

УДК 612.13-053.5(571.1)

DOI 10.34014/2227-1848-2026-3-141-150

ФАКТОРНАЯ СТРУКТУРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ ШКОЛЬНИКОВ ЮГРЫ В ВОЗРАСТЕ 8–17 ЛЕТ

К.С. Конькова ¹, А.А. Говорухина ²

¹ БУ ВО ХМАО – Югры «Сургутский государственный педагогический университет»,
г. Сургут, Россия;

² БУ ВО ХМАО – Югры «Сургутский государственный университет»,
г. Сургут, Россия

Территориальное и этническое разнообразие России обуславливает необходимость оптимизации регионального подхода к мониторингу морфофункционального состояния детей. Для изучения особенностей развития школьников разных этносов Югры нужны исследования с применением современных методов математического анализа.

Цель. Определить факторную структуру показателей кардиореспираторной системы школьников 8–17 лет разной этнической принадлежности, проживающих в ХМАО – Югре.

Материалы и методы. Обследованы 479 детей в возрасте 8–17 лет, проживающих на территории ХМАО – Югры. Выделены следующие группы: представители коренных малочисленных народов Севера – ханты, которые приезжают на учебный период в школы-интернаты (128 девочек и 112 мальчиков); потомки пришлого населения 1-го и 2-го поколений (126 девочек и 113 мальчиков). Изучены показатели кардиореспираторной системы и ее регуляции. Для выявления скрытых взаимосвязей между переменными был применен факторный анализ и выделены факторы, определяющие структуру функционального состояния кардиореспираторной системы школьников Югры.

Результаты. Показано, что структура факторов, определяющих функциональное состояние кардиореспираторной системы, имела особенности в зависимости от пола и этнической принадлежности. Для представительниц ханты характерна стратегия, тесно связывающая развитие дыхательной и сердечно-сосудистой систем при более согласованной системе управления. У представительниц пришлого населения функциональное состояние кардиореспираторной системы в большей степени реализуется через оптимизацию резервов дыхательной системы. У представителей мужского пола независимо от этнической принадлежности в функциональном состоянии кардиореспираторной системы доминируют общие закономерности роста и развития, что делает их факторную структуру более однородной, но с разным вкладом влияния легочной функции и артериального давления.

Ключевые слова: факторный анализ, кардиореспираторная система, школьники, этническая принадлежность, ханты, потомки пришлого населения.

Введение. Одним из направлений Концепции демографической политики Российской Федерации является сохранение и укрепление здоровья, а также увеличение продолжительности активной жизни населения [1]. Особое внимание требуется уделить малочисленным народам, детям и обучающейся молодежи.

Актуальность развития регионального подхода к мониторингу показателей морфофункционального состояния детского населения Российской Федерации обусловлена существенным разнообразием этнических и территориальных групп населения страны, климатогеографиче-

ских условий проживания, условий обучения, питания и т.д. В рамках реализации этих целей необходимы медико-биологические исследования для выявления возрастно-половых морфофункциональных особенностей детского населения в различных регионах страны и разработки адекватных практических мер по сохранению здоровья населения.

Особенно значимыми с этой точки зрения представляются исследования, проводимые в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре, где на одной территории проживают представители коренных национальностей и

потомки пришлого населения 1–3-го поколений. Накопление базы параметров морфофункционального состояния школьников позволяет выявлять значимые факторы, влияющие на адаптивные изменения растущего организма на разных этапах онтогенеза [2–6]. В последнее десятилетие данный вопрос изучался рядом авторов [7–9]. В работах представлены результаты сравнения средних значений морфофункциональных показателей школьников-ханты и их сверстников – представителей некоренного населения. Анализ публикаций по теме свидетельствует о том, что сочетанное влияние факторов социально-экологического прессинга гипоксических территорий Севера может стать причиной возникновения нарушений развития и функционирования различных систем организма, в первую очередь – кардиореспираторной [10–17]. Ситуацию усугубляют неблагоприятные техногенные факторы, такие как загрязненность, загрязнение атмосферного воздуха продуктами нефте- и газодобычи, радиоактивными элементами, которые негативно сказываются на здоровье человека [18, 19].

Таким образом, для выявления особенностей и закономерностей возрастного развития школьников различной этнической принадлежности, проживающих в Югре, необходимы мониторинговые исследования с применением современных методов математического анализа.

Цель исследования. Определить факторную структуру показателей кардиореспираторной системы школьников 8–17 лет разной этнической принадлежности, проживающих в ХМАО – Югре.

Материалы и методы. Исследование кардиореспираторной системы детей проводилось в зимний период года (декабрь-февраль) на базах медицинских кабинетов образовательных учреждений Сургутского района. Обследовано 479 детей в возрасте 8–17 лет, проживающих в сельской местности ХМАО – Югры. Выделены следующие группы: представители коренных малочисленных народов севера – ханты, которые приезжают на учебный период в школы-интернаты (128 девочек и 112 мальчиков); потомки пришлого населения (ППН) 1-го и 2-го поколений (126 девочек

и 113 мальчиков). Обязательным условием включения в исследование явилось добровольное письменное информированное согласие родителей или законных представителей ребенка. Исключались школьники, которые в день обследования имели жалобы, освобождения от учебы, перенесли какие-либо острые заболевания в течение 3 мес. до проведения исследования. Обследование детей проводили в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации с соблюдением всех этических принципов проведения медицинских исследований с участием человека в качестве субъекта. Все измерения проводились в первой половине дня в условиях температурного комфорта и с учетом биоритмологических рекомендаций.

Изучали такие показатели, как жизненная емкость легких (ЖЕЛ), резервные объемы вдоха (РОВд) и выдоха (РОВв), дыхательный объем (ДО), максимальная вентиляция легких (МВЛ), частота сердечных сокращений (ЧСС), систолическое (САД), диастолическое (ДАД) и пульсовое (ПД) давление, вегетативный показатель ритма сердца (ВР), индекс вегетативного равновесия (ИВР), вариационный размах (ВР), индекс напряжения (ИН), общая спектральная мощность (ТР), спектральная мощность высокочастотных (HF), низкочастотных (LF) и очень низкочастотных (VLF) колебаний, индекс вагосимпатического взаимодействия (LF/HF), активность центрального контура регуляции (ИЦ).

Статистический анализ проводился при помощи программного продукта Statistica 10.0. Для обработки и упрощения больших объемов данных и выявления скрытых взаимосвязей между переменными был применен факторный анализ. Определение количества факторов в модели осуществлялось при помощи критериев Кайзера и «каменной осыпи». Вращение осуществляли методом Varimax normalized.

Результаты. На основании анализа было установлено, что структура факторов, определяющих функциональное состояние кардиореспираторной системы школьников 8–17 лет, проживающих в сельской местности ХМАО – Югры, имела особенности в зависимости от пола и этнической принадлежности (табл. 1).

Таблица 1
Table 1

**Структура показателей кардиореспираторной системы школьников 8–17 лет
разной этнической принадлежности, проживающих в сельской местности ХМАО – Югры**
**Structure of cardiorespiratory system indicators in schoolchildren aged 8-17 of different ethnic
backgrounds residing in rural areas of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra**

Девочки-ханты Khanty girls	Девочки-ППН Girls of non-indigenous descent	Мальчики-ханты Khanty boys	Мальчики-ППН Boys of non-indigenous descent
Фактор 1 (% общей дисперсии) Factor 1 (% of total variance)			
21,68	21,84	21,60	28,07
Возраст / Age ЖЕЛ / VC Ровд / IRV МВЛ / MVV САД / SBP	Возраст / Age Ровыд / ERV Ровыд/ЖЕЛ / ERV/VC	Возраст / Age ЖЕЛ / VC Ровд / IRV Ровыд / ERV МВЛ / MVV САД / SBP	Возраст / Age ЖЕЛ / VC Ровд / IRV Ровыд / ERV МВЛ / MVV САД / SBP ПД / PP
Фактор 2 (% общей дисперсии) Factor 2 (% of total variance)			
19,41	18,85	19,72	18,00
ВПП / VRI ИН / SI ИВР / VBI ВР / VR ЧСС / HR	ВПП / VRI ИН / SI ИВР / VBI ВР / VR	ВПП / VRI ИН / SI ИВР / VBI ВР / VR	ВПП / VRI ИН / SI ИВР / IVE ВР / VR ТР / TP
Фактор 3 (% общей дисперсии) Factor 3 (% of total variance)			
12,62	13,75	11,90	11,08
LF/HF / LF/HF HF / HF LF / LF ИЦ / CRLA	LF/HF / LF/HF HF / HF LF / LF ИЦ / CRLA	LF/HF / LF/HF HF / HF LF / LF ИЦ / CRLA	LF/HF / LF/HF HF / HF LF / LF ИЦ / CRLA
Фактор 4 (% общей дисперсии) Factor 4 (% of total variance)			
9,47	9,60	10,20	10,25
Ровыд / ERV Ровд/ЖЕЛ / IRV/VC Ровыд/ЖЕЛ / ERV/VC	Ровд/ЖЕЛ / IRV/VC ДО/ЖЕЛ / TV/ VC ДО / TV	Ровд/ЖЕЛ / IRV/VC Ровыд/ЖЕЛ / ERV/VC	Ровд/ЖЕЛ / IRV/VC Ровыд/ЖЕЛ / ERV/VC
Фактор 5 (% общей дисперсии) Factor 5 (% of total variance)			
	7,72	6,75	7,43
-	ЖЕЛ / VC	ДО/ЖЕЛ / TV/VC ДО / TV	ДО/ЖЕЛ / TV/VC

Примечание. ЖЕЛ – жизненная емкость легких, Ровд – резервный объем вдоха, Ровыд – резервный объем выдоха, МВЛ – максимальная вентиляция легких, САД – систолическое артериальное давление, ПД – пульсовое артериальное давление, ВПП – вегетативный показатель ритма сердца, ИН – индекс напряжения, ИВР – индекс вегетативного равновесия, ВР – вариационный размах, ЧСС – частота сердечных сокращений, ТР – общая спектральная мощность, LF – спектральная мощность низкочастотных колебаний, HF – спектральная мощность высокочастотных колебаний, LF/HF – индекс вагосимпатического взаимодействия, ДО – дыхательный объем, ИЦ – активность центрального контура регуляции.

Note. VC – vital capacity, IRV – inspiratory reserve volume, ERV – expiratory reserve volume, MVV – maximal voluntary ventilation, SBP – systolic blood pressure, PP – pulse pressure, VRI – vegetative rhythm indicator, SI – stress index, VBI – vegetative balance index, VR – variation range, HR – heart rate, TP – total power, LF – low frequency, HF – high frequency, LF/HF – vagosympathetic interaction index, TV – tidal volume, CRLA – central regulatory loop activity.

При анализе выборки девочек-ханты выделены 4 фактора, суммарный вклад которых в дисперсию переменных составил 63,42 %, при этом первые два фактора вносили максимальный вклад – 41,09 %.

Первый фактор включил в себя 5 положительно коррелирующих показателей с общей суммой дисперсии 21,68 %. Наибольшая нагрузка с очень высокой силой корреляционной связи приходилась на показатели, отражающие резервные возможности дыхательной системы на вдохе (0,909) и общую функциональную способность легких (0,906). Высокую силу положительной связи демонстрировали показатели, отражающие давление в артериях (0,764), максимальные функциональные возможности аппарата внешнего дыхания (0,711) и возраст (0,810). Данный фактор был интерпретирован как общая функциональная способность дыхательной системы.

Второй фактор объединил в себе 19,41 % компонентов общей дисперсии и обнаруживал корреляционные связи очень высокой силы с ВПР (0,955), ИВР (0,919) и ИН (0,928). Высокая сила взаимосвязей с фактором 2 установлена с ЧСС (0,710) и ВР (-0,777). Поскольку в данный фактор входили не только временные показатели variability ритма, но и параметр, отражающий ритм сердца, его можно интерпретировать как сердечно-вегетативную активность.

В состав третьего фактора вошли показатели спектральной мощности высокочастотных и низкочастотных колебаний, отражающие влияние вегетативной нервной системы на ритм сердца, и активности центрального контура регуляции. Прямую корреляционную связь очень высокой силы с третьим фактором демонстрировал индекс вагосимпатического взаимодействия (0,946). Остальные показатели обнаруживали связи высокой силы (LF 0,846; ИЦ 0,894; HF -0,884). Указанные взаимосвязи характеризуют соотношение автономности и централизации управления сердечным ритмом.

Четвертый фактор, обозначенный как резервная функция легких, объединил в себе показатели, отражающие резервные возможности дыхательной системы на выдохе и доли

резервных объемов. Выявлены сильные прямые связи с РОвыд (0,727), РОвыд/ЖЕЛ (0,816) и отрицательные с РОвд/ЖЕЛ (-0,789).

При проведении факторного анализа у лиц женского пола – потомков пришлого населения выделены 5 факторов, суммарный вклад которых в дисперсию переменных составил 71,76 %, причем максимальный вклад вносили первые два фактора – 40,69 %.

При определении показателей, входящих в состав каждого фактора, выявлено, что наибольшие нагрузки в составе первого фактора у представителей женского пола – потомков пришлого населения приходились на РОвыд (0,890), РОвыд/ЖЕЛ (0,751) и возраст (0,839). Данный фактор был интерпретирован как резервная функция выдоха.

Второй фактор объединил в себе показатели с очень высокой и высокой силой связи, отражающие вегетативный баланс (ИВР 0,913; ВПР 0,947), variability сердечного ритма (-0,832) и степень централизации управления сердечным ритмом (0,919). Данный фактор был интерпретирован как вегетативный баланс организма.

В состав третьего фактора вошли показатели спектральной мощности, отражающие влияние вегетативной нервной системы на ритм сердца, и активности центрального контура регуляции. Прямую корреляционную связь очень высокой силы с 3 фактором имел индекс вагосимпатического взаимодействия (0,966). Положительную связь высокой силы имели ИЦ (0,881) и LF (0,845), а отрицательную – HF (-0,810). Взаимосвязь данных показателей характеризует соотношение автономности и централизации управления сердечным ритмом.

Четвертый фактор объединил показатели функционального состояния дыхательной системы, которые составили 9,60 % общей совокупности дисперсии. Ведущими параметрами с высокой корреляционной связью оказались РОвд/ЖЕЛ (-0,775), ДО (0,901), ДО/ЖЕЛ (0,909). В данный фактор вошли показатели, характеризующие емкость легких. В связи с этим он был интерпретирован как функциональная способность дыхательной системы в покое.

Пятый фактор, который включил в себя показатель соответствия ЖЕЛ должным значениям и имел прямую взаимосвязь высокой силы (0,843), характеризовал степень растяжения легких и косвенно указывал на их функциональную способность.

У мальчиков-ханты первый фактор включил 6 прямо коррелирующих параметров с общей суммой дисперсии 21,60 %. Наибольшая нагрузка приходилась на абсолютные значения ЖЕЛ. Данный параметр демонстрировал очень сильную прямую взаимосвязь (0,942). Сильные корреляционные взаимосвязи были обнаружены с возрастом (0,875), а также с МВЛ (0,830), САД (0,783), РОвд (0,756) и РОвыд (0,751). Взаимосвязь этих показателей отражала общие функциональные способности дыхательной системы.

Второй фактор объединил в себе отрицательно коррелирующие показатели с очень высокой и высокой силой связи, отражающие вегетативный баланс (ИВР -0,787; ВПР -0,926), вариабельность сердечного ритма (0,806) и степень централизации управления сердечным ритмом (-0,881). Данный фактор был интерпретирован как вегетативный баланс организма.

Третий фактор имел очень сильные корреляционные связи с LF/HF (0,926) и HF (-0,919), положительную связь высокой силы с ИЦ (0,889) и LF (0,737). Данный фактор был интерпретирован как фактор вегетативной регуляции сердечного ритма. Взаимосвязь указанных показателей характеризует соотношение автономности и централизации управления сердечным ритмом.

Четвертый фактор, включивший показатели резервных возможностей дыхательной системы на выдохе (0,915) и вдохе (-0,853), объединил в себе 10,2 % компонентов общей дисперсии и был интерпретирован как резервная функция легких.

В состав пятого фактора, вклад которого составил менее 6,75 % общей совокупности дисперсии, вошли показатели, отражающие глубину дыхания (ДО, 0,753; ДО/ЖЕЛ, 0,850). Данный фактор интерпретирован как объем спокойного дыхания.

У лиц мужского пола – потомков прошлого населения выделены 5 факторов, суммарный вклад которых в дисперсию переменных составляет 74,84 %.

При этом первый фактор, объединяющий в себе 7 положительно коррелирующих показателей, составил 28,07 % общей дисперсии. Наибольшие нагрузки приходились на показатели, отражающие общую функциональную способность легких (ЖЕЛ 0,951), максимальные функциональные возможности аппарата внешнего дыхания (МВЛ 0,950), давление в артериях (САД 0,867; ПД 0,728), резервные возможности дыхательной системы на вдохе (0,784) и выдохе (0,820) и возраст (0,876). Данный фактор был интерпретирован как фактор легочной функции и артериального давления.

Второй фактор объединил в себе показатели с очень высокой и высокой силой связи, отражающие вегетативный баланс (ИВР 0,899, ВПР 0,951), вариабельность сердечного ритма (ВР -0,845), степень централизации управления сердечным ритмом (ИН 0,902) и суммарную активность вегетативного воздействия на сердечный ритм (ТР 0,912). Данный фактор был интерпретирован как фактор вегетативного тонуса.

В состав третьего фактора вошли показатели спектральной мощности высокочастотных и низкочастотных колебаний, отражающие влияние вегетативной нервной системы на ритм сердца (HF -0,894, LF 0,722, LF/HF 0,922), и активности центрального контура регуляции (ИЦ 0,856). Данный фактор был интерпретирован как фактор вегетативной регуляции сердечного ритма.

Четвертый фактор составил 10,25 % общей совокупности дисперсии. В его состав входили показатели, отражающие резервные возможности дыхательной системы (РОвд/ЖЕЛ -0,882, РОвыд/ЖЕЛ 0,843), в связи с чем он был интерпретирован как фактор резервной функции легких.

Пятый фактор, включающий в себя долю дыхательного объема (ДО/ЖЕЛ -0,736), был интерпретирован как объем спокойного дыхания.

Обсуждение. Проведенный анализ позволил установить особенности факторной струк-

туры у обследованных лиц. Доминирующее влияние на состояние кардиореспираторной системы у девочек-ханты оказывал фактор легочной функции и артериального давления, в то время как у девочек – потомков пришлового населения большее значение играл фактор резервной функции выдоха. Вторым по значимости в группе лиц женского пола – ханты был фактор сердечно-вегетативной активности, который, по сравнению с группой лиц женского пола – потомков пришлового населения, включал в себя не только временные показатели вариабельности сердечного ритма, но и ЧСС. Третий фактор в группах лиц женского пола разной этнической принадлежности был идентичным и отражал регуляцию сердечного ритма. Менее значимое влияние на состояние кардиореспираторной системы в группе лиц женского пола – ханты оказывали показатели, отражающие резервную функцию легких, а в группе лиц женского пола – потомков пришлового населения – жизненная емкость легких и общая функциональная способность легких.

У лиц мужского пола обеих этнических принадлежностей факторная структура показателей кардиореспираторной системы была идентична. Доминирующим фактором в обеих группах была легочная функция и артериальное давление. Однако у потомков пришлового населения данный фактор вносил более существенный вклад в общее состояние кардиореспираторной системы. Остальные факторы, отражающие вегетативный тонус и его регуляцию, резервную функцию легких и объем спокойного дыхания, были менее значимыми в обеих этнических группах лиц мужского пола.

Поскольку возраст прямо пропорционально коррелирует с процессами роста и развития, его высокая факторная значимость в отношении показателей ЖЕЛ, МВЛ и САД в обследованных группах школьников, за исключением представительниц потомков пришлового населения, объясняется физиологическими закономерностями. В период школьного возраста от 8 до 17 лет происходит активное увеличение объема грудной клетки и развитие дыхательной мускулатуры, что напрямую влияет на ЖЕЛ и резервные объемы. Па-

раллельно с ростом тела и увеличением ударного объема сердца закономерно повышается систолическое артериальное давление. Таким образом, данный фактор отражает физическое и кардиореспираторное созревание организма.

Объединение легочных показателей и артериального давления в одном факторе может указывать на тесную функциональную связь дыхательной и сердечно-сосудистой систем, обеспечивающую адекватное снабжение тканей кислородом. Увеличение дыхательных объемов требует адекватного сердечного выброса и наоборот. Однако у представительниц потомков пришлового населения данной взаимосвязи выявлено не было. Их функциональное состояние в большей степени зависит от резервных возможностей дыхательной системы, что может говорить об изменении стратегии их физиологического развития. Еще одной причиной данного явления может быть большая вариабельность темпов созревания в данной группе по сравнению с представителями коренной национальности, что могло повлиять на общие результаты факторного анализа.

Взаимосвязь ЧСС с показателями вариабельности сердечного ритма, которая отражена во втором факторе у представительниц коренной национальности ханты может говорить о более согласованной системе управления, по сравнению с представительницами потомков пришлового населения.

Высокие нагрузки на LF/HF и ИЦ у всех групп свидетельствуют о значительном влиянии симпатического тонуса и центральных механизмов регуляции, что может быть приспособительной реакцией к проживанию в гипокомфортных условиях севера.

Сходство факторной структуры у представителей мужского пола обеих этнических групп позволяет предположить, что вклад пола в формирование функционального состояния кардиореспираторной системы превышает вклад этнической принадлежности в мужской выборке.

Заключение. Таким образом, исследование показало, что факторная структура кардиореспираторной системы школьников 8–17 лет разной этнической принадлежности, прожива-

ющих в сельской местности, имеет как общие черты, так и этнически обусловленные различия. Выявленные факторные структуры отражают различные стратегии адаптации растущего организма к условиям ХМАО – Югры. Для девочек-ханты характерна стратегия, тесно связывающая развитие дыхательной и сердечно-сосудистой систем при более согласованной системе управления. Функциональное состояние представительниц пришлого

населения в большей степени реализуется через оптимизацию резервов дыхательной системы. У представителей мужского пола независимо от этнической принадлежности в функциональном состоянии кардиореспираторной системы доминируют общие закономерности роста и развития, что делает их факторную структуру более однородной, но с разным вкладом влияния легочной функции и артериального давления.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов

Концепция и дизайн исследования: Конькова К.С., Говорухина А.А.

Литературный поиск, участие в исследовании, обработка материала: Конькова К.С.

Статистическая обработка данных: Конькова К.С.

Анализ и интерпретация данных: Конькова К.С.

Написание и редактирование текста: Конькова К.С., Говорухина А.А.

Литература

1. Указ Президента РФ от 9 октября 2007 г. № 1351 «Об утверждении Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/26299> (дата обращения: 21.09.2025).
2. Жданова О.А., Стахурлова Л.И., Гулович О.В. Сравнительная оценка физического развития школьников, проживающих в городских и сельских поселениях Воронежской области. Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. 2014; 57: 24–28.
3. Мукатаева Ж.М., Кабиева С.Ж. Мониторинг физического развития и здоровья учащихся Павлодарской области. Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. 2014; 1 (17): 51–73.
4. Якубовская И.А., Шибкова Д.З., Макунина О.А. Антропометрические показатели школьников в динамике десяти лет обучения (лонгитудинальное исследование). Новые исследования. 2017; 1 (50): 73–77.
5. Кочкорова Ф.А., Касымов О.Т. Физическое развитие учащихся общеобразовательных школ северных регионов Кыргызской Республики. Современные проблемы науки и образования. 2020; 3: 91.
6. Мельник В.А., Козакевич Н.В. Особенности пубертатного спурта антропометрических показателей городских школьников, проживающих на территориях с разным уровнем урбанизации. Вестник образования и развития науки Российской академии естественных наук. 2022; 2: 114–119.
7. Корзан Е.С. Эколого-физиологическая характеристика школьников коренного населения – русских и ханты 13–18 лет, проживающих в бассейне р. Конды: автореф. дис. канд. ... биол. наук. Челябинск; 2014. 22.
8. Нифонтова О.Л. Системный анализ параметров сердечно-сосудистой системы учащихся Югры: автореф. дис. д-ра ... биол. наук. Сургут; 2009. 38.
9. Байтрак О.А., Мецержков В.В., Сомова Т.М. Сравнительная оценка показателей здоровья детей этнических хантов при использовании общепринятых и разработанных на этой когорте нормативов. Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2021; 66 (4): 170.
10. Башкатова Ю.В., Карпин В.А. Общая характеристика функциональных систем организма человека в условиях Ханты-Мансийского округа – Югры. Экология человека. 2014; 5: 9–16.
11. Daanen H.A.M., Lichtenbelt W.D.V.M. Human whole body cold adaptation. Temperature. 2016; 3 (1): 104–118.
12. Rytö N.R.I., Guo Y., Jaakkola J.J.K. Global associations of cold spells and adverse health effects: a systematic review and meta-analysis. Environ. Health Perspect. 2016; 124 (1): 12–22.

13. Moghadamnia M.T., Ardalan A., Mesdaghinia A., Keshtkar A., Naddafi K., Yekaninejad M.S. Ambient Temperature and Cardiovascular Mortality: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PeerJ*. 2017; 5: e3574. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28791197> (дата обращения: 18.10.2025). DOI: 10.7717/peerj.3574.
14. Гостева С.Р., Провадкин Г.Г. Экологические факторы здоровья населения России. *Берегиня*. 2018; 1 (36): 121–139.
15. Стрельникова Т.Д. Влияние изменения климата на здоровье населения. Россия: тенденции и перспективы развития. 2020; 15 (2): 708–711.
16. Литовченко О.Г., Гаджибекова Н.Г. Функциональные особенности кардиореспираторной системы пришлого населения, проживающего в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях (обзор литературы). *Российские биомедицинские исследования*. 2023; 8 (3): 36–49.
17. Fan J.-F., Xiao Y.C., Fend Y.-F., Niu L.-Y., Tan X., Sun J.-C., Leng Y.-Q., Li W.-Y., Wang W.-Z., Yang Y.-K. A Systematic Review and Meta-Analysis of Cold Exposure and Cardiovascular Outcomes. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. 2023; 10: 1084611. DOI: 10.3389/fcvm.2023.1084611.
18. O'Donovan G., Cadena-Gaitán C. Air pollution and diabetes: it's time to get active. *Lancet Planet Health*. 2018; 2 (7): 287–288.
19. Yadav R., Deora S., Yadav G. Air pollution and its impact on cardiovascular health - It's time to act fast! *Indian Heart J*. 2021; 73 (1): 1–6.

Поступила в редакцию 17.12.2025; принята 20.04.2026.

Авторский коллектив

Конькова Кристина Сергеевна – старший преподаватель кафедры медико-биологических дисциплин и безопасности жизнедеятельности, БУ ВО ХМАО – Югры «Сургутский государственный педагогический университет». 628417, Россия, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, г. Сургут, ул. 50 лет ВЛКСМ, 10/2; e-mail: Kris92.008@yandex.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7131-7780>.

Говорухина Алёна Анатольевна – доктор биологических наук, профессор кафедры морфологии и физиологии, БУ ВО ХМАО – Югры «Сургутский государственный университет». 628412, Россия, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, г. Сургут, пр-т Ленина, 1; e-mail: govalena@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7466-2918>.

Образец цитирования

Конькова К.С., Говорухина А.А. Факторная структура показателей кардиореспираторной системы школьников Югры в возрасте 8–17 лет. *Ульяновский медико-биологический журнал*. 2026; 3: 141–150. DOI: 10.34014/2227-1848-2026-3-141-150.

FACTOR STRUCTURE OF CARDIORESPIRATORY PARAMETERS IN SCHOOLCHILDREN AGED 8-17 IN THE YUGRA REGION

K.S. Kon'kova ¹, A.A. Govorukhina ²

¹Surgut State Pedagogical University, Surgut, Russia;

²Surgut State University, Surgut, Russia

The territorial and ethnic diversity of Russia highlights the need to optimize regional approaches for monitoring the morphofunctional status of children. Evaluating the developmental characteristics of schoolchildren from various ethnic groups in Yugra requires studies employing advanced methods of mathematical analysis.

Objective. The aim of the study to determine the factor structure of cardiorespiratory parameters in schoolchildren aged 8–17 years of various ethnic backgrounds residing in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra.

Materials and Methods. We evaluated 479 children aged 8–17 years residing in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra. The study population was divided into the following groups: indigenous Khanty children of the North who commute to boarding schools for the academic period (128 girls and 112 boys); and first- and second-generation descendants of the non-indigenous population (126 girls and 113 boys). Parameters of the cardiorespiratory system and its regulation were analyzed. To identify underlying relationships between the variables, factor analysis was applied to extract the key factors determining the structure of the cardiorespiratory functional status in Yugra schoolchildren.

Results. The factor structure determining cardiorespiratory functional status exhibited distinct patterns depending on sex and ethnicity. Khanty girls demonstrated a strategy closely linking the development of the respiratory and cardiovascular systems under a more coordinated regulatory system. In contrast, the cardiorespiratory status of non-indigenous girls relied more heavily on the optimization of respiratory system reserves. Among male individuals, regardless of ethnicity, cardiorespiratory functional status was dominated by general growth and development patterns; this resulted in a more homogeneous factor structure, albeit with varying contributions from lung function and blood pressure.

Key words: factor analysis, cardiorespiratory system, schoolchildren, ethnicity, Khanty, non-indigenous descendants.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Author contributions

Research concept and design: Kon'kova K.S., Govorukhina A.A.

Literature search, participation in the study, data processing: Kon'kova K.S.

Statistical data analysis: Kon'kova K.S.

Data analysis and interpretation: Kon'kova K.S.

Manuscript drafting and editing: Kon'kova K.S., Govorukhina A.A.

References

1. Ukaz Prezidenta RF ot 9 oktyabrya 2007 g. № 1351 «Ob utverzhdenii Kontseptsii demograficheskoy politiki Rossiyskoy Federatsii na period do 2025 goda» [Decree of the President of the Russian Federation No. 1351, October 9, 2007, “On Approval of the Concept of Demographic Policy of the Russian Federation for the Period up to 2025.”]. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/26299> (accessed: September 21, 2025) (in Russian).
2. Zhdanova O.A., Stakhurlova L.I., Gulovich O.V. Sravnitel'naya otsenka fizicheskogo razvitiya shkol'nikov, prozhivayushchikh v gorodskikh i sel'skikh poseleniyakh Voronezhskoy oblasti [Comparative evaluation of physical development of rural and urban schoolchildren in Voronezh region]. *Nauchno-meditssinskiy vestnik Tsentral'nogo Chernozem'ya*. 2014; 57: 24–28 (in Russian).
3. Mukataeva Zh.M., Kabieva S.Zh. Monitoring fizicheskogo razvitiya i zdorov'ya uchashchikhsya Pavlodarskoy oblasti [Monitoring of physical development and health of pupils of the Pavlodar region]. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*. 2014; 1 (17): 51–73 (in Russian).
4. Yakubovskaya I.A., Shibkova D.Z., Makunina O.A. Antropometricheskie pokazateli shkol'nikov v dinamike desyati let obucheniya (longitudinal'noe issledovanie) [Changes in anthropometric parameters of schoolchildren: A 10-year longitudinal study]. *Novye issledovaniya*. 2017; 1 (50): 73–77 (in Russian).
5. Kochkorova F.A., Kasymov O.T. Fizicheskoe razvitiye uchashchikhsya obshcheobrazovatel'nykh shkol severnykh regionov Kyrgyzskoy Respubliki [Physical development of general education school students in the northern regions of the Kyrgyz Republic]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2020; 3: 91 (in Russian).
6. Mel'nik V.A., Kozakevich N.V. Osobennosti pubertatnogo spurta antropometricheskikh pokazateley gorodskikh shkol'nikov, prozhivayushchikh na territoriyakh s raznym urovnem urbanizatsii [Features of pubertal spurt of anthropometric indicators in urban schoolchildren living in territories with various urbanization levels]. *Vestnik obrazovaniya i razvitiya nauki Rossiyskoy akademii estestvennykh nauk*. 2022; 2: 114–119 (in Russian).
7. Korzan E.S. *Ekologo-fiziologicheskaya kharakteristika shkol'nikov korennoy naseleniya – russkikh i khanty 13–18 let, prozhivayushchikh v bassejne r. Kondy* [Ecological and physiological characteristics of indigenous schoolchildren – Russians and Khanty aged 13–18 living in the Konda River basin]: avtoref. dis. kand. ... biol. nauk. Chelyabinsk; 2014. 22 (in Russian).

8. Nifontova O.L. *Sistemnyy analiz parametrov serdechno-sosudistoy sistemy uchaschchikhsya Yugry* [System analysis of cardiovascular parameters in Yugra students]: avtoref. dis. d-ra ... biol. nauk. Surgut; 2009. 38 (in Russian).
9. Baytrak O.A., Meshcheryakov V.V., Somova T.M. Sravnitel'naya otsenka pokazateley zdorov'ya detey etnicheskikh khantov pri ispol'zovanii obshcheprinyatykh i razrabotannykh na etoy kogorte normativov [Comparative assessment of health indicators in ethnic Khanty children using generally accepted standards and those developed based on this cohort]. *Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii*. 2021; 66 (4): 170 (in Russian).
10. Bashkatova Yu.V., Karpin V.A. Obshchaya kharakteristika funktsional'nykh sistem organizma cheloveka v usloviyakh Khanty-Mansiyskogo okruga – Yugry [General characteristics of human body functional systems in conditions of Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra]. *Ekologiya cheloveka*. 2014; 5: 9–16 (in Russian).
11. Daanen H.A.M., Lichtenbelt W.D.V.M. Human whole body cold adaptation. *Temperature*. 2016; 3 (1): 104–118.
12. Ryti N.R.I., Guo Y., Jaakkola J.J.K. Global associations of cold spells and adverse health effects: a systematic review and meta-analysis. *Environ. Health Perspect.* 2016; 124 (1): 12–22.
13. Moghadamnia M.T., Ardalan A., Mesdaghinia A., Keshtkar A., Naddafi K., Yekaninejad M.S. Ambient Temperature and Cardiovascular Mortality: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PeerJ*. 2017; 5: e3574. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28791197/> (accessed: October 18, 2025). DOI: 10.7717/peerj.3574.
14. Gosteva S.R., Provadkin G.G. Ekologicheskie faktory zdorov'ya naseleniya Rossii [Environmental factors of health of the population of Russian]. *Bereginya. 777.Sova*. 2018; 1 (36): 121–139 (in Russian).
15. Strel'nikova T.D. Vliyanie izmeneniya klimata na zdorov'e naseleniya [Impact of climate change on public health]. *Rossiya: tendentsii i perspektivy razvitiya*. 2020; 15 (2): 708–711 (in Russian).
16. Litovchenko O.G., Gadzhibekova N.G. Funktsional'nye osobennosti kardiorespiratornoy sistemy prishlogo naseleniya, prozhivayushchego v rayonakh Krainego Severa i priravnennykh k nim mestnostyakh (obzor literatury) [Functional features of the cardiorespiratory system of the alien population living in the regions of the Far North and areas equated to them (literature review)]. *Rossiyskie biomeditsinskie issledovaniya*. 2023; 8 (3): 36–49 (in Russian).
17. Fan J.-F., Xiao Y.C., Fend Y.-F., Niu L.-Y., Tan X., Sun J.-C., Leng Y.-Q., Li W.-Y., Wang W.-Z., Yang Y.-K. A Systematic Review and Meta-Analysis of Cold Exposure and Cardiovascular Outcomes. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. 2023; 10: 1084611. DOI: 10.3389/fcvm.2023.1084611.
18. O'Donovan G., Cadena-Gaitán C. Air pollution and diabetes: it's time to get active. *Lancet Planet Health*. 2018; 2 (7): 287–288.
19. Yadav R., Deora S., Yadav G. Air pollution and its impact on cardiovascular health – It's time to act fast! *Indian Heart J*. 2021; 73 (1): 1–6.

Received December 17, 2025; accepted April 20, 2026.

Information about the authors

Kon'kova Kristina Sergeevna, Senior Lecturer, Chair of Biomedical Disciplines and Life Safety, Surgut State Pedagogical University (Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra). 628417, Russia, Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra, Surgut, 50 Let VLKSM St., 10/2; e-mail: Kris92.008@yandex.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7131-7780>.

Govorukhina Alena Anatol'evna, Doctor of Sciences (Biology), Professor, Chair of Morphology and Physiology, Surgut State University (Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra). 628412, Russia, Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra, Surgut, Lenin Ave., 1; e-mail: govalena@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7466-2918>.

For citation

Kon'kova K.S., Govorukhina A.A. Faktornaya struktura pokazateley kardiorespiratornoy sistemy shkol'nikov Yugry v vozraste 8–17 let [Factor structure of cardiorespiratory parameters in schoolchildren aged 8–17 in the Yugra Region]. *Ul'yanovskiy mediko-biologicheskii zhurnal*. 2026; 3: 141–150. DOI: 10.34014/2227-1848-2026-3-141-150 (in Russian).