

УДК [612.018+612.1]:612.014.43

DOI: 10.37482/2687-1491-Z111

ПОКАЗАТЕЛИ БЕЛОЙ КРОВИ, УРОВНИ ТИРЕОТРОПНОГО ГОРМОНА И КОРТИЗОЛА У ДЕТЕЙ 4–6 лет, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ЗАКАЛИВАНИЕМ¹

С.С. Бобрешова*/** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0579-081X>

С.В. Соловьёва* ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8481-7664>

Е.Н. Булашева*** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0761-1803>

О.Н. Лепунова*** ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5809-5805>

Т.А. Фишер**/**** ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9614-9907>

А.Д. Шалабодов*** ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5844-0859>

А.В. Елифанов*** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8728-7440>

*Тюменский государственный медицинский университет

(г. Тюмень)

**Федеральный исследовательский центр «Тюменский научный центр

Сибирского отделения Российской академии наук»

(г. Тюмень)

***Тюменский государственный университет

(г. Тюмень)

****Научно-образовательный центр «Регион здоровья»

(г. Тюмень)

Цель работы – проанализировать показатели белой крови и уровни некоторых гормонов у детей, занимающихся закаливанием в дошкольном учреждении. **Материалы и методы.** Группу закаливания составили дети 4–6 лет ($n = 12$), для них проводились закаливающие мероприятия 5 раз в неделю согласно определенной схеме контрастных температурных воздействий. Дети контрольной группы (4–6 лет; $n = 12$) соблюдали обычный режим детского сада. Определялось абсолютное и относительное содержание лейкоцитов в крови, методом иммуноферментного анализа исследовались уровни тиреотропного гормона и кортизола. **Результаты.** Уровни гормонов у всех обследованных детей находились в преде-

¹Работа выполнена при поддержке Тюменского областного научно-исследовательского проекта «Регион здоровья» по госзаданию Тюменского научного центра Сибирского отделения РАН № 1021061710153-4-1.5.1.

Ответственный за переписку: Бобрешова Светлана Сергеевна, адрес: 625026, г. Тюмень, ул. Малыгина, д. 86; e-mail: kolyvanova93@mail.ru

Для цитирования: Бобрешова С.С., Соловьёва С.В., Булашева Е.Н., Лепунова О.Н., Фишер Т.А., Шалабодов А.Д., Елифанов А.В. Показатели белой крови, уровни тиреотропного гормона и кортизола у детей 4–6 лет, занимающихся закаливанием // Журн. мед.-биол. исследований. 2022. Т. 10, № 3. С. 232–240. DOI: 10.37482/2687-1491-Z111

лах референтного интервала и статистически значимо не отличались между группами. Общее содержание лейкоцитов в крови детей группы закаливания ($7,81 \pm 0,67 \cdot 10^9/\text{л}$) было статистически значимо выше ($p < 0,05$), чем в контрольной группе ($6,06 \pm 0,50 \cdot 10^9/\text{л}$). Увеличение количества лейкоцитов в группе закаливания происходило за счет роста абсолютного ($p < 0,01$) и относительного ($p < 0,001$) содержания моноцитов. При этом относительное содержание базофилов в крови детей, занимающихся закаливанием, было ниже ($p < 0,01$), чем в контрольной группе. В группе закаливания зарегистрирована статистически значимая корреляционная связь между уровнем тиреотропного гормона и относительным содержанием лимфоцитов ($r = 0,73$; $p < 0,01$), уровнем тиреотропного гормона и относительным содержанием нейтрофилов ($r = -0,61$; $p < 0,05$), уровнем кортизола и абсолютным содержанием лимфоцитов ($r = 0,61$; $p < 0,05$) в периферической крови. Систематичность закаливающих мероприятий способствовала образованию определенной стереотипной реакции на раздражитель. Исследование показало, что применяемые комплексные контрастные закаливающие мероприятия подобраны с адекватной дозировкой температурных воздействий, приводят к укреплению иммунной системы, повышению устойчивости и развитию адаптационных возможностей детского организма.

Ключевые слова: закаливание, контрастные температурные воздействия, дети дошкольного возраста, клетки белой крови, тиреотропный гормон, кортизол.

В современном обществе спектр негативных факторов, влияющих на здоровье детей, чрезвычайно разнообразен: неблагоприятная экологическая обстановка, дискомфортные условия среды (перепады температур, атмосферного давления), низкая двигательная активность [1–3]. В связи с этим актуальны разработка и внедрение профилактических мероприятий для детей дошкольного возраста [4, 5].

Использование пониженных и повышенных температур относят к лечебно-профилактическим воздействиям на организм человека [6]. Закаливающие процедуры эффективны при тренировке терморегуляции, способствуют повышению неспецифической резистентности и адаптационных ресурсов организма [7–10]. Однако данное направление в образовательных учреждениях не получило широкого распространения [8].

В основе тренирующего действия закаливающих процедур лежит принцип стрессорного влияния на организм, запускающего рефлекторные, гуморальные и клеточные механизмы [6, 7, 10]. Учитывая неполную сформированность нейроэндокринной системы детского организма, необходимо подбирать адекватные режим и дозу закаливающих процедур, чтобы

они не привели к подавлению иммунного ответа и развитию истощения. В дошкольном возрасте закладываются основы гармоничного физического развития ребенка, происходят интенсивные ростовые процессы и становление функциональных систем, поэтому дети 4–6 лет характеризуются высокой заболеваемостью различной этиологии [3, 11].

Мобилизация адаптационных механизмов в ответ на стрессорное воздействие сопровождается изменением состояния регулирующих систем, что приводит к модификации клеточного состава крови, в особенности белой крови, и гормональным перестройкам за счет активации гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы. В связи с этим анализ показателей клеточного состава белой крови и гормонов является особо информативным при диагностике состояния организма [12, 13].

Цель исследования – изучить показатели белой крови и уровни тиреотропного гормона (ТТГ) и кортизола у детей 4–6 лет, занимающихся закаливанием в дошкольном учреждении.

Материалы и методы. Исследование проведено на базе Винзилинского детского сада «Малышок» (Тюменский муниципальный район, пос. Винзили). Обследовались дети 4–6 лет

($n = 24$), разделенные на контрольную группу ($n = 12$) и группу закаливания ($n = 12$). Критерии включения: письменное согласие родителей на проведение исследования и обработку персональных данных, предоставление справки (№ 026/y) о I или II группе здоровья, отсутствие в семейном анамнезе диагноза «синдром внезапной смерти». Критерии исключения: острые респираторные и вирусные заболевания в течение последних двух месяцев, патологии сердечно-сосудистой системы.

Дети контрольной группы соблюдали обычный режим детского сада. В группе закаливания проводились комплексные контрастные закаливающие мероприятия 5 раз в неделю утром до начала основного режима дня. Методика закаливания: 1) двигательная разминка в проветренном спортивном зале ($+21 \dots +23 \text{ }^\circ\text{C}$); 2) выход на улицу в купальниках для девочек и купальных плавках для мальчиков, удобной обуви с включением игровых элементов (температура воздуха не ниже $-25 \text{ }^\circ\text{C}$) в течение 30–40 с и растиранием снега в течение 5–10 с; 3) пребывание детей в сауне при температуре $+50 \dots +55 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение 5–7 мин с выполнением базовых упражнений по А.Н. Стрельниковой: «Ладошки», «Погончики» и «Насос»; 4) прием 50–100 мл кипяченой воды в комнате отдыха и возвращение детей в помещение детского сада через улицу в течение 5–10 с [5].

Клинико-лабораторные исследования проводились после трех месяцев закаливающих мероприятий. Забор крови осуществлялся в утренние часы натощак. Определялось абсолютное и относительное содержание лейкоцитов на гематологическом анализаторе UniCell D×H 800 (Beckman Coulter, США). Уровни гормонов (ТТГ, кортизол) оценивались методом иммуноферментного анализа с помощью наборов производства ООО «Компания Алкор Био» (Санкт-Петербург) на анализаторе Freedom EVOlyzer (Tecan Schweiz AG, Швейцария) согласно инструкции фирмы-производителя. Референтный интервал уровня ТТГ – 0,70–6,40 мкМЕ/мл, кортизола – 83,0–580,0 нмоль/л [14].

Результаты исследования подвергались математической и статистической обработке с использованием программ Microsoft Office Excel и IBM SPSS Statistics 23. Данные представлялись в виде среднего значения и ошибки среднего ($M \pm m$). Статистическая значимость различий между группами оценивалась по критерию Стьюдента, критическим уровнем значимости при проверке статистических гипотез принимался $p < 0,05$.

Результаты. Анализ полученных нами данных показал, что у обследованных детей уровень изучаемых гормонов в среднем находился в пределах возрастного-половой нормы (табл. 1).

Таблица 1

СРАВНЕНИЕ УРОВНЕЙ ТТГ И КОРТИЗОЛА У ДЕТЕЙ 4–6 лет,
ЗАНИМАЮЩИХСЯ И НЕ ЗАНИМАЮЩИХСЯ ЗАКАЛИВАНИЕМ ($M \pm m$)
COMPARISON OF TSH AND CORTISOL LEVELS IN 4–6-YEAR-OLD CHILDREN
EXPOSED AND NOT EXPOSED TO COLD CONDITIONING ($M \pm m$)

Показатель (референтный интервал)	Контрольная группа			Группа закаливания		
	Всего ($n = 12$)	Мальчики ($n = 5$)	Девочки ($n = 7$)	Всего ($n = 12$)	Мальчики ($n = 6$)	Девочки ($n = 6$)
ТТГ, мкМЕ/мл (0,70–6,40)	3,64±0,59	3,74±0,37	3,57±1,02	2,89±0,31	2,66±0,57	3,07±0,34
Кортизол, нмоль/л (83,0–580,0)	295,9±23,4	244,9±24,6	334,2±31,2 ^Δ	303,2±38,8	234,9±40,6	356,3±56,9 ^Δ

Примечание: ^Δ – установлена статистическая значимость различий показателей внутри групп в зависимости от пола ($p < 0,05$).

Следует обратить внимание на тот факт, что у девочек обеих групп наблюдались статистически значимо более высокие уровни кортизола в крови ($p < 0,05$) по сравнению с мальчиками.

Под постоянным влиянием иммунонейро-эндокринного аппарата находится вся сложная и весьма мобильная система крови. Известно, что лейкоцитарная формула является общим показателем баланса всех гомеостатических систем организма. Активация защитных механизмов организма – главная причина лейкоцитарной перестройки. Анализируемые параметры белой крови в группах обследованных детей не отклонялись от референтных значений (табл. 2).

Статистически значимо более высокое общее содержание лейкоцитов ($p < 0,05$) в русле крови выявлено у детей, занимаю-

щихся закаливанием ($7,81 \pm 0,67 \cdot 10^9/\text{л}$), по сравнению с данными контрольной группы ($6,06 \pm 0,50 \cdot 10^9/\text{л}$). При этом увеличение данного показателя у детей группы закаливания происходило в основном за счет моноцитов. Так, абсолютное ($0,61 \pm 0,06 \cdot 10^9/\text{л}$) и относительное ($9,24 \pm 0,58 \%$) содержание моноцитов у дошкольников группы закаливания было статистически значимо выше ($p < 0,01$ и $p < 0,001$ соответственно), а относительное содержание базофилов ($0,39 \pm 0,05 \%$) – ниже ($p < 0,01$), чем в контрольной группе (моноциты – $0,38 \pm 0,05 \cdot 10^9/\text{л}$ и $5,02 \pm 0,43 \%$; базофилы – $0,72 \pm 0,10 \%$). Число нейтрофилов и лимфоцитов не имело статистически значимых различий.

Детальный анализ позволил установить, что как для мальчиков, так и для девочек

Таблица 2

**СРАВНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЛОЙ КРОВИ У ДЕТЕЙ 4–6 лет,
ЗАНИМАЮЩИХСЯ И НЕ ЗАНИМАЮЩИХСЯ ЗАКАЛИВАНИЕМ ($M \pm m$)**
**COMPARISON OF WHITE BLOOD CELL PARAMETERS IN 4–6-YEAR-OLD CHILDREN
EXPOSED AND NOT EXPOSED TO COLD CONDITIONING ($M \pm m$)**

Вид клеток (референтный интервал)	Контрольная группа			Группа закаливания		
	Всего ($n = 12$)	Мальчики ($n = 5$)	Девочки ($n = 7$)	Всего ($n = 12$)	Мальчики ($n = 6$)	Девочки ($n = 6$)
<i>Абсолютное содержание, $\cdot 10^9/\text{л}$</i>						
Лейкоциты (5,00–14,50)	6,06±0,50	7,12±0,53	5,27±0,67	7,81±0,67*	8,23±1,04	7,48±0,90
Нейтрофилы (1,50–8,00)	2,73±0,28	3,42±0,21	2,22±0,39	3,77±0,54	4,63±1,15	3,10±0,26
Лимфоциты (1,50–7,50)	2,99±0,34	3,56±0,43	2,57±0,46	2,99±0,40	2,78±0,38	3,15±0,66
Моноциты (0,10–1,00)	0,38±0,05	0,43±0,07	0,34±0,07	0,61±0,06**	0,72±0,04*	0,52±0,09
Эозинофилы (0,00–0,45)	0,22±0,04	0,28±0,06	0,18±0,04	0,28±0,05	0,23±0,06	0,32±0,08
Базофилы (0,00–0,10)	0,08±0,003	0,12±0,08	0,05±0,01	0,03±0,00	0,03±0,00	0,03±0,01
<i>Относительное содержание, %</i>						
Нейтрофилы (40,0–60,0)	40,94±3,04	43,17±2,97	39,28±4,94	49,71±3,38	53,34±6,40	46,89±3,47
Лимфоциты (30,0–50,0)	45,42±3,17	43,52±3,33	46,85±5,10	40,74±3,02	37,13±5,62	43,54±3,13
Моноциты (3,0–12,0)	5,02±0,43	5,50±0,92	4,64±0,27	9,24±0,58***	9,18±0,61*	9,29±0,94***
Эозинофилы (1,0–5,0)	4,01±1,09	3,60±0,86	4,33±1,86	3,97±0,66	3,40±0,94	4,41±0,94
Базофилы (0,0–1,2)	0,72±0,10	0,58±0,05	0,83±0,17	0,39±0,05**	0,37±0,08*	0,41±0,06**

Примечание. Установлена статистическая значимость различий показателей в сравнении с группой контроля:
* – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

группы закаливания характерно статистически значимо более высокое относительное содержание моноцитов ($p < 0,05$ и $p < 0,001$ соответственно) и сниженное относительное содержание базофилов ($p < 0,05$ и $p < 0,01$ соответственно) по сравнению с контролем.

Обсуждение. Гормоны являются главными показателями гуморальной регуляции организма при различных физиологических и патологических состояниях. В начале исследования мы предполагали, что закаливающие процедуры могут способствовать повышенной выработке ТТГ, который через воздействие на специфические рецепторы эпителиальных клеток щитовидной железы стимулирует выработку и активацию тироксина в ответ на действие низких температур. Это, в свою очередь, обеспечивает повышение теплопродукции, а также усиливает калоригенное действие норадреналина и адреналина, активизирует главные энергетические станции клетки – митохондрии, разобщая окисление и фосфорилирование [15, 16]. Однако при анализе уровня ТТГ в крови детей не было установлено статистически значимых различий между группами контроля и закаливания, что может свидетельствовать об отсутствии хронического холодового воздействия используемой методики закаливания на активность системы гипофиз–щитовидная железа.

Надпочечники, как часть гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы, принимают непосредственное участие в адаптации к неспецифическому стрессу и вовлекаются в формирование стресс-индуцированной реакции сразу же после воздействия путем выработки кортизола, вызывающего различные физиологические, когнитивные и поведенческие изменения [17]. Уровни кортизола в крови детей обеих групп не выходили за пределы референтных значений, а отсутствие значимых различий в его концентрации между исследуемыми группами может свидетельствовать об адекватном ответе и развитии стрессоустойчивости организма ребенка на холодовое воз-

действие и, соответственно, о правильно подобранном алгоритме закаливания. В частности, ситуация холодового воздействия может быть психологически напряженной, но, если она развивалась постепенно на протяжении длительного времени, повышения уровня кортизола ожидать не следует [18].

Вопрос о повышенной секреции кортизола у здоровых девочек в возрасте 2–8 лет поднимался в работе [19], где была отмечена особенность тока крови в надпочечниках от коры к мозговому слою, связанная с высокой активностью коркового слоя надпочечников за счет «внутринадпочечникового» действия кортизола в высокой концентрации, стимулированного импульсным выбросом адренокортикотропного гормона.

Результаты нашего исследования параметров белой крови дошкольников не противоречат ранее полученным фактам увеличения числа моноцитов у здоровых людей, подвергшихся стрессу [20, 21]. Повышение числа моноцитов, активных фагоцитирующих клеток, можно рассматривать как адаптивный ответ на холодовую нагрузку, а снижение числа базофилов может указывать на уменьшение активности щитовидной железы [13].

У детей группы закаливания установлена статистически значимая положительная корреляционная связь абсолютного содержания лимфоцитов с уровнем кортизола ($r = 0,61$; $p < 0,05$), что, на наш взгляд, может свидетельствовать о положительном влиянии стрессорной нагрузки на формирование специфического иммунитета обследованных дошкольников.

Также в группе детей, занимающихся закаливанием, уровень ТТГ в русле крови отрицательно коррелировал с относительным содержанием нейтрофилов ($r = -0,61$; $p < 0,05$) и имел статистически значимую положительную корреляционную связь с относительным содержанием лимфоцитов ($r = 0,73$; $p < 0,01$). Аналогичные данные, полученные другими авторами [22, 23], объяснялись наличием на лимфоцитах

рецепторов к ТТГ и способностью этого гормона стимулировать пролиферацию лимфоцитов и их функциональную активность, а также синтезироваться самими Т-лимфоцитами.

Таким образом, можно сделать вывод, что комплексные контрастные закаливающие воздействия, используемые в Винзилинском детском саду «Малышок», подобраны в адекватной дозировке, способствуют укреплению иммунной системы, повышению устойчивости и развитию адаптацион-

ных возможностей детского организма. Систематичность закаливающих мероприятий приводила к образованию определенной стереотипной реакции на применяемый раздражитель. Реакции организма на воздействие холода, развивающиеся в результате повторного охлаждения, закрепляются и сохраняются лишь при строгом режиме повторения охлаждений.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Ferguson A., Penney R., Solo-Gabriele H. A Review of the Field on Children's Exposure to Environmental Contaminants: A Risk Assessment Approach // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2017. Vol. 14, № 3. Art. № 265. DOI: [10.3390/ijerph14030265](https://doi.org/10.3390/ijerph14030265)
2. Енокаева С.С., Эбзеев М.М. Формирование культуры здоровья подрастающего поколения как стратегическое направление развития физической культуры и спорта // Уч. зап. ун-та им. П.Ф. Лесгафта. 2011. № 4(74). С. 59–63.
3. Sénéchal M., Hebert J.J., Fairchild T.J., Møller N.C., Klakk H., Wedderkopp N. Vigorous Physical Activity Is Important in Maintaining a Favourable Health Trajectory in Active Children: The CHAMPS Study-DK // Sci. Rep. 2021. Vol. 11, № 1. Art. № 19211. DOI: [10.1038/s41598-021-98731-0](https://doi.org/10.1038/s41598-021-98731-0)
4. Кирьякова О.А. Нетрадиционное закаливание детей дошкольного возраста // Воспитание и обучение детей младшего возраста. 2018. № 7. С. 223–224.
5. Патент № 2744024 С2 Российская Федерация, МПК А61Н 1/00, А61F 7/00. Способ комплексного контрастного закаливания и оздоровления детей дошкольного возраста: № 2019121994: заявл. 09.07.2019; опубл. 02.03.2021 / Т.А. Фишер, С.С. Колыванова, Е.Л. Дремина. 10 с.
6. Гусеница С.Г., Барачевский Ю.Е., Иванов А.О., Грошилин С.М., Юрьева М.Ю. Применение контрастных температурных воздействий для повышения физической выносливости здоровых лиц // Экология человека. 2012. № 1. С. 18–22. DOI: [10.17816/humeco17514](https://doi.org/10.17816/humeco17514)
7. Гревцова А.Ю., Павленко Д.А. Закаливание организма // Физ. культура и спорт в соврем. мире: проблемы и решения. 2017. № 1. С. 23–33.
8. Колыванова С.С., Лепунова О.Н., Фишер Т.А. Закаливание подростков 15–16 лет в образовательном учреждении // Журн. мед.-биол. исследований. 2021. Т. 9, № 3. С. 343–347. DOI: [10.37482/2687-1491-Z072](https://doi.org/10.37482/2687-1491-Z072)
9. Buijze G.A., Siersevelt I.N., van der Heijden B.C.J.M., Dijkgraaf M.G., Frings-Dresen M.H.W. The Effect of Cold Showering on Health and Work: A Randomized Controlled Trial // PLoS One. 2016. Vol. 11, № 9. Art. № e0161749. DOI: [10.1371/journal.pone.0161749](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161749)
10. Бочаров М.И. Терморегуляция организма при холодových воздействиях (обзор). Сообщение I // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки. 2015. № 1. С. 5–15. DOI: [10.17238/issn2308-3174.2015.1.5](https://doi.org/10.17238/issn2308-3174.2015.1.5)
11. Фишер Т.А., Калёнова Л.Ф., Колыванова С.С. Комплексная методика контрастного закаливания детей 4–6 лет // Рос. иммунол. журн. 2019. Т. 13(22), № 2-1. С. 605–607.
12. Гармаева Д.К., Аржакова Л.И., Дмитриева Т.И., Павлова Н.И., Гармаев Ц.К. Показатели клеточного состава крови при экспериментальном холодovом воздействии // Соврем. проблемы науки и образования. 2019. № 1. С. 4. DOI: [10.17513/spno.28441](https://doi.org/10.17513/spno.28441)
13. Сотникова Е.Д. Изменения в системе крови при стрессе // Вестн. Рос. ун-та дружбы народов. Сер.: Агрoномия и животноводство. 2009. № 1. С. 50–55.

14. Энциклопедия клинических лабораторных тестов / под ред. Тица Н.У.; гл. ред. рус. изд. В.В. Меньшиков; пер. с англ. В.В. Меньшиков и др. М.: Лабинформ, 1997. 960 с.
15. Бойко Е.Р., Евдокимов В.Г., Потолыцина Н.Н., Канева А.М., Варламова Н.Г., Кочан Т.И., Вахнина Н.А., Шадрин В.Д., Солонин Ю.Г., Логинова Т.П., Есева Т.В., Кеткина О.А., Рогачевская О.В., Людинина А.Ю., Логинов А.Ю. Система гипофиз–щитовидная железа и показатели потребления кислорода в условиях хронического охлаждения у человека на Севере // Физиология человека. 2008. Т. 34, № 2. С. 93–98.
16. Горенко И.Н., Туписова Е.В., Попкова В.А., Елфимова А.Э. Соотношение гормонов гипофизарно-тиреоидной системы, дофамина и цАМФ у жителей Европейского и Азиатского Севера // Журн. мед.-биол. исследований. 2019. Т. 7, № 2. С. 140–150. DOI: [10.17238/issn2542-1298.2019.7.2.140](https://doi.org/10.17238/issn2542-1298.2019.7.2.140)
17. Law R., Clow A. Stress, the Cortisol Awakening Response and Cognitive Function // Int. Rev. Neurobiol. 2020. Vol. 150. P. 187–217. DOI: [10.1016/bs.irm.2020.01.001](https://doi.org/10.1016/bs.irm.2020.01.001)
18. Zimmer P., Buttler B., Halbeisen G., Walther E., Domes G. Virtually Stressed? A Refined Virtual Reality Adaptation of the Trier Social Stress Test (TSST) Induces Robust Endocrine Responses // Psychoneuroendocrinology. 2019. Vol. 101. P. 186–192. DOI: [10.1016/j.psyneuen.2018.11.010](https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2018.11.010)
19. Федоров Г.Н. Гормональный профиль у девочек в онтогенезе // Вестн. Смолен. гос. мед. акад. 2012. Т. 11, № 3. С. 63–74.
20. Rickard A.J., Young M.J. Corticosteroid Receptors, Macrophages and Cardiovascular Disease // J. Mol. Endocrinol. 2009. Vol. 42, № 6. P. 449–459. DOI: [10.1677/JME-08-0144](https://doi.org/10.1677/JME-08-0144)
21. Ложкин А.П., Чернохостов Ю.В., Двоеносов В.Г., Панасюк М.В., Жданов Р.И. Влияние психоэмоционального стресса на содержание лейкоцитов и тромбоциты у здоровых добровольцев // Казан. мед. журн. 2013. Т. 94, № 5. С. 718–722.
22. Иванчак А.А., Строев Ю.И., Чурилов Л.П. Лимфоциты периферической крови и аутоиммунный тиреоидит // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2019. Т. 14, № 2. С. 585–604.
23. Iddah M.A., Macharia B.N., Ng'wena A.G., Keter A., Ofula A.V.O. Thyroid Hormones and Hematological Indices Levels in Thyroid Disorders Patients at Moi Teaching and Referral Hospital, Western Kenya // ISRN Endocrinol. 2013. Vol. 2013. Art. № 385940. DOI: [10.1155/2013/385940](https://doi.org/10.1155/2013/385940)

References

1. Ferguson A., Penney R., Solo-Gabriele H. A Review of the Field on Children's Exposure to Environmental Contaminants: A Risk Assessment Approach. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2017, vol. 14, no. 3. Art. no. 265. DOI: [10.3390/ijerph14030265](https://doi.org/10.3390/ijerph14030265)
2. Enokaeva S.S., Ebzeev M.M. Formirovanie kul'tury zdorov'ya podrastayushchego pokoleniya kak strategicheskoe napravlenie razvitiya fizicheskoy kul'tury i sporta [Formation of the Health Culture Among the Growing Generation as the Strategic Direction of Development of Physical Culture and Sports]. *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*, 2011, no. 4, pp. 59–63.
3. Sénéchal M., Hebert J.J., Fairchild T.J., Møller N.C., Klakk H., Wedderkopp N. Vigorous Physical Activity Is Important in Maintaining a Favourable Health Trajectory in Active Children: The CHAMPS Study-DK. *Sci. Rep.*, 2021, vol. 11, no. 1. Art. no. 19211. DOI: [10.1038/s41598-021-98731-0](https://doi.org/10.1038/s41598-021-98731-0)
4. Kir'yakova O.A. Netraditsionnoe zakalivanie detey doshkol'nogo vozrasta [Non-Traditional Cold Conditioning of Preschoolers]. *Vospitanie i obuchenie detey mladshogo vozrasta*, 2018, no. 7, pp. 223–224.
5. Fisher T.A., Kolyvanova S.S., Dremina E.L. *Method for Complex Contrast Acclimatization and Health Improvement of Preschool Children*. Patent RU2744024C2, 2021. 10 p. (in Russ.).
6. Gusenitsa S.G., Barachevskiy Yu.E., Ivanov A.O., Groshilin S.M., Yur'eva M.Yu. Primenenie kontrastnykh temperaturnykh vozdeystviy dlya povysheniya fizicheskoy vynoslivosti zdorovykh lits [Use of Contrast Temperature Effects for Promotion of Physical Endurance in Healthy Men]. *Ekologiya cheloveka*, 2012, no. 1, pp. 18–22. DOI: [10.17816/humeco17514](https://doi.org/10.17816/humeco17514)
7. Grevtsova A.Yu., Pavlenko D.A. Zakalivanie organizma [Cold Conditioning of the Body]. *Fizicheskaya kul'tura i sport v sovremennom mire: problemy i resheniya*, 2017, no. 1, pp. 23–33.

8. Kolyvanova S.S., Lepunova O.N., Fisher T.A. Cold Conditioning of Adolescents Aged 15–16 Years in an Educational Institution. *J. Med. Biol. Res.*, 2021, vol. 9, no. 3, pp. 343–347. DOI: [10.37482/2687-1491-Z072](https://doi.org/10.37482/2687-1491-Z072)
9. Buijze G.A., Sierevelt I.N., van der Heijden B.C.J.M., Dijkgraaf M.G., Frings-Dresen M.H.W. The Effect of Cold Showering on Health and Work: A Randomized Controlled Trial. *PLoS One*, 2016, vol. 11, no. 9. Art. no. e0161749. DOI: [10.1371/journal.pone.0161749](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161749)
10. Bocharov M.I. Termoregulyatsiya organizma pri kholodovykh vozdeystviyakh (obzor). Soobshchenie I [Thermoregulation in Cold Environments (Review). Report I]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Mediko-biologicheskie nauki*, 2015, no. 1, pp. 5–15. DOI: [10.17238/issn2308-3174.2015.1.5](https://doi.org/10.17238/issn2308-3174.2015.1.5)
11. Fisher T.A., Kalenova L.F., Kolyvanova S.S. Kompleksnaya metodika kontrastnogo zakalivaniya detey 4–6 let [The Integrated Methodology of Contrasting Hardening for the Children Aged 4–6]. *Rossiyskiy immunologicheskiy zhurnal*, 2019, vol. 13, no. 2-1, pp. 605–607.
12. Garmaeva D.K., Arzhakova L.I., Dmitrieva T.I., Pavlova N.I., Garmaev Ts.K. Pokazateli kletochnogo sostava krovi pri eksperimental'nom kholodovom vozdeystvii [Indicators of Cellular Composition at Experimental Cold Effects]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2019, no. 1, p. 4. DOI: [10.17513/spno.28441](https://doi.org/10.17513/spno.28441)
13. Sotnikova E.D. Izmeneniya v sisteme krovi pri stresse [Changes in Blood System at Stress]. *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Ser.: Agronomiya i zhivotnovodstvo*, 2009, no. 1, pp. 50–55.
14. Tietz N.W. (ed.). *Entsiklopediya klinicheskikh laboratornykh testov* [Encyclopaedia of Clinical Laboratory Tests]. Moscow, 1997. 960 p.
15. Bojko E.P., Evdokimov V.G., Potolitsyna N.N., Kaneva A.M., Varlamova N.G., Kochan T.I., Vakhnina N.A., Shadrina V.D., Solonin Yu.G., Loginova T.P., Eseva T.V., Ketkina O.A., Rogachevskaya O.V., Lyudinina A.Yu., Loginov A.Yu. The Pituitary-Thyroid Axis and Oxygen Consumption Parameters Under the Conditions of Chronic Cold Exposure in the North. *Hum. Physiol.*, 2008, vol. 34, no. 2, pp. 215–220.
16. Gorenko I.N., Tipisova E.V., Popkova V.A., Elfimova A.E. Ratios of the Hormones of the Pituitary–Thyroid Axis, Dopamine and cAMP in Residents of the European and Asian North of Russia. *J. Med. Biol. Res.*, 2019, vol. 7, no. 2, pp. 140–150. DOI: [10.17238/issn2542-1298.2019.7.2.140](https://doi.org/10.17238/issn2542-1298.2019.7.2.140)
17. Law R., Clow A. Stress, the Cortisol Awakening Response and Cognitive Function. *Int. Rev. Neurobiol.*, 2020, vol. 150, pp. 187–217. DOI: [10.1016/bs.irm.2020.01.001](https://doi.org/10.1016/bs.irm.2020.01.001)
18. Zimmer P., Buttler B., Halbeisen G., Walther E., Domes G. Virtually Stressed? A Refined Virtual Reality Adaptation of the Trier Social Stress Test (TSST) Induces Robust Endocrine Responses. *Psychoneuroendocrinology*, 2019, vol. 101, pp. 186–192. DOI: [10.1016/j.psyneuen.2018.11.010](https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2018.11.010)
19. Fedorov G.N. Gormonal'nyy profil' u devochek v ontogeneze [Girl Hormonal Activity Status in Ontogenesis]. *Vestnik Smolenskoj gosudarstvennoy meditsinskoj akademii*, 2012, vol. 11, no. 3, pp. 63–74.
20. Rickard A.J., Young M.J. Corticosteroid Receptors, Macrophages and Cardiovascular Disease. *J. Mol. Endocrinol.*, 2009, vol. 42, no. 6, pp. 449–459. DOI: [10.1677/JME-08-0144](https://doi.org/10.1677/JME-08-0144)
21. Lozhkin A.P., Chernokhvostov Yu.V., Dvoenosov V.G., Panasyuk M.V., Zhdanov R.I. Vliyanie psikhoemotsional'nogo stressa na sodержanie leykotsitov i trombodnamiku u zdorovykh dobrovol'tsev [The Influence of Psychoemotional Stress on White Blood Cells Circulation and Thrombodynamics in Healthy Volunteers]. *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal*, 2013, vol. 94, no. 5, pp. 718–722.
22. Ivanchak A.A., Stroev Yu.I., Churilov L.P. Limfotsity perifericheskoy krovi i autoimmunnyy tiroidit [Peripheral Blood Lymphocytes and Autoimmune Thyroiditis]. *Zdorov'ye – osnova chelovecheskogo potentsiala: problemy i puti ikh resheniya*, 2019, vol. 14, no. 2, pp. 585–604.
23. Iddah M.A., Macharia B.N., Ng'wena A.G., Keter A., Ofulla A.V.O. Thyroid Hormones and Hematological Indices Levels in Thyroid Disorders Patients at Moi Teaching and Referral Hospital, Western Kenya. *ISRN Endocrinol.*, 2013, vol. 2013. Art. no. 385940. DOI: [10.1155/2013/385940](https://doi.org/10.1155/2013/385940)

DOI: 10.37482/2687-1491-Z111

*Svetlana S. Bobreshova**/** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0579-081X>
*Svetlana V. Solov'eva** ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8481-7664>
*Evgeniya N. Bulasheva**** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0761-1803>
*O'lga N. Lepunova**** ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5809-5805>
*Tat'yana A. Fisher***/**** ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9614-9907>
*Aleksandr D. Shalabodov**** ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5844-0859>
*Andrey V. Elifanov**** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8728-7440>

*Tyumen State Medical University
(Tyumen, Russian Federation)

**Federal Research Centre "Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences"
(Tyumen, Russian Federation)

***University of Tyumen
(Tyumen, Russian Federation)

****Research and Education Centre "Region of Health"
(Tyumen, Russian Federation)

WHITE BLOOD CELL PARAMETERS AND CORTISOL AND THYROID-STIMULATING HORMONE LEVELS IN 4–6-YEAR-OLD CHILDREN DOING COLD CONDITIONING

The **purpose** of this paper was to analyse white blood cell parameters and certain hormone levels in children doing cold conditioning at a preschool. **Materials and methods.** The study group consisted of 4–6-year-old children ($n = 12$) who underwent cold conditioning 5 times a week according to a certain scheme of exposure to contrasting temperatures. The control group (4–6-year-old children; $n = 12$) was doing the usual kindergarten activities. Absolute and relative white blood cell count was determined; thyroid-stimulating hormone (TSH) and cortisol levels were studied using enzyme-linked immunosorbent assay. **Results.** Hormone levels in all the subjects were within normal limits and did not differ statistically significantly between the groups. The total white blood cell count in children of the conditioning group ($7.81 \pm 0.67 \cdot 10^9/l$) was statistically significantly higher ($p < 0.05$) than in their peers from the control group ($6.06 \pm 0.50 \cdot 10^9/l$). The increased white blood cell count in the conditioning group was due to the rise in absolute ($p < 0.01$) and relative ($p < 0.001$) monocyte count. At the same time, relative basophil count in children doing cold conditioning was lower ($p < 0.01$) than in the control group. In the conditioning group, we found a statistically significant correlation between TSH level and relative white blood cell count ($r = 0.73$, $p < 0.01$), between TSH level and relative neutrophil count, as well as between cortisol level and absolute white blood cell count ($r = 0.61$, $p < 0.05$) in the peripheral blood. The systematic character of cold conditioning contributed to the development of a certain stereotyped response to the stimulus. The research demonstrated that these comprehensive cold conditioning activities have been performed with adequate use of contrasting temperatures, resulting in stronger immune system, increased resistance and improved adaptive capabilities of the child body.

Keywords: cold conditioning, exposure to contrasting temperatures, preschool children, white blood cells, thyroid-stimulating hormone, cortisol.

Received 28 April 2022

Accepted 6 June 2022

Published 27 September 2022

Поступила 28.04.2022

Принята 06.06.2022

Опубликована 27.09.2022

Corresponding author: Svetlana Bobreshova, address: ul. Malygina 86, Tyumen, 625026, Russian Federation; e-mail: kolyvanova93@mail.ru

For citation: Bobreshova S.S., Solov'eva S.V., Bulasheva E.N., Lepunova O.N., Fisher T.A., Shalabodov A.D., Elifanov A.V. White Blood Cell Parameters and Cortisol and Thyroid-Stimulating Hormone Levels in 4–6-Year-Old Children Doing Cold Conditioning. *Journal of Medical and Biological Research*, 2022, vol. 10, no. 3, pp. 232–240. DOI: 10.37482/2687-1491-Z111