

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ПРОДУКТОВ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ У КОНЬКОБЕЖЦЕВ-СПРИНТЕРОВ

Статья посвящена изучению содержания четырех категорий липопероксидов в слюне конькобежцев – спринтеров в течение годовичного тренировочного цикла.

Ключевые слова: *перекисное окисление липидов (ПОЛ), первичные и вторичные продукты ПОЛ, конькобежцы – спринтеры.*

Для профессиональных спортсменов важна проблема адаптации организма к физическим нагрузкам потому, что чем быстрее организм адаптируется к необходимой физической нагрузке, тем быстрее спортсмен покажет высокий результат. Процесс адаптации организма к мышечной деятельности (физической нагрузке) происходит под влиянием систематических занятий физическими упражнениями. Он характеризуется определенными сдвигами биохимических и физиологических процессов (в том числе перекисного окисления липидов), которые приводят к улучшению и совершенствованию функционального состояния организма спортсмена. Однако неадекватные и чрезмерные физические нагрузки, сопровождающиеся недостаточным снабжением организма кислородом и воздействием стресса, приводят к активации процессов липопероксидации, которые способны вызвать нарушения в работе органов и систем [1; 2; 5; 6; 7; 10]. При чрезмерной активации процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в масштабе всего организма у человека снижается работоспособность и развивается утомление. Для оценки глубины биодеструктивных процессов в организме, с целью контроля и коррекции тренировочного процесса, у спортсменов проводят определение содержания продуктов ПОЛ в биологических жидкостях организма [4; 8; 9; 10].

Материалы и методы исследования. Определение продуктов ПОЛ в гептан-изопропанольных экстрактах слюны производилось спектрофотометрическим методом по И. А. Волчегорскому с соавт. (1989, 2000) [3]. Результаты рассчитывались в виде индексов окисления – E232/E220 и E278/E220, которые отражают относительный уровень

первичных (диеновые конъюгаты) и вторичных (кетодиены и сопряженные триены) продуктов ПОЛ. В качестве контроля использовалась слюна здоровых людей, не занимающихся спортом соответствующих возрастных групп.

Результаты исследования их обсуждение.

И При сопоставлении процентного отношения продуктов ПОЛ группы мужчин конькобежцев–спринтеров от соответствующих значений контрольной группы в базовый общеподготовительный период оказалось, что содержание первичных гептанрастворимых продуктов составило 190,860 %, вторичных – 226,629 %; значение изопропанолрастворимых диеновых конъюгатов и кетодиенов и сопряженных триенов оставили 328,814 % и 225 % соответственно (таблица 1). В базовый специальноподготовительный период у спортсменов наблюдалось увеличение в содержании гептанфильных продуктов ПОЛ и уменьшение изопропанолрастворимых продуктов. Так, в процентном отношении от значений контроля гептанрастворимые диеновые конъюгаты составили 207,730 %, гептанрастворимые кетодиены и сопряженные триены – 261,456 %, первичные изопропанолрастворимые продукты – 107,895 %, а вторичные изопропанолрастворимые продукты составили 88,154 % (таблица 1). В соревновательный период было отмечено понижение содержания гептанфильных и повышение изопропанолрастворимых продуктов ПОЛ в группе мужчин конькобежцев–спринтеров. Поэтому при сопоставлении полученных значений со значениями контрольной группы гептанфильные диеновые конъюгаты составили 127,490 %, гептанфильные кетодиены и сопряженные триены – 135,566 %, изопропанолраствори-

мые диеновые конъюгаты – 250,454 %, изопропанолрастворимые кетодиены и сопря-

женные триены – 301,587 % от значений контрольной группы (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание продуктов ПОЛ в группе мужчин-спринтеров и их процентное содержание от значений контроля ($M \pm m$)

Период	Продукты ПОЛ							
	Первичные гептанофильные		Вторичные гептанофильные		Первичные изопропанолрастворимые		Вторичные изопропанолрастворимые	
	мужчины-спринтеры	значения контроля	мужчины-спринтеры	значения контроля	мужчины-спринтеры	значения контроля	мужчины-спринтеры	значения контроля
Базовый обще-подготовительный	0,710 ± 0,063 (0,647-0,773) 190,860 %	0,372 ± 0,001 (0,371-0,373)	0,800 ± 0,074 (0,726-0,874) 226,629 %	0,353 ± 0,257 (0,096-0,610)	0,970 ± 0,378 (0,592-1,348) 328,814 %	0,295 ± 0,002 (0,293-0,297)	0,720 ± 0,165 (0,555-0,885) 225 %	0,320 ± 0,100 (0,220-0,420)
Базовый специально-подготовительный	0,860 ± 0,037 (0,823-0,897) 207,730 %	0,414 ± 0,155 (0,259-0,569)	0,970 ± 0,028 (0,942-0,998) 261,456 %	0,371 ± 0,257 (0,114-0,628)	0,410 ± 0,025 (0,385-0,435) 107,895 %	0,380 ± 0,134 (0,246-0,514)	0,320 ± 0,032 (0,288-0,352) 88,154 %	0,363 ± 0,110 (0,253-0,473)
Соревновательный	0,640 ± 0,105 (0,535-0,745) 127,490 %	0,502 ± 0,155 (0,347-0,657)	0,850 ± 0,147 (0,703-0,997) 135,566 %	0,627 ± 0,257 (0,370-0,884)	1,380 ± 0,393 (0,987-1,773) 250,454 %	0,551 ± 0,134 (0,417-0,685)	1,140 ± 0,182 (0,958-1,322) 301,587 %	0,378 ± 0,100 (0,278-0,478)

Примечание: Диеновые конъюгаты – первичные продукты ПОЛ (E 232/220).

Кетодиены и сопряженные триены – вторичные продукты ПОЛ (E 278/220).

При сопоставлении показателей содержания гептанофильных и изопропанолрастворимых продуктов ПОЛ группы мужчин конькобежцев-спринтеров разных тренировочных периодов было установлено следующее.

1. Значение содержания первичных гептанрастворимых продуктов, полученное в базовый общеподготовительный период, составило 82,558 % от соответствующих значений базового специальноподготовительного периода и 110,938 % от значений соревновательного периода;

содержание вторичных гептанрастворимых продуктов ПОЛ базового общеподготовительного периода составило 82,474 % от соответствующих значений базового специальноподготовительного периода и 94,118 % от значений соревновательного периода;

содержание первичных изопропанолрастворимых продуктов базового общеподготовительного периода составило 236,585 % от соответствующих значений базового

специальноподготовительного периода и 70,290 % от значений соревновательного периода;

содержание вторичных изопропанолрастворимых продуктов общеподготовительного периода составило 225 % от значений базового специальноподготовительного периода и 63,158 % от значений соревновательного периода (таблица 2).

2. Содержание гептанофильных диеновых конъюгатов базового специальноподготовительного периода составило 121,127 % от соответствующих значений базового общеподготовительного периода и 134,375 % от значений соревновательного периода;

содержание гептанофильных кетодиенов и сопряженных триенов базового специальноподготовительного периода составило 121,250 % от значений базового общеподготовительного периода и 114,118 % от значений соревновательного периода;

содержание изопропанолрастворимых диеновых конъюгатов базового специально-

подготовительного периода составило 42,268 % от соответствующих значений базового общеподготовительного периода и 29,710 % от значений соревновательного периода;

содержание изопропанолрастворимых кетодиенов и сопряженных триенов базового специальноподготовительного периода составило 44,444 % от соответствующих значений базового общеподготовительного периода и 28,070 % от значений соревновательного периода (таблица 2).

3. Содержание первичных гептанрастворимых продуктов ПОЛ у спортсменов в соревновательном периоде составило 90,141 % от соответствующих значений базового общеподготовительного периода и 74,419 % от значений, полученных в базовый специальноподготовительный период;

содержание вторичных гептанрастворимых продуктов соревновательного периода составило 106,250 % от соответствующих значений базового общеподготовительного периода и 87,629 % от значений базового специальноподготовительного периода;

содержание изопропанолрастворимых диеновых конъюгатов соревновательного периода составило 142,268 % от значений базового общеподготовительного периода и 336,585 % от соответствующих значений базового специальноподготовительного периода;

содержание изопропанолрастворимых кетодиенов и сопряженных триенов в соревновательном периоде составило 158,333 % от значений базового общеподготовительного периода и 356,250 % от соответствующих значений базового специальноподготовительного периода (таблица 2).

Таблица 2 – Процентное содержание продуктов ПОЛ в группе мужчин конькобежцев-спринтеров от значений различных тренировочных периодов

Период	Продукты ПОЛ				Содержание продуктов ПОЛ
	Первичные гептанфильные	Вторичные гептанфильные	Первичные изопропанолрастворимые	Вторичные изопропанолрастворимые	
Базовый общеподготовительный	82,558 %	82,474 %	236,585 %	225 %	От значений 2-го периода
	110,938 %	94,118 %	70,290 %	63,158 %	От значений 3-го периода
Базовый специальноподготовительный	121,127 %	121,250 %	42,268 %	44,444 %	От значений 1-го периода
	134,375 %	114,118 %	29,710 %	28,070 %	От значений 3-го периода
Соревновательный	90,141 %	106,250 %	142,268 %	158,333 %	От значений 1-го периода
	74,419 %	87,629 %	336,585 %	356,250 %	От значений 2-го периода

Примечание: Диеновые конъюгаты – первичные продукты ПОЛ (Е 232/220).

Кетодиены и сопряженные триены – вторичные продукты ПОЛ (Е 278/220).

II При сопоставлении показателей ПОЛ в группе женщин конькобежек-спринтеров и значений контрольной группы в базовый общеподготовительный период было установлено, что первичные гептанфильные продукты составляют 220,430 %, вторичные гептанфильные продукты – 116,147 %, первичные изопропанолрастворимые продукты – 162,712 % и вторичные изопропанолрастворимые продукты составляют 134,375 %

от соответствующих значений контрольной группы (таблица 3).

В базовый специальноподготовительный период содержание гептанфильных продуктов ПОЛ у спортсменок уменьшилось, также уменьшилось содержание первичных изопропанолрастворимых продуктов и увеличилось содержание вторичных изопропанолрастворимых продуктов. Так, гептанфильные диеновые конъюгаты составили 166,667 % от значений контроля, гептано-

фильные кетодиены и сопряженные триены – 70,081 %, изопробанолрастворимые диеновые конъюгаты – 155,263 % и изопробанолрастворимые кетодиены и сопряженные триены – 146,006 % от соответствующих значений контрольной группы (таблица 3).

В соревновательный период в группе женщин конькобежек–спринтеров наблюдалось уменьшение содержания гептанофильных и первичных изопробанолрастворимых продуктов ПОЛ и увеличение со-

держания вторичных изопробанолрастворимых продуктов. В процентном отношении от значений контрольной группы гептанофильные диеновые конъюгаты составили 163,347 %, гептанофильные кетодиены и сопряженные триены – 65,391 %, изопробанолрастворимые диеновые конъюгаты – 83,485 % и изопробанолрастворимые кетодиены и сопряженные триены -179,894 % (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание продуктов ПОЛ в группе женщин-спринтеров и их процентное содержание от значений контроля ($M \pm m$)

Период	Продукты ПОЛ							
	Первичные гептанофильные		Вторичные гептанофильные		Первичные изопробанолрастворимые		Вторичные изопробанолрастворимые	
	женщины-спринтеры	значения контроля	женщины-спринтеры	значения контроля	женщины-спринтеры	значения контроля	женщины-спринтеры	значения контроля
Базовый общеподготовительный	0,820 ± 0,027 (0,793-0,847)	0,372 ± 0,001 (0,371-0,373)	0,410 ± 0,047 (0,363-0,457)	0,353 ± 0,257 (0,096-0,610)	0,480 ± 0,064 (0,416-0,544)	0,295 ± 0,002 (0,293-0,297)	0,430 ± 0,068 (0,362-0,498)	0,320 ± 0,100 (0,220-0,420)
	220,430 %		116,147 %		162,712 %		134,375 %	
Базовый специально-подготовительный	0,690 ± 0,032 (0,658-0,722)	0,414 ± 0,155 (0,259-0,569)	0,260 ± 0,029 (0,231-0,289)	0,371 ± 0,257 (0,114-0,628)	0,590 ± 0,079 (0,511-0,669)	0,380 ± 0,134 (0,246-0,514)	0,530 ± 0,106 (0,424-0,636)	0,363 ± 0,110 (0,253-0,473)
	166,667 %		70,081 %		155,263 %		146,006 %	
Соревновательный	0,820 ± 0,024 (0,796-0,844)	0,502 ± 0,155 (0,347-0,657)	0,410 ± 0,047 (0,363-0,457)	0,627 ± 0,257 (0,370-0,884)	0,460 ± 0,066 (0,394-0,526)	0,551 ± 0,134 (0,417-0,685)	0,680 ± 0,224 (0,456-0,904)	0,378 ± 0,100 (0,278-0,478)
	163,347 %		65,391 %		83,485 %		179,894 %	

Примечание: диеновые конъюгаты – первичные продукты ПОЛ (Е 232/220), кетодиены и сопряженные триены – вторичные продукты ПОЛ (Е 278/220).

При сопоставлении показателей содержания продуктов ПОЛ разных тренировочных периодов в группе женщин конькобежек спринтеров были получены следующие результаты.

1. Содержание первичных гептанофильных продуктов в базовый общеподготовительный период составило 118,841 % от соответствующих значений базового специальноподготовительного периода и 100 % от значений соревновательного периода:

– содержание вторичных гептанофильных продуктов в базовый общеподготови-

тельный период составило 157,692 % от значений базового специальноподготовительного периода и 100 % от значений соревновательного периода;

– содержание изопробанолрастворимых диеновых конъюгатов в базовый общеподготовительный период составило 81,356 % от значений базового специальноподготовительного периода и 104,348 % от соответствующих значений соревновательного периода;

– содержание изопробанолрастворимых кетодиенов и сопряженных триенов в базово-

вый общеподготовительный период составило 81,132 % от значений базового специальноподготовительного периода и 63,235 % от соответствующих значений соревновательного периода (таблица 4).

2. В базовый специальноподготовительный период содержание первичных гептанофильных продуктов составило 84,146 % от значений базового общеподготовительного периода и 84,146 % от значений соревновательного периода;

содержание вторичных гептанофильных продуктов ПОЛ составило 63,415 % как от значений базового общеподготовительного периода, так и от значений соревновательного периода;

содержание первичных изопропанолрастворимых продуктов составило 122,917 % от значений базового общеподготовительного периода и 128,261 % от значений соревновательного периода;

содержание вторичных изопропанолрастворимых продуктов составило 123,256 % от значений базового общеподготовительного

периода и 77,941 % от значений соревновательного периода (таблица 4).

3. В соревновательный период содержание гептанофильных диеновых конъюгатов составило 100 % от значений базового общеподготовительного периода и 118,841 % от значений базового специальноподготовительного периода;

содержание гептанофильных кетодиенов и сопряженных триенов составило 100 % от значений базового общеподготовительного периода и 157,692 % от значений базового специальноподготовительного периода;

содержание изопропанолрастворимых диеновых конъюгатов составило 95,833 % от значений базового общеподготовительного периода и 77,966 % от значений базового специальноподготовительного периода;

содержание изопропанолрастворимых кетодиенов и сопряженных триенов составило 158,140 % от значений базового общеподготовительного периода и 128,302 % от значений базового специальноподготовительного периода (таблица 4).

Таблица 4 – Процентное содержание продуктов ПОЛ в группе женщин конькобежек-спринтеров от значений различных тренировочных периодов

Период	Продукты ПОЛ				Содержание продуктов ПОЛ
	Первичные гептанофильные	Вторичные гептанофильные	Первичные изопропанолрастворимые	Вторичные изопропанолрастворимые	
Базовый общеподготовительный	118,841 %	157,692 %	81,356 %	81,132 %	От значений 2-го периода
	100 %	100 %	104,348 %	63,235 %	От значений 3-го периода
Базовый специальноподготовительный	84,146 %	63,415 %	122,917 %	123,256 %	От значений 1-го периода
	84,146 %	63,415 %	128,261 %	77,941 %	От значений 3-го периода
Соревновательный	100 %	100 %	95,833 %	158,140 %	От значений 1-го периода
	118,841 %	157,692 %	77,966 %	128,302 %	От значений 2-го периода

Примечание: Диеновые конъюгаты – первичные продукты ПОЛ (Е 232/220).

Кетодиены и сопряженные триены – вторичные продукты ПОЛ (Е 278/220).

III При сравнении показателей процентного отношения продуктов ПОЛ групп женщин и мужчин конькобежцев-спринтеров от значений контрольной группы было выявлено, что в базовый общеподготовительный период содержание первичных гептанрастворимых продуктов у женщин выше,

чем у мужчин и составляет 220,430 % и 190,860 % соответственно; содержание вторичных гептанрастворимых продуктов выше у мужчин и составляет 226,629 %, тогда как у женщин – 116,147 %; содержание изопропанолрастворимых продуктов ПОЛ также выше у мужчин, чем у женщин: содер-

жание диеновых конъюгатов составило у мужчин 328,814 %, у женщин – 162,712 %, содержание кетодиенов и сопряженных триенов у мужчин составило 225 %, у женщин – 134,375 % (таблица 5).

В базовый специальноподготовительный период содержание гептанфильных продуктов ПОЛ оказалось выше у мужчин: диеновые конъюгаты составили у мужчин 207,730 %, у женщин – 166,667 %, кетодиены и сопряженные триены у мужчин составили 261,456 %, у женщин – 70,081 %; а содержание изопропанолрастворимых продуктов ПОЛ было выше у женщин: диеновые конъюгаты у женщин составили 155,263 %, а у мужчин 107,895 %, изопропанолрастворимые кетодиены и сопряжен-

ные триены у женщин составили 146,006 %, у мужчин – 88,154 % (таблица 5).

В соревновательный период содержание первичных гептанфильных продуктов было выше у женщин, чем у мужчин и составило 163,347 % и 127,490 % соответственно; содержание вторичных гептанфильных продуктов было выше у мужчин и составило 135,566 %, тогда как у женщин - 65,391 %; содержание изопропанолрастворимых продуктов также выше у мужчин, чем у женщин: содержание диеновых конъюгатов у мужчин составило 250,454 %, у женщин - 83,485 %, содержание кетодиенов и сопряженных триенов у мужчин составило 301,587 %, у женщин – 179,894 % (таблица 5).

Таблица 5 – Содержание продуктов ПОЛ от значений контрольной группы в слюне женщин и мужчин конькобежцев-спринтеров (%)

Содержание продуктов ПОЛ (%)		Период		
		Базовый общеподготовительный	Базовый специальноподготовительный	Соревновательный
Первичные гептанфильные	Муж.	190,860	207,730	127,490
	Жен.	220,430	166,667	163,347
Вторичные гептанфильные	Муж.	226,629	261,456	135,566
	Жен.	116,147	70,081	65,391
Первичные изопропанолрастворимые	Муж.	328,814	107,895	250,454
	Жен.	162,712	155,263	83,485
Вторичные изопропанолрастворимые	Муж.	225,000	88,154	301,587
	Жен.	134,375	146,006	179,894

Примечание: Диеновые конъюгаты – первичные продукты ПОЛ (Е 232/220).

Кетодиены и сопряженные триены – вторичные продукты ПОЛ (Е 278/220).

Выводы

1. В группах мужчин и женщин конькобежцев-спринтеров содержание продуктов ПОЛ в слюне в основном превышает их содержание в контрольной группе (таблица 5), что подтверждает влияние физических нагрузок субмаксимальной интенсивности на активацию процессов ПОЛ.

2. В группе мужчин содержание первичных и вторичных гептанфильных продуктов с уровня общеподготовительного периода увеличилось в период специальной подготовки, затем уменьшилось в соревновательный период; содержание первичных и вторичных изопропанолрастворимых продуктов с уровня базового общеподготовительного периода, наоборот, уменьшилось в базовый специальноподготовительный период и увеличилось в соревновательный период.

3. В группе женщин содержание в слюне первичных и вторичных гептанрастворимых и первичных изопропанолрастворимых продуктов ПОЛ уменьшалось с базового общеподготовительного до соревновательного периода, а содержание вторичных изопропанолрастворимых продуктов, наоборот, увеличивалось от периода к периоду.

4. Содержание продуктов ПОЛ в мужской и женской группах конькобежцев-спринтеров было различным. Так, содержание первичных гептанфильных продуктов выше у женщин, а вторичные гептанфильные и изопропанолрастворимые продукты ПОЛ выше у мужчин.

Список литературы

1. Меньщикова, Е. Б. Окислительный стресс. Патологические состояния и заболевания / Е. Б. Меньщикова. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2008. – 284 с.
2. Барабой, В. А. Биоантиоксиданты / В. А. Барабой. – Киев : Книга плюс, 2006. – 462 с.
3. Сопоставление различных подходов к определению продуктов перекисного окисления липидов в гептан-изопропанальных экстрактах крови / И. А. Волчегорский, А. Г. Налимов, Б. Г. Яровинский, Р. И. Лифшиц // Биомедицинская химия. – 1989. – Т. 35, Вып. 1. – С. 127-129.
4. Львовская, Е. И. Нарушение процессов липидной пероксидации при термической травме и патогенетическое обоснование лечения антиоксидантами из плазмы крови : дис. доктора наук / Е. И. Львовская; ЧГМА. – Челябинск, 1998.
5. Львовская Е. И., Держинский Н. В., Садова В. А., Сумная Д. Б (2011) Вестник международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности, 16 (3), 145-147.
6. Состояние процессов липидной пероксидации в острый период тяжелой черепно-мозговой травмы / Е. И. Львовская, В. А. Садова, Д. Б. Сумная, Н. В. Держинский // Вестник Южно-Уральского государственного университета Серия : Образование, здравоохранение, физическая культура. – 2010. – № 6 (182). – С. 82-84.
7. Dalle-Donne, I., Carini, M, Orioli, M. (2009) Free Radic Biol Med., 4, 120-132.
8. Zitnanova, T., Sumegova, K., Simko, M. (2007) Clin. Biochem., 4 (8), 567-570.
9. Chapple, I.L. (1997) J. Clin. Periodontol. 24, 287-296.
10. L'vovskaia, E.I., Efimenko, G.P., Lifshits, R.I. (1995) Вопр. мед. химии 41, (3), 31-34.