Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры
2022, Т. 99, №3, с. 32–40
https://doi.org/10.17116/kurort20229903132

Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy= Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoi fizicheskoi kultury
2022, Vol. 99. no. 3, pp. 32–40
https://doi.org/10.17116/kurort20229903132

Оценка биологического возраста и компонентного состава тела у людей, занимающихся закаливанием

© Т.А. ФИШЕР[1, 2], С.С. БОБРЕШОВА[1, 2, 4], О.Н. ЛЕПУНОВА[3], С.В. СОЛОВЬЕВА[4]

[1]ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Тюменский научный центр» Сибирского отделения Российской академии наук, Тюмень, Россия;
[2]АНО ДПО «Научно-образовательный центр «Регион здоровья», Тюмень, Россия;
[3]ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет», Тюмень, Россия;
[4]ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России, Тюмень, Россия

Резюме

Цель исследования. Оценить биологический возраст лиц, относящихся к группе второго зрелого возраста, которые занимаются разными видами закаливания, с применением метода биоимпедансного анализа, в зависимости от пола, возраста и дополнительных занятий спортом.

Материал и методы. В исследовании участвовали 36 женщин и 27 мужчин второго зрелого возраста, занимающихся закаливанием. Разделение по группам происходило с учетом пола и наличия/отсутствия занятий любой спортивной деятельностью. Проводили измерения антропометрических и гемодинамических показателей, исследовали качественный состав тела по методу биоимпендансного анализа и определяли биологический возраст по методике В. Сухова.

Результаты. Индекс массы тела у обследованных женщин и мужчин оказался выше нормальных значений. По данным биоимпедансного анализа, у мужчин показатели жировой, тощей, активной клеточной и скелетно-мышечной массы, общей воды, индекс талия/бедра имели более высокие значения, чем у женщин. При сравнительном анализе календарного и биологического возраста установлено, что биологический возраст во всех группах исследования был снижен относительно календарного. При этом как у женщин, так и у мужчин в группах «закаливание» разница между биологическим и календарным возрастом была более выраженной ($p \leq 0{,}01$), чем в группах «закаливание-спорт» ($p \leq 0{,}05$).

Заключение. Несмотря на то что закаливание связано с высоким уровнем стресса (как эмоционального, так и физического), оно способствует замедлению скорости старения организма и приводит к снижению износа функционирования естественных физиологических процессов. Благодаря закаливанию наблюдается снижение биологического возраста человека, которое может быть связано как с высоким уровнем здоровья, так и с образом жизни.

Ключевые слова: *закаливание, плавание в ледяной воде, индекс массы тела, биоимпендансный анализ, индекс талия/бедра, календарный возраст, биологический возраст.*

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:
Фишер Т.А. — https://orcid.org/0000-0001-9614-9907; eLibrary SPIN: 8921-7839
Бобрешова С.С. — https://orcid.org/0000-0002-0579-081X; eLibrary SPIN: 8700-1485
Лепунова О.Н. — https://orcid.org/0000-0001-5809-5805; eLibrary SPIN: 4898-7014
Соловьева С.В. — https://orcid.org/0000-0001-8481-7664; eLibrary SPIN: 6128-2485
Автор, ответственный за переписку: Фишер Т.А. — e-mail: fitan72@mail.ru

КАК ЦИТИРОВАТЬ:
Фишер Т.А., Бобрешова С.С., Лепунова О.Н., Соловьева С.В. Оценка биологического возраста и компонентного состава тела у людей, занимающихся закаливанием. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2022;99(3):32–40. https://doi.org/10.17116/kurort20229903132

Assessment of biological age and body composition in people involved in hardening

© T.A. FISHER[1, 2], S.S. BOBRESHOVA[1, 2, 4], O.N. LEPUNOVA[3], S.V. SOLOVYOVA[4]

[1]Federal Research Center «Tyumen Scientific Center» of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tyumen, Russia;
[2]Scientific and Educational Center «Region of Health», Tyumen, Russia;
[3]Tyumen State University, Tyumen, Russia;
[4]Tyumen State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Tyumen, Russia

Abstract

Purpose of the study. To assess the biological age of persons belonging to the group of the second mature age, who are engaged in different types of hardening, using the method of bioimpedance analysis, depending on gender, age and additional sports activities.

Material and methods. The study involved 36 women and 27 men of the second mature age involved in hardening. The division into groups took place taking into account gender and the presence/absence of any sports activities. Anthropometric and hemo-

dynamic parameters were measured, the qualitative composition of the body was studied by the method of bioimpedance analysis, and the biological age was determined by the method of V. Sukhov.
Results. The body mass index of the examined women and men was above the normal range. According to bioimpedance analysis, in men, the indicators of fat, lean, active cell and skeletal muscle mass, total water, waist/hip index had higher values than in women. In a comparative analysis of the calendar and biological age, it was found that the biological age in all the studied groups was reduced relative to the calendar. It should be noted that both in women and men in the «hardening» groups, the difference between biological and calendar age was more pronounced ($p \leq 0.01$) than in the «hardening-sport» groups ($p \leq 0.05$).
Conclusion. Despite the fact that hardening is associated with a high level of stress (both emotional and physical), it helps to slow down the rate of aging of the body and leads to a decrease in the wear and tear of the functioning of natural physiological processes. Due to hardening, a decrease in the biological age of a person is observed, which can be associated with both a high level of health and lifestyle.

Keywords: *hardening, swimming in ice water, body mass index, bioimpedance analysis, waist/hip index, calendar age, biological age.*

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Fisher T.A. — https://orcid.org/0000-0001-9614-9907; eLibrary SPIN: 8921-7839
Bobreshova S.S. — https://orcid.org/0000-0002-0579-081X; eLibrary SPIN: 8700-1485
Lepunova O.N. — https://orcid.org/0000-0001-5809-5805; eLibrary SPIN: 4898-7014
Solovyova S.V. — https://orcid.org/0000-0001-8481-7664; eLibrary SPIN: 6128-2485
Corresponding author: Fisher T.A. — e-mail: fitan72@mail.ru

TO CITE THIS ARTICLE:
Fisher TA, Bobreshova SS, Lepunova ON, Solovyova SV. Assessment of biological age and body composition in people involved in hardening. *Problems of balneology, physiotherapy and exercise therapy.* 2022;99(3):32–40. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/kurort20229903132

Введение

На протяжении жизни человека его организм претерпевает значительные закономерные изменения, определяющие биологический возраст индивидуума, который является более точным критерием для оценки старения организма в сравнении с календарным возрастом [1]. Это обусловлено тем, что биологический возраст зависит как от генетических механизмов, так и от образа жизни, который ведет человек [2]. В связи с этим для определения биологического возраста необходимо учитывать совокупность функциональных и адаптационных процессов, а также расхождение между календарным и биологическим возрастом в разные фазы возрастной динамики. Это подтверждается результатами исследования, которые показали, что самая высокая скорость возрастных сдвигов отмечается у долгожителей, а в группах молодежи эти расхождения незначительны [3].

На сегодняшний день здоровый образ жизни (ЗОЖ), особенно в свете последних событий, связанных с пандемией новой коронавирусной инфекции (COVID-19), занимает одно из главных мест в системе ценностей современного общества и отдельно каждого человека. В формате ЗОЖ активно развивается культура закаливания, а окунание в холодную воду и зимнее плавание становятся все более популярными среди людей разной спортивной подготовки, разных возрастных и социальных групп [4], а также детей, начиная с раннего возраста [5]. В доступных источниках литературы содержится мало информации, касающейся изменения биологического возраста относительно календарного при регулярном и систематическом воздействии на организм холодной/ледяной воды. Вместе с тем имеются данные, показывающие, что адаптация к холоду возникает как при постоянном, так и при прерывистом воздействии на организм низкой температуры и может иметь как кратковременный (срочная адаптация), так и долгосрочный эффект [6].

По отношению к температурному влиянию известно несколько типов адаптации: акклиматизация, акклимация и габитуация.

1. Акклиматизация — процесс приспособления организма, выражающийся в изменении физиологических и поведенческих реакций в ответ на смену климатогеографических условий. Существует так называемая холодовая акклиматизация, которая разделяется на привыкание, метаболическую и изоляционную акклиматизацию. Привыкание к холоду характеризуется физиологическими изменениями, при которых реакция организма ослабляется по сравнению с неакклиматизированным состоянием. В свою очередь метаболическая акклиматизация характеризуется повышенным термогенезом (выработка организмом тепла для поддержания температуры тела и обеспечения работы всех его систем). При изоляционной акклиматизации происходит усиление терморегуляционных механизмов, которые сохраняют тепло тела [7].

2. Акклимация — приспособление организма к искусственно созданным условиям. Одна из разновидностей акклимации — иммерсия в холодной воде. Она характерна для людей, занимающихся разными видами закаливания, в том числе зимним плаванием. Так, например, при иммерсии в холодной воде потеря тепла более выражена, чем потеря тепла

на воздухе [8]. Вследствие чего результаты, полученные при акклимации к холодной воде, отличаются от результатов, проведенных при экспозиции на холодном воздухе [9]. Повторяющаяся кратковременная иммерсия в холодной воде способна вызывать привыкание. При этом сужение просвета кровеносных сосудов и дрожь возникают позже и с меньшей интенсивностью, чем при первом опыте погружения в холодную воду [6]. При акклимации к закаливанию происходят стойкие адаптивные сдвиги как метаболических, так и изоляционных механизмов [10]. Повторяющаяся холодовая иммерсия приводит к усилению метаболизма, снижает общую температуру тела, увеличивает концентрацию норадреналина в плазме крови, что свидетельствует о метаболическом механизме акклимации [11]. L. Jansky (2006) обнаружил, что при влиянии холодной воды на организм снижается температура поверхности кожи, что объясняется изоляционным механизмом акклимации.

3. Габитуация (сенсорное возбуждение) — привыкание к какому-либо стимулу за счет снижения перцепции стрессогенного фактора. Процесс габитуации может возникать, например, при воздействии на организм разных видов вибрации, шумов, в том числе при холодовом воздействии. Температурную чувствительность относят к кожной модальности, при которой сенсорный опыт включает в себя способность отличать разный уровень сенсорной стимуляции и представляет собой ансамбль нейронов конкретной сенсорной модальности [12].

Следовательно, направленность биологических реакций может изменяться в широком диапазоне. Воздействие холода на организм проявляется как в супрессивных эффектах, так и в стимуляции динамики, пластичности и многогранности адаптационных реакций и процессов в зависимости от продолжительности и силы воздействия. В экстремальных условиях скорость реакций возрастает в десятки раз за ограниченное время [13]. Важно учитывать, что закаливающие процедуры (зимнее плавание и окунание в холодную воду), с одной стороны, могут способствовать увеличению адаптационных возможностей человека к акклиматизации и акклимации, а с другой — их применение может качественно повлиять на параметры биологического возраста человека.

Цель исследования — оценка биологического возраста лиц, занимающихся разными видами закаливания, с применением метода биоимпедансного анализа, в зависимости от пола и дополнительных занятий спортом.

Материал и методы

В Центре здоровья городской поликлиники №5 Тюмени было проведено скрининговое обследование любителей закаливания и зимнего плавания из центра «АквАспорт-Тюмень», клубов «Кристалл» и «Ювента» Тюменской областной общественной организации «Федерация закаливания и спортивного зимнего плавания», которые регулярно в течение нескольких лет закаливались в холодной/ледяной воде.

В исследовании приняли участие 63 любителя закаливания и зимнего плавания (36 женщин и 27 мужчин), которые относились ко второму зрелому возрастному периоду (36—60 лет) [14], являлись практически здоровыми, т.е. имели несущественные проблемы со здоровьем, не мешающие нормальному функционированию организма, и подписали добровольное согласие на участие в научном исследовании и обработку персональных данных.

Участники исследования были разделены по группам исходя из пола и наличия/отсутствия занятий любой спортивной деятельностью. В группу «Закаливание» (1-я группа) вошли 29 женщин (средний возраст 49,1±1,9 года) и 20 мужчин (средний возраст 58,6±2,3 года), практикующие окунание и плавание в холодной/ледяной воде и не занимающиеся дополнительно физической нагрузкой. Группу «Закаливание-спорт» (2-я группа) составили 7 женщин (средний возраст 45,0±5,6 года) и 7 мужчин (средний возраст 54,4±3,6 года), которые наряду с закаливанием дополнительно посещали разные спортивные секции.

В назначенное время каждый из участников проходил обследование по полису обязательного медицинского страхования в Центре здоровья городской поликлиники №5 Тюмени, которое включало измерение (1) антропометрических и (2) гемодинамических показателей, (3) исследование качественного состава тела (4) с определением биологического возраста по методике В. Сухова.

1. Антропометрические измерения проводили с использованием напольных весов, ростомера и сантиметровой ленты. Определяли такие показатели, как рост, масса тела, окружность талии (ОТ) и бедер (ОБ). на основании этих показателей рассчитывали индекс массы тела (ИМТ, кг/м^2) по формуле:

$$ИМТ=МТ/ДТ^2,$$

где МТ — масса тела (кг); ДТ — длина тела (м).

Пределы значений нормы были представлены в классификации ИМТ (кг/м^2) по рекомендации ВОЗ: <18,50 — недостаточная масса тела; 18,50—24,99 — нормальная масса тела; 25,00—29,99 — избыточная масса тела; 30,00—34,99 — ожирение I степени; 35,00—39,99 — ожирение II степени; >40,00 — ожирение III степени (морбидное).

2. Гемодинамические исследования выполняли при помощи механического тонометра CS-105 (ГК «СиЭс Медика»). Определяли систолическое и диастолическое артериальное давление (АД), частоту сердечных сокращений. На основе этих данных рассчитывали такие показатели, как индекс Робинсона и индекс Старра.

3. Исследование биоимпедансных показателей осуществляли с помощью анализатора состава тела МЕДАСС АВС-02 (ООО НТЦ МЕДАСС). Оценивали процентное содержание жира (ПСЖ), тощую массу, активную клеточную массу (АКМ) и их процентные соотношения, общую жидкость (ОЖ), внеклеточную и внутриклеточную жидкость, рассчитывали индекс талия/бедра (отношение ОТ/ОБ), относительную мышечную силу.

4. Оценку возрастных изменений показателей, начиная с возраста онтогенетической нормы (21 год для мужчин и 18 лет для женщин), проводили с применением аналитического способа по методике В. Сухова [15]. Расчет индексов проводился по результатам измерения антропометрических, гемодинамических показателей и биоимпедансного анализа.

Определение биологического возраста по методике В. Сухова включает:

— измерение систолического и диастолического АД, относительной мышечной силы, расчет индекса Робинсона по формуле:

$$ИР=САД\cdot ЧСС/100,$$

где ИР — индекс Робинсона; САД — систолическое АД (мм рт.ст.); ЧСС — частота сердечных сокращений (уд/мин);

— расчет индекса Старра по формуле:

$$ИС=100+0{,}5САД-0{,}6ДАД-0{,}6В,$$

где В — возраст (годы).

По каждому из полученных показателей определяли биологический возраст **(табл. 1)**. Затем высчитывали средний биологический возраст по формуле:

$$БВср=(БВ1+БВ2+БВ3+...\ БВn)/n,$$

где БВ1, БВ2, ... БВn — биологический возраст по каждому из показателей (годы); БВср — средний биологический возраст (годы); *n* — количество определяемых показателей.

Статистическую обработку результатов проводили при помощи компьютерного пакета прикладных программ IBM SPSS Statistics Subscription. Для оценки полученных данных ввиду малого объема выборки применяли непараметрический статистический критерий. Для проверки достоверности значимости разных показателей использовали *U*-критерий Манна—Уитни для двух независимых групп. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимали как $p<0{,}05$.

Результаты

При сравнительном анализе полученных данных между лицами, занимающимися закаливающими процедурами без дополнительной физической нагрузки (1-я группа, «Закаливание»), и группой сочетающих закаливание с разными спортивными секциями (2-я группа, «Закаливание-спорт) статистически значимых различий по антропометрическим и гемодинамическим показателям не было выявлено. Все показатели находились в пределах физиологической нормы и не отличались между 1-й и 2-й группами у женщин и мужчин **(табл. 2)**. Средние показатели ИМТ у женщин и мужчин были несколько выше значений, характеризующих нормальную массу тела, и приближались к нижней границе избыточной массы тела.

Отмечено, что в группах у женщин распределение по категориям ИМТ охватывало больший диапазон, чем у мужчин. В группе «Закаливание» у женщин разброс показателей варьировал от нормальной массы тела (51,7%) до ожирения II степени (6,9%): избыточная масса тела — у 27,6%, ожирение I степени — у 13,8%. В группе «Закаливание-спорт» по 13,3%

Таблица 1. **Определение биологического возраста (по *В.* Сухову)**
Table 1. **Definition of biological age (according to *V.* Sukhov)**

№	Тест	Возрастные показатели, годы								
		20	30	35	40	45	50	55	60	65
1	Систолическое АД, мм рт.ст.	105	110	115	120	125	130	135	140	145
2	Диастолическое АД, мм рт.ст.	65	70	73	75	78	80	83	85	88
3	Относительная мышечная сила, %	65	63	61	59	57	55	53	52	50
4	Индекс Робинсона, усл. ед.					Мужчины				
		⩽70	71—73	74—77	78—81	82—85	86—89	90—93	94—96	>96
						Женщины				
		⩽63	63,9—65,7	66,6—69,3	70,2—72,9	73,8—76,5	77,4—80,1	81,0—83,7	83,7—86,4	>86,4
5	Индекс Старра					Мужчины				
		>101	96—100	93—95	91—92	89—90	87—88	85—86	83—84	⩽82
						Женщины				
		>90,9	86,4—90,8	83,7—85,5	81,9—82,8	79,1—80,1	78,3—79,2	76,5—77,4	74,7—75,6	⩽73,

Примечание. При отсутствии дополнительных указаний показатели приведены для мужчин. Показатели для женщин на 10% ниже зафиксированных в таблице.
Note. In the absence of additional indications, figures are given for men. The indicators of women are 10% lower than recorded in the table.

Таблица 2. **Антропометрические и гемодинамические показатели (*M±m*)**
Table 2. **Anthropometric and hemodynamic parameters (*M±m*)**

Показатель	Женщины			Мужчины		
	«Закаливание» (*n*=29)	«Закаливание-спорт» (*n*=7)	*p*	«Закаливание» (*n*=20)	«Закаливание-спорт» (*n*=7)	*p*
Возраст, годы	49,1±1,9	45,00±5,6	—	58,6±2,3	54,40±3,57	
Рост, см	163,3±1,1	158,7±2,8	0,062	173,2±1,1	173,50±2,51	0,843
Масса тела, кг	68,9±2,1	64,4±4,6	0,624	83,0±2,6	83,7±4,7	0,843
ИМТ, кг/м^2	25,90±0,83	25,84±1,37	0,778	27,72±0,89	27,77±1,29	0,968
ЧСС, уд/мин	69,4±2,4	68,9±3,3	0,880	65,7±2,1	65,6±3,1	1,000
САД, мм рт.ст.	100,8±3,2	97,9±5,9	0,778	112,7±2,3	112,9±5,0	1,000
ДАД, мм рт.ст.	65,6±1,8	64,7±3,5	0,735	70,0±2,4	71,4±3,7	0,721

Примечание. ИМТ — индекс массы тела; ЧСС — частота сердечных сокращений; САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление; *n* — число обследуемых в группе; *p* (критерий Манна—Уитни) — достоверность различий между 1-й и 2-й группами.
Note. BMI — body mass index; HR — heart rate; SBP —systolic blood pressure; DBP — diastolic blood pressure; *n* — the number of subjects in the group; *p* (Mann—Whitney test) — significance of differences between the 1st and 2nd groups.

участниц относились к категориям «недостаточная масса тела», «избыточная масса тела» и «ожирение II степени», нормальная масса тела была установлена у 42,9% женщин, ожирение I степени — у 28,6%. Показатели ИМТ у мужчин в обеих групп находились в пределах от нормальной массы тела до ожирения I степени (группа «Закаливание»: нормальная масса тела — у 30,0%, избыточная масса тела — у 40%, ожирение I степени — у 30%; группа «Закаливание-спорт»: 13,3, 42,9 и 13,3% соответственно). При этом была обнаружена положительная корреляция между ИМТ и возрастом (p=0,004).

Во втором зрелом возрасте процесс старения вызывает значительные изменения в составе тела: обычно ПСЖ в организме увеличивается, а мышечная масса и минеральная плотность костей уменьшаются [16]. Однако ИМТ показывает только соотношение массы и длины тела, может быть превышен как вследствие накопления жира, так и из-за увеличения безжировой массы, что определяли при помощи биоимпеданса.

Такой критерий оценки, как ПСЖ, позволяет оценить наличие избыточной массы тела вследствие накопления жировой массы. Оптимальный уровень содержания жира в организме варьирует в зависимости от пола и возраста. Во втором зрелом возрасте оптимальные значения ПСЖ от общей массы тела для женщин находятся в границах 21—29%, а для мужчин — 19—27% [17]. Необходимо подчеркнуть, что обследуемая выборка в большей степени имела недостаточный процент жировой массы (ПЖМ) или же его содержание было в пределах нормы. Так, в группе женщин «Закаливание» выявлен недостаточный ПЖМ у 41,4%, нормальные значения имели 31,0%, избыточный ПЖМ отмечен у 27,6%. В группе женщин «Закаливание-спорт» по 14,3% имели нормальный или избыточный ПЖМ, а у значительной (71,4%) части в этой группе был зафиксирован недостаточный ПЖМ. У мужчин ни в одной из групп не выявлено случаев избыточного ПЖМ. Большая часть мужчин имели недостаточный ПЖМ (группа «Закаливание — 65,0%; группа «Закаливание-спорт» — 71,4%), у остальных ПСЖ находилось в пределах нормальных значений (группа «Закаливание» — 35,0%; группа «Закаливание-спорт» — 28,6%).

При сравнении нормальных значений [18, 19] содержания безжировой (тощей) массы с полученными в процессе исследования данными установлено, что этот показатель у обследованных соответствовал норме **(табл. 3 и 4)**. Показатель скелетно-мышечной массы у женщин в обеих группах также находился в пределах нормы, а у мужчин превышал среднестатистические значения. Доля АКМ во всех группах находилась выше минимально допустимой нормы. При этом показатели ОЖ у женщин соответствовали физиологической норме, а у мужчин были несколько увеличены. Абсолютные показатели внеклеточной жидкости были выше нормы во всех группах исследования.

При сравнительном анализе индекса ОТ/ОБ между женщинами 1-й и 2-й групп достоверных отличий не обнаружено, а также этот показатель не превышал допустимой нормы, что свидетельствует о гармоничном развитии организма. В то же время между мужчинами 1-й и 2-й групп по показателю ОТ/ОБ было выявлено статистически значимое отличие ($p\leqslant0,05$), причем в группе «Закаливание-спорт» средние значения этого показателя превышали допустимую норму.

При определении биологического возраста по методу В. Сухова у лиц, занимающихся закаливанием, преимущественно наблюдалась замедленная скорость старения **(табл. 5)**. При сравнительном анализе календарного и биологического возраста установлено, что биологический возраст во всех группах был снижен относительно календарного. При этом следует отметить, что как у женщин, так и у мужчин в группе «Закаливание» разница между биологическим и календарным возрастом была более выраженной ($p\leqslant0,01$), чем в группе «Закаливание-спорт» ($p\leqslant0,05$).

Таблица 3. **Показатели биоимпедансного анализа в группах женщин *(M±m)***

Table 3. **Parameters of bioimpedance analysis in groups of women (*M±m*)**

Показатель	Средние нормативные значения	Женщины		*p*
		«Закаливание» (*n*=29)	«Закаливание-спорт» (*n*=7)	
ОО, ккал/сут	1300—1500	1597,83±37,95	1569,14±59,55	0,883
УОО, ккал/м²/сут	—	925,30±21,45	968,39±35,57	0,282
ЖМТ, кг	14—20	19,45±2,58	12,59±2,83	0,234
Доля ЖМТ, %	22—30	27,05±3,83	18,46±2,98	0,249
ТМ, кг	50—55	51,57±1,78	51,27±2,35	0,797
Доля ТМ, %	70—78	76,17±1,95	80,76±3,02	0,395
АКМ, кг	21—30	30,73±1,38	30,14±1,88	0,825
Доля АКМ, %	⩾50	45,61±1,58	47,56±2,81	0,740
СММ, кг	20—26	27,26±1,58	26,2±1,96	0,530
Доля СММ, %	43—48	41,27±2,13	41,20±2,46	0,971
ОЖ, кг	40—45	37,75±1,30	37,53±1,73	0,797
Доля ОЖ, %	≈55	55,77±1,43	59,11±2,21	0,395
КЖ, кг	—	20,71±1,07	21,87±0,86	0,506
Доля КЖ, %	55—60	54,86±1,13	58,27±2,36	0,246
ВКЖ, кг	—	17,05±0,65	15,57±0,87	0,192
Доля ВКЖ, %	40—45	46,40±1,82	41,40±0,50	0,027*
ОТ/ОБ, у.е.	⩽0,85	0,82±0,01	0,78±0,02	0,299

Примечание. Здесь и в табл. 4: ОО — основной обмен; УОО — удельный основной обмен; ЖМТ — жировая масса тела; ТМ — тощая масса; АКМ — активная клеточная масса; СММ — скелетно-мышечная масса; ОЖ — общая жидкость; КЖ — клеточная (внутриклеточная) жидкость; ВКЖ — внеклеточная жидкость; ОТ/ОБ — индекс талия/бедра; *p* (критерий Манна—Уитни) — уровень значимости отличий по сравнению с 1-й группой: * — $p \leqslant 0{,}05$.
Note. Here and in Table. 4: BE — basic exchange; SBM — specific basal metabolism; BFM — body fat mass; LM — lean mass; ACM — active cell mass; SMM — skeletal muscle mass; CF — common fluid; CF — cellular (intracellular) fluid; ECF — extracellular fluid; WI/HI — waist/hip index; *p* (Mann—Whitney test) — level of significance of differences compared to group 1: * — $p \leqslant 0.05$.

Таблица 4. **Показатели биоимпедансного анализа в группах мужчин *(M±m)***

Table 4. **Parameters of bioimpedance analysis in groups of men (*M±m*)**

Показатель	Средние нормативные значения	Мужчины		*p*
		«Закаливание» (*n*=20)	«Закаливание-спорт» (*n*=7)	
ОО, ккал/сут	1500—1800	1991,55±59,40	2021,86±116,96	0,699
УОО, ккал/м²/сут	—	1015,17±19,01	1024,86±30,15	0,588
ЖМТ, кг	15—22	14,07±0,99	12,59±1,51	0,211
Доля ЖМТ, %	18—24	18,07±1,44	15,34±2,16	0,183
ТМ, кг	60—72	68,73±2,55	70,70±4,99	0,757
Доля ТМ, %	76—82	81,86±1,47	84,09±2,27	0,275
АКМ, кг	35—45	43,55±1,88	44,50±3,70	0,699
Доля АКМ%, %	⩾53	52,11±1,66	52,76±2,03	0,643
СММ, кг	30—35	45,93±1,40	42,77±1,64	0,081
Доля СММ, %	48—55	58,59±3,03	51,73±2,58	0,211
ОЖ, кг	45—50	50,32±1,87	51,76±3,65	0,757
Доля ОЖ, %	≈60	59,93±1,07	61,56±1,67	0,241
КЖ, кг	—	27,20±1,91	29,74±3,24	0,536
Доля КЖ, %	55—60	54,05±1,54	57,46±2,82	0,216
ВКЖ, кг	—	23,13±0,75	22,03±0,85	0,438
Доля ВКЖ, %	40—45	48,86±2,88	43,59±2,93	0,211
ОТ/ОБ, у.е.	⩽0,90	0,90±0,01	0,94±0,01	0,036*

Примечание. p (критерий Манна—Уитни) — уровень значимости отличий по сравнению с 1-й группой: * — $p \leqslant 0{,}05$.
Note. p (Mann—Whitney test) — level of significance of differences compared to group 1: * — $p \leqslant 0.05$.

Таблица 5. **Характеристика календарного и биологического возраста в группах**
Table 5. **Characteristics of calendar and biological age in groups**

Показатель	Женщины		Мужчины	
	«Закаливание» (n=29)	«Закаливание-спорт» (n=7)	«Закаливание» (n=20)	«Закаливание-спорт» (n=7)
Распределение по скорости старения (по методике В. Сухова), %				
Замедленная скорость старения	86,2	71,4	90,0	85,7
Нормальная скорость старения	10,3	14,3	5,0	14,3
Ускоренная скорость старения	3,5	14,3	5,0	0,0
Сравнение календарного и биологического возраста, годы ($M\pm m$)				
Календарный	49,1±1,9	45,0±5,6	58,6±2,3	54,4±3,6
Биологический	38,9±1,6**	35,0±2,4*	40,0±2,6**	45,1±4,5*

Примечание. Уровень значимости отличий по сравнению с календарным возрастом: * — $p\leqslant0,05$; ** — $p\leqslant0,01$.
Note. Significance level of differences compared to the calendar age: * — $p\leqslant0.05$; ** — $p\leqslant0.01$.

Нежелательных явлений во время прохождения исследования не наблюдалось.

Обсуждение

Закаливание — это способ повышения устойчивости организма к неблагоприятному воздействию естественных природных факторов в границах физиологического стресса. Главная задача закаливания —выработка устойчивости организма к изменяющимся условиям среды, в частности к охлаждению [20]. Закаленный человек намного проще и быстрее адаптируется к перепадам температуры, у него повышается устойчивость к стрессовым факторам, происходит целостное укрепление организма. Вместе с тем имеются данные, свидетельствующие о том, что «моржевание», которое также относят к закаливанию, может оказывать негативный эффект и приводить к истощению адаптационных систем вследствие длительного воздействия холода. Это связано с негативной перекрестной адаптацией, что впоследствии приводит к развитию хронических заболеваний и процессов дистрофии со снижением функциональной возможности ряда органов и их систем [21, 22].

Проведенный анализ ИМТ продемонстрировал, что мужчины и женщины, занимающиеся закаливанием без дополнительных занятий спортом, имели избыточную массу тела. С учетом того, что ИМТ показывает только соотношение массы и длины тела и обладает слабой диагностической чувствительностью в оценке ожирения и других нарушений трофического статуса [18], он может быть превышен вследствие накопления как жира, так и безжировой массы. Исходя из представленных данных можно отметить, что у женщин в группе «Закаливание» наблюдалось примерно равное распределение по всем категориям, т.е. близкое соотношение нормы, избытка и недостатка жировой массы. У мужчин этой группы при анализе ИМТ было установлено, что большинство находились в зоне избыточной массы тела и ожирения. Однако при оценке процента жира было выявлено, что абсолютное большинство мужчин имели недостаточное содержание жировой массы. При этом важно понимать, что с возрастом процент жира в организме как женщин, так и мужчин возрастает, поскольку это необходимо для правильного функционирования организма, в частности для работы гормональной системы. Следует также обратить внимание на то, что индекс ОТ/ОБ в группе лиц, занимающихся дополнительно спортом, был выше, чем в группе занимающихся только закаливанием. Поскольку этот индекс определяет соотношение ОТ к ОБ, то, скорее всего, он может увеличиваться с возрастом. Поскольку количество жировой массы в группах в большей части было снижено относительно нормальных значений, то можно предположить, что увеличение ОТ происходило за счет увеличения мышц кора, состоящих из большого объема мускулов.

По данным биоимпедансного анализа, абсолютные показатели жировой и безжировой массы тела находились в пределах физиологической нормы. Обращает на себя внимание то, что у мужчин все исследуемые методом биоимпеданса показатели (тощая, активная клеточная, скелетно-мышечная масса, ОЖ, индекс ОТ/ОБ) имели более высокие значения, чем у женщин, и их отличия оказались статистически значимы.

Безжировая (тощая или сухая) масса составляет от 75 до 85% общей массы тела. К ней относится масса всех органов, жидкостей организма, тканей, кроме жировой [23]. Также в состав тощей массы входит скелетно-мышечная масса, которая составляет 30—40% от общей массы тела и включает массу жидкости в организме и белковую массу — актин, миозин. Значительное увеличение мышечной массы — довольно долгий и трудоемкий процесс, которого нельзя достичь, занимаясь в спортивных секциях. В связи с этим содержание тощей массы незначительно отличалось между группами «Закаливание» и «Закаливание-спорт» и не выходило за пределы нор-

мы. При этом более высокие значения тощей массы у мужчин могли быть обусловлены гендерными различиями.

АКМ включает в себя нервные, мышечные клетки, клетки органов и внутриклеточную жидкость. Процентная доля АКМ для женщин выше 50% массы, для мужчин — выше 53% массы тела [18]. В настоящем исследовании содержание АКМ не отличалось между группами женщин и между группами мужчин.

Содержание жидкости в организме человека колеблется в течение суток, месяцев, сезонов. Также оно меняется в зависимости от физиологического состояния человека, рациона питания, уровня физической активности и др. ОЖ — содержание воды в организме, обычно находится в пределах 65—70% от массы тела, или 40—45 кг для женщин и 45—50 кг для мужчин. Она складывается из 5% (3,5 л) внутрисосудистого сектора, 15% (10—12 л) внеклеточного и 40—50% (30—35 л) внутриклеточного пространств. Показатель ОЖ у мужчин на 10% выше, чем у женщин. Результаты настоящего исследования показали, что во всех группах уровни внеклеточной жидкости значительно выходили за границы нормы, при том что количество ОЖ находилось в пределах нормы. Это может быть связано с усилением метаболических процессов в тканях для поддержания температуры тела и предотвращения переохлаждения вследствие постоянного воздействия холодной воды. При оценке биологического возраста по отношению к календарному можно заметить, что во всех группах календарный возраст значительно опережал биологический, т.е. темпы старения были замедлены, а физиологическое состояние организма оказалось лучше должного для данной возрастной категории. Следовательно, можно предположить, что холодная вода способствует оптимизации обменных процессов в организме и соответственно замедлению скорости износа его систем.

Заключение

Несмотря на то что закаливание связано с высоким уровнем как эмоционального, так и физического стресса, оно способствует замедлению скорости старения и износа организма при функционировании естественных физиологических процессов. Как следствие, наблюдается снижение биологического возраста, которое может быть связано как с высоким уровнем здоровья, так и с образом жизни, который ведут лица, приверженные закаливанию холодной/ледяной водой. При этом важно отметить, что холодовые виды закаливания экономичны по времени и финансам и могут сочетаться с любыми другими видами спорта, оздоровительными и профилактическими мероприятиями.

Работа выполнена по государственному заданию ТюмНЦ СО РАН (№1021101215928).

Научная группа благодарит председателя Тюменской областной общественной организации «Федерация закаливания и спортивного зимнего плавания» Алексея Павловича Салмина за оказанную помощь в организации исследования, а также всех участников исследования и руководителей клубов закаливания и зимнего плавания: «АквАспорт-Тюмень», «Кристалл» и «Ювента».

Участие авторов: концепция и дизайн исследования — Т.А. Фишер, С.В. Соловьева; сбор и обработка материала — Т.А. Фишер, С.С. Бобрешова, О.Н. Лепунова, С.В. Соловьева; статистическая обработка данных — С.С. Бобрешова; написание текста — Т.А. Фишер, О.Н. Лепунова, С.С. Бобрешова; редактирование — Т.А. Фишер, С.С. Бобрешова.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflict of interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Бурльер Ф. *Определение биологического возраста человека*. Женева: ВОЗ; 1971.
Bourliere F. *The assessment of biological age in man*. Geneva: WHO; 1971. (In Russ.).
2. Дуров А.М., Прокопьев Н.Я., Назаренко М.А. Оценка биологического возраста у мужчин зрелого возраста, проживающих на севере и юге Тюменской области. *Бюллетень сибирской медицины*. 2012;11(16):191-194.
Durov AM, Prokopiev NYa, Nazarenko MA. Estimation of biological age in middle-age men living in the north and south of the Tyumen region. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2012;11(16):191-194. (In Russ.).
3. Фединяк Н.В. Влияние занятий оздоровительного плавания на биологический возраст и функциональные возможности людей 30—35-летнего возраста. *Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта*. 2014;4:63-67.
Fedinyak NV. Effect of training on improving swimming biological age and capabilities of people aged 30—35 years. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*. 2014;4:63-67. (In Russ.).
https://doi.org/10.6084/m9.figshare.950957
4. Фишер Т.А., Колыванова С.С., Пушников А.А., Лепунова О.Н. Изменение гемодинамических, психофизиологических показателей и адаптационного потенциала мужчин трудоспособного возраста, занимающихся водно-холодовым закаливанием. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2020;97(6):40-49.
Fisher TA, Kolyvanova SS, Pushnikov AA, Lepunova ON. The dynamics of hemodynamic, psychophysiological parameters and adaptive potential of men of working age engaged in water-cold hardening. *Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy*. 2020;97(6):40-49. (In Russ.).
https://doi.org/10.17116/kurort20209706140
5. Фишер Т.А., Колыванова С.С., Дремина Е.Л. *Способ комплексного контрастного закаливания и оздоровления детей дошкольного возраста.* Патент РФ на изобретение №2744024/14.01.21. Бюл. №2. Ссылка активна на 08.12.2021.
Fisher TA, Kolyvanova SS, Dremina EL. inventors; Tyumen Scientific Centre SB RAS, assignee. *Method for complex contrast hardening and health improvement of preschool children.* RF patent No. 2744024. January 14, 2021. Accessed December 8, 2021. (In Russ.).
https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet

6. Маслов Л.Н., Вычужанова Е.А. Роль симпатоадреналовой системы в адаптации к холоду. *Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова*. 2015;101(2):145-162.
Maslov LN, Vychuzhanina EA. Role of sympatho-adrenomedullar system in adaptation to cold. *Russian Journal of Physiology*. 2015;101(2):145-162. (In Russ.).
7. Castellani JW, Young AJ. Human physiological responses to cold exposure: Acute responses and acclimatization to prolonged exposure. *U.S. Army Research Institute of Environmental Medicine*. 2016;196:63-74. https://doi.org/10.1016/j.autneu.2016.02.009
8. Young AJ. *Homeostatic responses to prolonged cold exposure: human cold acclimatization. Supplement 14. Handbook of Physiology, Environmental Physiology*. New York: Oxford University Press; 1996. https://doi.org/10.1002/cphy.cp040119
9. Janský L, Matousková E, Vávra V, Vybíral S, Janský P, Jandová D, Knízková I, Kunc P. Thermal, cardiac and adrenergic responses to repeated local cooling. *Physiol Res*. 2006;55(5):543-549.
10. Yakimenko MA. Thermoregulation in man during cold adaptation. *Arctic Med Res*. 1991;(suppl):534-536.
11. Mäkinen TM. Different types of cold adaptation in humans. *Front Biosci*. 2010;2:1047-1067. https://doi.org/10.2741/s117
12. Мейгал А.Ю. Онтогенетическая модель гравитации и невесомости: теоретические и практические аспекты. *Физиология человека*. 2011;37(6):130-138
Meigal AYu. The Ontogenetic Model of Gravitation and Weightlessness: Theoretical and Applied Aspects. *Human Physiology*. 2011;37(6):130-138. (In Russ.).
13. Hanssen MJ, Hoeks J, Brans B, van der Lans AA, Schaart G, van den Driessche JJ, Jörgensen JA, Boekschoten MV, Hesselink MK, Havekes B, Kersten S, Mottaghy FM, van Marken Lichtenbelt WD, Schrauwen P. Short-term cold acclimation improves insulin sensitivity in patients with type 2 diabetes mellitus. *Nature Medicine*. 2015;21(8):863-865. https://doi.org/10.1038/nm.3891
14. Чтецов В.П., Никитюк Б.А. *Морфология человека: учеб. пособие*. М.: Изд-во Моск. ун-та; 1990.
Chtecov VP, Nikitjuk BA. *Morfologija cheloveka: ucheb. posobie*. Moskva: Izd-vo Mosk. un-ta; 1990. (In Russ.).
15. Гуштурова И.В. *Практикум по основам геронтологии: учебное пособие*. Ижевск: Издательский дом «Удмуртский университет»; 2019.
Gushturova IV. *Praktikum po osnovam gerontologii: uchebnoe posobie*. Izhevsk: Izdatel'skij dom «Udmurtskij universitet»; 2019. (In Russ.).
16. St-Onge MP, Gallagher D. Body composition changes with aging: the cause or the result of alterations in metabolic rate and macronutrient oxidation? *Nutrition*. 2010;26(2):152-155. https://doi.org/10.1016/j.nut.2009.07.004
17. Сальникова С. Сравнительная характеристика физического состояния женщин 30—49 лет по показателям физической подготовленности в зависимости от содержания жировых компонентов массы тела. *Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві*. 2017;1(37):77-82.
Salnikova S. Comparative Characteristics of the Physical Training of Women between 30 and 49 Years of Age Based on Indicators of Physical Training Depending on the Body Weight Fat Component Content. *Physical Education, Sport and Health Culture in Modern Society*. 2017;1(37):77-82. (In Russ.).
18. Гайворонский И.В., Ничипорук Г.И., Гайворонский И.Н., Ничипорук Н.Г. Биоимпедансометрия как метод оценки компонентного состава тела человека (обзор литературы). *Вестник СПбГУ. Медицина*. 2017;12(4):365-384.
Gajvoronskij IV, Nichiporuk GI, Gajvoronskij IN, Nichiporuk NG. Bioimpedansometry as a method of the component bodystructure assessment (review). *Vestnik of Saint Petersburg University. Medicine*. 2017;12(4):365-384. (In Russ.).
https://doi.org/10.21638/11701/spbu11.2017.406
19. Николаев Д.В., Смирнов А.В., Бобринская И.Г., Руднев С.Г. *Биоимпедансный анализ состава тела человека*. М.: Наука; 2009.
Nikolaev DV, Smirnov AV, Bobrinskaya IG, Rudnev SG. *Bioelectric impedance analysis of human body composition*. M.: Nauka; 2009. (In Russ.).
20. Ермакова Е.Г. Закаливание организма. Средства, принципы и методы закаливания. *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2018;5-1:40-42.
Ermakova EG. Zakalivanie organizma. Sredstva, principy i metody zakalivanija. *Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnyh i estestvennyh nauk*. 2018;5-1:40-42. (In Russ.).
21. Manolis AS, Manolis SA, Manolis AA, Manolis TA, Apostolaki N, Melita H. Winter Swimming: Body Hardening and Cardiorespiratory Protection Via Sustainable Acclimation. *Curr Sports Med Rep*. 2019;18(11):401-415. https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000653
22. Егорова Л.В. Стресс-факторы в зимнем плавании. *E-scio*. 2019;9:12-16.
Egorova LV. Stress-faktory v zimnem plavanii. *E-scio*. 2019;9:12-16. (In Russ.).
23. Мартиросов Э.Г., Николаев Д.В., Руднев С.Г. *Технологии и методы определения состава тела человека*. М.: Наука; 2006.
Martirosov EG, Nikolaev DV, Rudnev SG. *Technologies and methods of human body composition assessment*. M.: Nauka; 2006. (In Russ.).

Получена 16.12.2021
Received 16.12.2021
Принята в печать 30.12.2021
Accepted 30.12.2021