

**ЛОЙКО Татьяна Васильевна**, канд. пед. наук, доцент  
**РУБЧЕНЯ Ирина Николаевна**, канд. биол. наук, доцент  
**ЖИЛКО Наталия Вячеславовна**  
**НИКИТИНА Мария Георгиевна**

*Белорусский государственный университет физической культуры,  
Минск, Республика Беларусь*

## **СОСТОЯНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОРГАНИЗМА И ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ С УЧЕТОМ ТЕМПОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО СТАРЕНИЯ**

В статье представлены результаты исследования темпов старения у студентов, обучающихся в учреждении высшего образования физкультурного профиля с учетом их половой принадлежности и преимущественной направленности выполняемых физических нагрузок. Проведен анализ особенностей функционального состояния сердечно-сосудистой системы, системы дыхания, вестибулярной сенсорной системы и вегетативной регуляции сердечной деятельности у студентов с ускоренными, нормальными и замедленными темпами старения. Показано, что в юношеском возрасте темпы старения в большей степени отражаются на функциональном состоянии системы дыхания и качестве вестибуло-соматических рефлексов. Различия по функциональному состоянию сердечно-сосудистой системы и механизмов вегетативной регуляции сердечной деятельности между студентами с разными темпами старения менее выражены. Замедление темпов старения чаще наблюдалось у студентов, выполняющих физические нагрузки преимущественно аэробной направленности.

**Ключевые слова:** темпы старения; биологический возраст; сердечно-сосудистая система; система дыхания; вестибулярная сенсорная система; вегетативная регуляция сердечной деятельности; аэробная и скоростно-силовая физическая нагрузка; студенты; юноши; девушки.

## **THE STATE OF PHYSIOLOGICAL SYSTEMS AND VEGETATIVE REGULATION OF CARDIAC ACTIVITY IN STUDENT YOUTH TAKING INTO ACCOUNT THE RATE OF BIOLOGICAL AGING**

The article presents the results of a study of the rate of aging in students studying in a higher education establishment of a physical culture profile, taking into account their gender and the predominant orientation of the physical activity performed. Analysis of the features of the functional state of the cardiovascular system, the respiratory system, the vestibular sensory system, and the autonomic regulation of cardiac activity in students with accelerated, normal, and delayed rates of aging has been carried out. It is shown that in adolescence, the rate of aging is more affected by the functional state of the respiratory system and the quality of vestibulo-somatic reflexes. Differences in the functional state of the cardiovascular system and the mechanisms of autonomic regulation of cardiac activity among students with different rates of aging are less pronounced. Slowing down of the rate of aging was more often observed in students performing physical activities mainly of an aerobic orientation.

**Keywords:** aging rates; biological age; cardiovascular system; respiratory system; vestibular sensory system; autonomic regulation of cardiac activity; aerobic and speed-strength physical activity; students; young men; young women.

Темпы старения определяют скорость возрастного изнашивания морфологических структур и физиологических систем организма, снижения его функциональных резервов. Ускорение темпов старения приводит к преждевременному возрастному снижению уровня адаптации человека к стрессовым факторам окружающей сре-

ды, более ранней потере его трудоспособности.

Человек, несведущий в вопросах геронтологии, может считать, что перечисленные выше возрастные изменения в деятельности его организма начинают формироваться лишь в пожилом возрасте. Однако такое мнение является глубоким

заблуждением. Даже в юношеском возрасте нерациональная организация труда и отдыха может послужить толчком к ускорению темпов старения, сопровождающемуся преждевременным ухудшением функционального состояния физиологических систем организма.

Цель исследования – изучить особенности функционального состояния кардиореспираторной системы, вестибулярной сенсорной системы и вегетативной регуляции сердечной деятельности у студентов с различными темпами старения.

Для ее достижения было обследовано 100 студентов Белорусского государственного университета физической культуры (50 юношей и 50 девушек), занимающихся аэробными и скоростно-силовыми видами спорта. Возраст исследуемых составил 18–20 лет.

Темпы старения определяли по методике А.Л. Решетюка и др. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы изучали с использованием пульсометрии и измерения артериального давления методом Короткова. Частоту сердечных сокращений (ЧСС), систолическое, диастолическое и пульсовое артериальное давление (соответственно СД, ДД, ПД) определяли в покое и после 2-минутной степ-тестовой нагрузки. Рассчитывали общий гемодинамический показатель (ОГП) [1, 2].

Для изучения функционального состояния системы дыхания использовали спирометрию, пробы Штанге и Генчи. Определяли жизненную емкость легких (ЖЕЛ); время задержки дыхания на вдохе и выдохе. Рассчитывали жизненный индекс (ЖИ) [3, 4].

Состояние вегетативной регуляции сердечной деятельности в покое и при нагрузке изучали методом кардиоинтервалографии. Определяли следующие показатели: мода (Мо), амплитуда моды (АМо), вариационный размах (ВР), индекс напряжения (ИН) и индекс напряжения Баевского (ИНБ) [1, 5].

Функциональное состояние вестибулярной сенсорной системы определяли с использованием пробы на статическую балансировку [1].

В ходе исследования было установлено, что темпы старения юношей являлись, как правило, нормальными или ускоренными, девушек – замедленными или нормальными (рисунок).

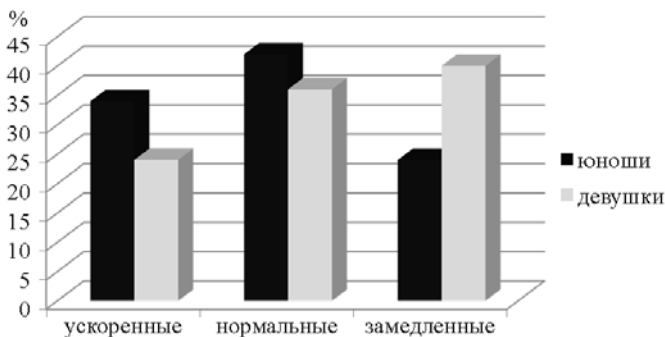


Рисунок – Распределение студентов по темпам старения

Таким образом, уже в юношеском возрасте, когда возрастное становление большинства органов и физиологических систем организма только завершилось или приблизилось к завершению, темпы старения юношей заметно превышали темпы старения девушек. Установленный факт является одной из важнейших предпосылок более низкой продолжительности жизни мужчин по сравнению с женщинами. По данным Минздрава Республики Беларусь на сентябрь 2020 года средняя продолжительность жизни представителей сильного пола составляла 64 года, у представительниц прекрасной половины человечества – 78 лет.

С целью замедления возрастных изменений, происходящих в организме, продления периода активной и творческой жизнедеятельности многие авторы реко-

мендуют регулярное выполнение физических нагрузок [6–9].

Мы изучили темпы старения юношей и девушек с различной направленностью тренировочного процесса в избранных ими видах спорта. Установлено, что у юношей, занимающихся как скоростно-силовыми, так и аэробными видами спорта, нормальные и замедленные темпы старения встречались практически с одинаковой частотой (у первых – в 64 % случаев, у вторых – в 68 % случаев). У девушек, занимающихся скоростно-силовыми видами спорта, аналогичные темпы старения выявлялись значительно реже, чем у студенток, занимающихся аэробными видами спорта (соответственно в 64 % и 88 % случаев).

Выявленные половые особенности могут быть обусловлены исторически сложившимся распределением социальных ролей между мужчинами и женщинами. Мужчина – добытчик и защитник. Реализация этой роли сопряжена с выполнением как аэробной, так и скоростно-силовой физической нагрузки. Женщина – мать, хранительница домашнего очага. В ходе реализации данной роли она выполняет

физические нагрузки почти исключительно аэробного характера.

В ходе эволюции человека данная особенность двигательной активности представителей разного пола, вероятно, закрепились на генетическом уровне и обусловила установленные в данном исследовании различия по степени влияния физических нагрузок различной направленности на темпы старения юношей и девушек.

На следующем этапе исследования все студенты, отдельно юноши и девушки, в зависимости от темпов старения были разделены на три группы. Первую группу составили исследуемые с ускоренными темпами (у/т) старения, вторую – с нормальными темпами (н/т), третью – с замедленными темпами (з/т) старения. В каждой группе изучались особенности функционального состояния сердечно-сосудистой системы, системы дыхания, вегетативной регуляции сердечной деятельности и вестибулярной сенсорной системы.

Между группами студентов, независимо от их половой принадлежности, практически отсутствовали статистически значимые различия по показателям сер-

Таблица 1. – Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы в покое и после степ-тестовой нагрузки у юношей с различными темпами старения

Показатели	Темпы старения			Значимость различий (P)		
	ускоренные (n=17)	нормальные (n=21)	замедленные (n=12)	у/т–н/т	у/т–з/т	н/т–з/т
Покой						
ЧСС, уд/мин	65,12±1,79	66,71±1,99	62,83±1,84	>0,05	>0,05	>0,05
СД, мм рт. ст.	120,59±2,11	122,38±4,47	116,25±1,46	>0,05	>0,05	>0,05
ДД, мм рт. ст.	70,29±1,68	74,29±1,88	71,67±1,62	>0,05	>0,05	>0,05
ПД, мм рт. ст.	50,29±2,48	48,10±2,22	44,58±1,98	>0,05	>0,05	>0,05
ОГП, усл. ед.	152,18±2,61	157,03±2,79	149,36±2,32	>0,05	>0,05	<0,05
Степ-тестовая нагрузка						
ЧСС, уд/мин	142,59±6,59	146,86±4,34	127,50±3,87	>0,05	>0,05	<0,05
СД, мм рт. ст.	171,18±5,79	173,57±6,77	169,17±8,38	>0,05	>0,05	>0,05
ДД, мм рт. ст.	65,88±3,83	65,95±3,31	71,25±4,17	>0,05	>0,05	>0,05
ПД, мм рт. ст.	105,29±8,47	107,62±8,99	97,92±10,90	>0,05	>0,05	>0,05

дечно-сосудистой системы, как в покое, так и после нагрузки. В покое средние значения ЧСС, СД, ДД и ПД в группах юношей и девушек с различными темпами старения соответствовали физиологической норме. Средняя величина ОГП во всех группах соответствовала удовлетворительному состоянию гемодинамики (таблицы 1, 2).

Между группами юношей с нормальными и замедленными темпами старения выявлены статистически значимые различия по величине ОГП и ЧСС после нагрузки. У вторых они были ниже (таблица 1). У девушек прослеживалась тенденция к снижению ЧСС после нагрузки по мере перехода от групп с ускоренными и нормаль-

ными темпами старения к группе с замедленными темпами старения (таблица 2).

Представленные данные свидетельствуют о лучшем гемодинамическом состоянии юношей с более медленными темпами старения, лучшем приспособлении их сердечно-сосудистой системы к физической нагрузке. У девушек межгрупповые различия по показателям сердечно-сосудистой системы как в покое, так и при нагрузке, менее выражены.

Сравнительный анализ показателей системы дыхания в группах студентов с различными темпами старения выявил наличие многочисленных статистически значимых различий, особенно у девушек (таблицы 3, 4).

Таблица 2. – Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы в покое и после степ-тестовой нагрузки у девушек с различными темпами старения

Показатели	Темпы старения			Значимость различий (P)		
	ускоренные (n=12)	нормальные (n=18)	замедленные (n=20)	у/т–н/т	у/т–з/т	н/т–з/т
Покой						
ЧСС, уд/мин	67,58±2,91	69,89±1,90	67,50±1,88	>0,05	>0,05	>0,05
СД, мм рт. ст.	113,33±2,83	113,33±1,99	112,25±1,08	>0,05	>0,05	>0,05
ДД, мм рт. ст.	71,25±2,05	72,22±1,33	68,50±1,18	>0,05	>0,05	>0,05
ПД, мм рт. ст.	42,08±1,76	41,11±1,89	43,75±1,39	>0,05	>0,05	>0,05
ОГП, усл. ед.	152,86±2,53	155,81±2,80	150,58±2,05	>0,05	>0,05	>0,05
Степ-тестовая нагрузка						
ЧСС, уд/мин	153,50±4,39	153,00±3,64	143,20±4,42	>0,05	>0,05	>0,05
СД, мм рт. ст.	160,00±3,15	154,72±4,02	152,25±3,32	>0,05	>0,05	>0,05
ДД, мм рт. ст.	72,92±1,87	70,56±1,31	69,25±1,72	>0,05	>0,05	>0,05
ПД, мм рт. ст.	87,08±3,05	84,17±3,80	83,00±3,50	>0,05	>0,05	>0,05

Таблица 3. – Функциональное состояние системы дыхания у юношей с различными темпами старения

Показатели	Темпы старения			Значимость различий (P)		
	ускоренные (n=17)	нормальные (n=21)	замедленные (n=12)	у/т–н/т	у/т–з/т	н/т–з/т
ЖЕЛ, л	5,15±0,14	5,44±0,11	5,26±0,14	>0,05	>0,05	>0,05
ЖИ, мл/кг	69,25±2,02	73,21±4,47	72,19±1,24	>0,05	>0,05	>0,05
Время задержки дыхания на вдохе, с	75,76±6,50	82,14±6,28	115,00±7,27	>0,05	<0,05	<0,05
Время задержки дыхания на выдохе, с	36,53±3,08	40,00±3,01	51,00±5,19	>0,05	<0,05	>0,05

Таблица 4. – Функциональное состояние системы дыхания у девушек с различными темпами старения

Показатели	Темпы старения			Значимость различий (P)		
	ускоренные (n=17)	нормальные (n=21)	замедленные (n=12)	у/т–н/т	у/т–з/т	н/т–з/т
ЖЕЛ, л	3,66±0,11	3,76±0,13	4,23±0,18	>0,05	>0,05	>0,05
ЖИ, мл/кг	62,96±1,63	62,65±1,91	70,15±2,56	>0,05	<0,05	<0,05
Время задержки дыхания на вдохе, с	41,33±3,35	58,61±1,53	74,15±3,30	<0,05	<0,05	<0,05
Время задержки дыхания на выдохе, с	29,58±2,74	39,67±1,80	46,00±3,11	<0,05	<0,05	>0,05

Средние значения изучаемых показателей, как у юношей, так и у девушек, независимо от темпов старения, находились в пределах физиологической нормы. Наиболее высокие значения ЖИ, времени задержки дыхания на вдохе и выдохе отмечались у студентов с замедленными темпами старения. Большинство различий статистически значимо, особенно у девушек. Это свидетельствует о лучшем функциональном состоянии системы дыхания у студентов с более медленными темпами старения.

Анализ показателей кардиоинтервалограммы, зарегистрированной в покое и в ортостазе, выявил практически полное отсутствие статистически значимых разли-

чий по величине Мо, АМо, ВР, ИН и ИНБ у юношей и девушек с различными темпами старения (таблицы 5, 6).

Средние значения ИН в покое во всех группах юношей соответствовали исходной нормотонии. У девушек только в группе с замедленными темпами старения величина обсуждаемого показателя соответствовала исходной нормотонии. В группе студенток с нормальными темпами старения обсуждаемый показатель находился четко на границе между исходной нормотонией и исходной симпатикотонией. У девушек с ускоренными темпами старения значение ИН соответствовало исходной симпатикотонии (таблицы 5, 6).

Таблица 5. – Состояние вегетативной регуляции сердечной деятельности в покое и ортостазе у юношей с различными темпами старения

Показатели	Темпы старения			Значимость различий (P)		
	ускоренные (n=17)	нормальные (n=21)	замедленные (n=12)	у/т–н/т	у/т–з/т	н/т–з/т
Покой						
Мо, с	0,91±0,04	0,90±0,04	0,92±0,03	>0,05	>0,05	>0,05
АМо, %	37,05±3,68	37,78±2,87	35,39±3,07	>0,05	>0,05	>0,05
ВР, с	0,36±0,04	0,41±0,06	0,44±0,08	>0,05	>0,05	>0,05
ИН, усл.ед.	63,26±10,65	81,67±15,56	74,33±20,04	>0,05	>0,05	>0,05
Ортостаз						
Мо, с	0,75±0,04	0,75±0,03	0,75±0,03	>0,05	>0,05	>0,05
АМо, %	38,78±4,03	38,43±1,95	35,92±3,30	>0,05	>0,05	>0,05
ВР, с	0,40±0,06	0,41±0,08	0,33±0,05	>0,05	>0,05	>0,05
ИН, усл. ед.	100,02±20,91	89,35±10,48	94,96±17,24	>0,05	>0,05	>0,05
ИНБ, усл. ед.	2,33±0,68	2,00±0,41	1,93±0,39	>0,05	>0,05	>0,05

Таблица 6. – Состояние вегетативной регуляции сердечной деятельности в покое и ортостазе у девушек с различными темпами старения

Показатели	Темпы старения			Значимость различий (P)		
	ускоренные (n=12)	нормальные (n=18)	замедленные (n=20)	у/т–н/т	у/т–з/т	н/т–з/т
Покой						
Мо, с	0,89±0,05	0,85±0,02	0,92±0,03	>0,05	>0,05	<0,05
АМо, %	34,61±2,84	35,95±2,34	32,32±1,34	>0,05	>0,05	>0,05
ВР, с	0,37±0,07	0,36±0,05	0,36±0,03	>0,05	>0,05	>0,05
ИН, усл. ед.	100,38±25,58	90,66±20,75	58,92±6,86	>0,05	>0,05	>0,05
Ортостаз						
Мо, с	0,71±0,04	0,66±0,02	0,73±0,04	>0,05	>0,05	>0,05
АМо, %	38,85±3,06	44,02±2,72	38,77±2,06	>0,05	>0,05	>0,05
ВР, с	0,42±0,10	0,62±0,34	0,34±0,04	>0,05	>0,05	>0,05
ИН, усл. ед.	142,32±47,82	160,58±36,59	114,32±15,78	>0,05	>0,05	>0,05
ИНБ, усл. ед.	1,74±1,10	3,27±1,18	2,53±0,46	>0,05	>0,05	>0,05

Представленные данные свидетельствуют о том, что в возрасте 18–20 лет девушки с более высокими темпами старения характеризуются более значительным, а порой и чрезмерным напряжением механизмов вегетативной регуляции сердечной деятельности в состоянии покоя. У юношей данная зависимость не наблюдалась.

Средняя величина ИНБ во всех группах юношей соответствовала гиперсимпатикотоническому типу вегетативной реактивности. У девушек величина обсуждаемого показателя соответствовала данному типу вегетативной реактивности в группах с ускоренными и нормальными темпами старения. У студенток с замедленными темпами старения она соответствовала наиболее благоприятному нормотоническому типу (таблицы 5, 6).

Представленные данные свидетельствуют о том, что темпы старения юношей не оказывали существенного влияния на глубину вегетативных сдвигов, происходящих в организме в ответ на выполнение ортостатической нагрузки. У девушек с более низкими темпами старения наблюдались более адекватные вегетативные сдвиги при выполнении данной нагрузки.

Сравнительный анализ времени сохранения статического баланса у студентов с различными темпами старения показал, что наиболее продолжительным оно было у юношей и девушек с замедленными темпами старения, наиболее коротким – с ускоренными темпами старения (таблица 7).

Из этого следует, что ускорение темпов старения негативно отражается на функционировании вестибулярной сенсорной системы.

Таблица 7. – Время сохранения статического баланса юношами и девушками с различными темпами старения, с

Контингент	Темпы старения			Значимость различий (P)		
	ускоренные (n=17)	нормальные (n=21)	замедленные (n=12)	у/т–н/т	у/т–з/т	н/т–з/т
Юноши	27,24±3,13	54,95±8,82	74,33±9,58	<0,05	<0,05	>0,05
Девушки	38,67±5,40	39,44±5,61	55,80±8,00	>0,05	>0,05	>0,05

Таким образом, результаты проведенного исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. В возрасте 18–20 лет темпы старения студентов разного пола не одинаковые. У юношей процессы старения протекают быстрее, чем у девушек.

2. В юношеском возрасте темпы старения в большей степени влияют на функциональное состояние системы дыхания, особенно у девушек, и качество вестибуло-соматических рефлексов, особенно у юношей. Различия по функциональному состоянию сердечно-сосудистой системы и механизмов вегетативной регуляции сердечной деятельности между студента-

ми с разными темпами старения выражены слабее.

3. В возрасте 18–20 лет различия по функциональному состоянию кардиореспираторной системы, вестибулярной сенсорной системы и механизмов вегетативной регуляции сердечной деятельности между студентами с нормальными и замедленными темпами старения выражены в большей степени, чем между студентами с нормальными и ускоренными темпами старения, как у юношей, так и у девушек.

4. Замедлению темпов старения у студентов способствует правильно организованная двигательная активность с акцентом на физические нагрузки аэробной направленности.

1. Логвин, В. П. *Лабораторный практикум по учебной дисциплине «Физиология спорта»* / В. П. Логвин, Т. В. Лойко, Н. В. Жилко ; под общ. ред. В. П. Логвина. – Минск : БГУФК, 2019. – 88 с.

2. *Соматическое здоровье и методы его оценки : учеб.-метод. пособие по дисциплине «Физическое воспитание» для студентов всех специальностей / сост. В. А. Пасичниченко, Д. Н. Давиденко. – Минск : БГТУ, 2006. – 44 с.*

3. Гамза, Н. А. *Функциональные пробы в спортивной медицине : пособие* / Н. А. Гамза, Г. Р. Гринь, Т. В. Жукова. – 10-е изд., доп. – Минск : БГУФК, 2018. – 57 с.

4. *Медицинское обеспечение оздоровительной физической культуры : метод. пособие / сост. Е. А. Лосицкий, Г. А. Боник. – Минск : ИВЦ Минфина, 2007. – 80 с.*

5. Юшкевич, Т. П. *Управление тренировочной нагрузкой юных спринтеров на основе показателей функционального контроля : метод. рекомендации* / Т. П. Юшкевич, В. И. Приходько, Т. В. Лойко. – Минск : БГУФК, 2011. – 26 с.

6. *Двигательная активность и питание – основные факторы здоровья и долголетия человека / В. М. Киселев [и др.] // Здоровый образ жизни : сб. ст. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: В. М. Киселев (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2013. – Вып. 10. – С. 5–15.*

7. Пристром, М. С. *Средства сохранения здоровья и долголетия* / М. С. Пристром, С. Л. Пристром. – Минск : Беларуская навука, 2009. – 185 с.

8. Лисицкая, Т. С. *Фитнес против старения* / Т. С. Лисицкая, С. А. Кувшинникова // *Теория и практика физической культуры*. – 2016. – № 3. – С. 104.

9. Лойко, Т. В. *Двигательная активность – путь к здоровью и долголетию : метод. рекомендации* / Т. В. Лойко. – Минск : БГУФК, 2019. – 43 с.