobrinina M., Zurochka V. et. al. Seroprevalence of SARS-CoV-2 Antibodies in Symptomatic Individuals Is Higher than in Persons Who Are at Increased Risk Exposure: The Results of the Single-Center, Prospective, Cross-Sectional Study. <i>Vaccines</i> , 2021. vol. 9. p. 627.	https://doi.org/10.3390/vaccines9060627