УДК 372.879.6: 618.2-083

С.Н. Неупокоев, Л.В. Капилевич, А.В. Кабачкова, Е.В. Лосон, О.В. Достовалова

ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ УДАРНЫХ БАЛЛИСТИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ У БОКСЕРОВ СТАРШИХ РАЗРЯДОВ

Исследуются показатели системы внешнего дыхания при совершенствовании ударов с различным типом мышечного напряжения. Показано, что применение средств, ограничивающих нагрузку на кисть (боксерских перчаток), способствует оптимизации характера мышечного напряжения при совершенствовании акцентированных ударов в боксе. Отмечено, что удары баллистического типа наиболее экономичны. Это выражается в увеличении электрической активности мышц, непосредственно участвующих в обеспечении силы и скорости удара, и снижении электрической активности их антагонистов, что способствует минимальному снижению показателей дыхательной системы после выполнения тестирующей нагрузки.

Ключевые слова: бокс; система внешнего дыхания; баллистические ударные движения; межмышечная координация; спортивная подготовка.

Введение

При выполнении скоростно-силовых движений показатели системы внешнего дыхания зависят от мощности мышечной работы [1]. В то же время несоответствие между состоянием дыхательной системы и мощностью мышечного напряжения при выполнении движений приводит к трахеальным звукам при выдохе [2]. Активность дыхательных мышц при этом не увеличивается, но значительно повышается нагрузка на систему дыхания [3]. Анализ научно-методической литературы по боксу свидетельствует, что определенная согласованность движений мышц туловища и рук обеспечивает увеличение силы удара боксера [4]. По мнению специалистов, ее возрастание обеспечивается вращательно-поступательным движением туловища и ударным движением руки к цели.

Вращательно-поступательное движение туловища во многом влияет на увеличение скорости ударного движения, повышает эффективность удара. Для повышения силы удара существенное значение имеет движение таза по отношению к плечевому поясу, что приводит к предварительному растяжению мышц туловища и способствует активному их сокращению, а также включению этих мышц в ударное движение [5]. Многие авторы отмечают, что в ударных движениях баллистического типа мышцы плеча не разгоняют ударное звено (кисть), а лишь поддерживают его скорость по инерции на определенном уровне. Мышцы-антагонисты в процессе выполнения ударов подобного типа расслаблены и имеют низкую электрическую активность. Таким образом, исследователи считают баллистический тип мышечного напряжения наиболее экономичным [6, 7].

Болевые воздействия в области кисти при ее соударении со спортивным снарядом способны менять тип мышечного напряжения при совершенствовании ударных действий. При движении руки в этом случае в большей степени задействуются мышцы-антагонисты, что вызывает излишнее мышечное напряжение, которое существенно снижает различные показатели дыхательной системы [8].

Целью нашего исследования являлся анализ показателей системы внешнего дыхания при совершенствовании ударных движений баллистического типа у боксеров.

Методы исследования

Спирография. Определение показателей системы дыхания проводилось на аппаратно-программном комплексе «Валента». Спирографическое исследование проводилось до и после тестирующего задания. Определялись показатели жизненной емкости легких (ЖЕЛ), объема форсированного выдоха за 1 с ($ОФВ_1$), дыхательного объема (ДО). Минутный объем дыхания (МОД) рассчитывался произведением дыхательного объема на частоту дыхания (ЧД). Исследование проводилось на базе лаборатории функциональной диагностики Национального исследовательского Томского государственного университета.

Электромиография. С помощью нейромиоанализатора НМА-4-01 «Нейромиан» нами регистрировались показатели двуглавой мышцы плеча, трехглавой мышцы плеча, межреберных мышц и наружной косой мышцы живота при выполнении ударных действий правой рукой. Исследование проводилось на базе лаборатории функциональной диагностики Томского НИИ курортологии и физиотерапии ФМБА.

Полученные данные были представлены в виде «среднее ± ошибка среднего» ($X \pm m$).

Объект исследования

Исследование выполнялось на базе спортивной секции по боксу Томского государственного архитектурно-строительного университета, были обследованы 22 спортсмена старших разрядов в возрасте 18–23 лет. Были сформированы две группы: экспериментальная группа состояла из 11 человек (4 боксера КМС, 7 боксеров 1-го разряда); контрольная группа состояла из 11 человек (4 боксера КМС, 7 боксеров 1-го разряда).

Боксерам обеих групп было предложено наносить одиночный прямой удар правой рукой в голову из боевой стойки по боксерскому мешку в течение раунда (3 мин) с установкой на максимальную силу и скорость. Спортсмены экспериментальной группы наносили удары в боксерских перчатках (10 унций), а

спортсмены контрольной группы – в снарядных перчатках, предназначенных для совершенствования ударных действий на боксерских снарядах.

Результаты исследования

На начальном этапе исследования не было зафиксировано достоверно значимых различий в показателях системы внешнего дыхания между экспериментальной и контрольной группами у спортсменов различной квалификации в состоянии покоя (табл. 1).

В величине ЖЕЛ мы не отметили статистически значимых различий на всех этапах исследования между различными группами у боксеров КМС. Это позволяет предположить, что грудная клетка спортсменов данной квалификации обладает достаточной эластичностью для эффективной работы в зоне субмаксимальной мощности. В величинах ДО, зафиксированных после выполнения тестирующей нагрузки, мы также не обнаружили достоверно значимых различий между экспериментальной и контрольной группами. В то же время показатели, зафиксированные после нагрузки в экспериментальной группе, на 33,9% превосходили значения покоя, тогда как в контрольной группе аналогичное превосходство составляло 48,3%. Это позволяет сделать предположение об экономичности работы дыхательной системы у спортсменов экспериментальной группы. Об этом свидетельствуют меньшие объемы дыхательного цикла, отмеченные после выполнения мышечной работы в тестирующем задании (табл. 1).

Таблица 1

Спирографические показатели у спортсменов старших разрядов при совершенствовании ударных действий правой рукой, использующих различные средства предупреждения травматизма кисти, X ± m

Показатель	Контроль		Эксперимент	
	Покой	Нагрузка	Покой	Нагрузка
Боксеры КМС				
ЖЕЛ (л)	5,8±0,3	5,4±0,4	5,8±0,2	5,7±0,1
ДО (мл)	725±34,3	1075±57,6#	737,5±23,1	987,5±32,3#
$ОФВ_1$(л)	4,7±0,03	3,3±0,02#	4,8±0,02	4,3±0,01*
ЧД(раз/мин)	11,3±2,03	26,8±2,35#	11,3±2,01	21,5±2,42#
МОД (л/мин)	8,2±1,41	28,8±3,02##	8,3±1,19	20,7±1,01*#
Боксеры 1-го разряда				
ЖЕЛ (л)	5,7±0,2	5,2±0,3	5,6±0,2	5,3±0,2
ДО (мл)	671,4±20,1	1050±31,3#	671,4±20,4	828,6±22,4 *#
$ОФВ_1$(л)	4,7±0,01	3±0,02#	4,7±0,02	4,1±0,02 *
ЧД (раз/мин)	12±1,22	29,9±2,02#	12±1,03	23,6±1,11 *#
МОД (л/мин)	8±1,03	31,4±2,51##	8,1±1,16	22,5±1,64 *#

* Сравнение полученных данных с соответствующими значениями у контрольной группы спортсменов, P<0,05; # Сравнение полученных данных нагрузки относительно уровня покоя, P<0,05; ## P<0,01.

Величина $ОФВ_1$ после нагрузки у спортсменов экспериментальной группы превосходила уровень контроля на 30,3%. При сравнении результатов после нагрузки относительно значений, зафиксированных в покое, было отмечено, что в экспериментальной группе эти показатели не имели достоверно значимых различий. В контрольной группе значения показателей, зафиксированных после нагрузки, были ниже значений, отмеченных в покое, на 42,4%. Данный факт свидетельствует о существенном снижении скорости форсированного выдоха в контрольной группе, выполняемом после тестирующей нагрузки. Это может быть связано с большей степенью утомления после мышечной работы, так как в двигательное действие вовлекаются мышечные группы-антагонисты, которые уменьшают его скоростные и силовые возможности. Это свидетельствует о явном нарушении двигательной координации при выполнении ударных движений (табл. 1).

В величинах ЧД, зафиксированных после нагрузки, не было статистически значимых различий между экспериментальной и контрольной группами. В то же время показатели частоты дыхания после тестирующего задания превосходили значения результатов покоя на 90,3% в экспериментальной группе, а в контрольной – на 137,2%. Это позволяет предположить, что ударные действия спортсменов экспериментальной группы выполнялись более экономично. Об этом свидетельствует меньшая нагрузка на систему внешнего дыхания при выполнении мышечной работы в экспериментальной группе (табл. 1).

Значения показателей МОД, зафиксированные после нагрузки у спортсменов экспериментальной группы, были ниже контрольных значений на 28,1%. При сравнении результатов после нагрузки с показателями покоя было отмечено, что в экспериментальной группе значения после нагрузки превосходили уровень покоя на 149,4%, а в контрольной группе – на 251,2%. Это позволяет предположить о большей экономичности работы в экспериментальной группе, исходя из анализа показателей ЧД и ДО (табл. 1).

Значения показателей ЖЕЛ у спортсменов 1-го разряда не различались до и после нагрузки. Значения показателей ДО, полученные после нагрузки, в экспериментальной группе были ниже аналогичных результатов контроля на 21,1%. В то же время значения показателей, зафиксированные после нагрузки в экспериментальной группе, превышали уровень покоя на 23,4%, тогда как в контрольной группе результаты, полученные после тестирующего задания, были выше исходных значений на 56,4% (табл. 1).

Значения показателей $ОФВ_1$, зафиксированные у спортсменов экспериментальной группы после выполнения ударных действий, превышали контроль-

ные значения на 36,7%. При сопоставлении показателей после нагрузки с уровнем покоя было отмечено, что в экспериментальной группе данные результаты не изменились. В контрольной группе аналогичные результаты существенно снизились и были меньше показателей, полученных в покое, на 56,7%. Значения показателей ЧД, полученных после тестирующей нагрузки, в экспериментальной группе были ниже контрольных на 21,1%. При сравнении показателей после нагрузки с уровнем покоя мы отметили, что результаты, зафиксированные после нагрузки в экспериментальной группе, превосходили значения, отмеченные в покое, на 96,7%. Аналогичные значения группы контроля превосходили показатели, зафиксированные до начала исследования, на 149,2%. Данные показателей МОД в экспериментальной группе после нагрузки были ниже контрольных значений на 28,3%. При сравнении результатов нагрузки относительно уровня покоя в экспериментальной группе отмечено увеличение на 177,8%, а в контрольной – на 292,5% (табл. 1).

При анализе показателей электромиографических исследований было показано, что у боксеров КМС экспериментальной группы средняя амплитуда биоэлектрической активности двуглавой мышцы плеча была ниже контрольного значения на 57,4%, а частота осцилляций уступала показателю контроля на 44,2%. Величина средней амплитуды осцилляций трехглавой мышцы плеча была выше контрольных значений на 31,5%. Частота осцилляций у спортсменов экспериментальной группы была выше контрольной величины на 69,1%. Показатели средней амплитуды и частоты осцилляций межреберных мышц в экспериментальной группе превышали контрольные значения на 29,8 и 38,1% соответственно. Величина средней амплитуды осцилляций наружной косой мышцы живота у спортсменов экспериментальной группы превышала контрольные значения на 24%, а частота осцилляций была выше уровня контроля на 102,2% (табл. 2).

Таблица 2

Показатели электрической активности мышц, участвующих в выполнении ударных действий правой рукой, у спортсменов, использующих различные средства предупреждения травматизма кисти, X±m

Группа	Группы мышц	Боксеры 1-го разряда		Боксеры КМС	
		Средняя частота, Гц	Средняя амплитуда, мкв	Средняя частота, Гц	Средняя амплитуда, мкв
Эксперимент	Двуглавая мышца плеча	6,70±1,21	522,79±54,70*	6,12±0,31	419,52±27,80*
	Трехглавая мышца плеча	19,17±2,37	1161,31±17,03	22,41±1,49	1383,81±15,54*
	Межреберные мышцы	24,13±1,72	1095,06±24,03*	27,85±1,67	1224,37±26,21*
	Наружная косая мышца живота	14,12±3,11	1190,71±42,21*	25,33±2,75	1285,50±11,22*
Контроль	Двуглавая мышца плеча	11,46±1,19	1021,98±27,36	10,96±1,94	985,15±48,64
	Трехглавая мышца плеча	7,85±1,11	1034,60±17,44	13,25±1,65	1052,58±13,27
	Межреберные мышцы	16,00±1,47	776,12±32,15	20,16±0,71	943,60±21,09
	Наружная косая мышца живота	4,92±0,59	880,58±39,36	12,53±1,18	1036,43±20,14

* Сравнение полученных данных с соответствующими значениями у контрольной группы спортсменов, $P < 0,05$.

У спортсменов 1-го разряда амплитуда биоэлектрической активности двуглавой мышцы плеча в экспериментальной группе была на 48,8% ниже (табл. 2), чем в контрольной, а частота осцилляций была ниже на 41,5%. Величина средней амплитуды осцилляций трехглавой мышцы плеча в экспериментальной и контрольной группах статистически не отличалась, в то время как частота осцилляций превышала данные контроля на 144,2%. Средняя амплитуда биоэлектрической активности межреберных мышц у спортсменов экспериментальной группы превышала контрольные значения на 41,1%, а частота осцилляций – на 50,8%. Величина средней амплитуды наружной косой мышцы живота у спортсменов экспериментальной группы была достоверно выше контрольных значений на 35,2%, а частота осцилляций превысила уровень контроля на 187% (табл. 2).

Выводы

1. Средства, ограничивающие нагрузку на кисть при совершенствовании ударов на боксерских снарядах (боксерские перчатки), способствуют формированию двигательного стереотипа, который наиболее эффективен и экономичен при выполнении ударных действий в боксе.

2. Ударные движения баллистического типа оказывают минимальное воздействие на систему внешнего дыхания спортсменов, что позволяет увеличивать интенсивность тренировочных нагрузок в процессе спортивной подготовки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лысенко С.Г.* Адаптация внешнего дыхания к физическим нагрузкам / С.Г. Лысенко, О.А. Баев // Вестник Луганского национального университета им. Т.Г. Шевченко. 2009. № 2 (165). С. 79–85.

2. *Любимов Г.А.* Оценка интенсивности трахеальных звуков форсированного выдоха / Г.А. Любимов, И.М. Скобелева, А.И. Дьяченко и др. // Физиология человека. 2013. Т. 39, № 1. С. 126–134.
3. *Баранова Е.А.* Влияние физической нагрузки на показатели легочной вентиляции у спортсменов / Е.А. Баранова, Л.В. Капилевич // Вестник Томского государственного университета. 2013. № 374. С. 152–155.
4. *Градополов К.В.* Бокс : учеб. М. : Инсан, 2010. 320 с.
5. *Хусяйнов З.М.* Бокс. Техника и тренировка акцентированных и точных ударов / З.М. Хусяйнов, О.В. Меньшиков, А.И. Гаракян. М. : Физкультура и спорт, 2007. 192 с.
6. *Филимонов В.И.* Бокс и кикбоксинг. Обучение и тренировка : учеб.-метод. пособие / В.И. Филимонов, С.Ш. Ибраев. М. : Инсан, 2012. 528 с.
7. *Филимонов В.И.* Современная система подготовки боксеров . М. : Инсан, 2009. 480 с.
8. *Неупокоев С.Н.* Влияние болевых воздействий на функциональные показатели мышц плеча и бедра при совершенствовании ударных баллистических движений у боксеров старших спортивных разрядов / С.Н. Неупокоев, Ю.П. Бредихина, Н.З. Павлов // Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием им. В.С. Пирусского. 2014. С. 170–174.

Статья представлена научной редакцией «Психология и педагогика» 24 ноября 2014 г.

CHARACTERISTICS OF EXTERNAL RESPIRATION IN IMPROVING BALLISTIC STRIKES OF BOXERS OF HIGHER DEGREE

Tomsk State University Journal, 2015, 390, pp. 190-193.
Neupokoev Sergey N. Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation). E-mail: repaov@mail.ru
Kapilevich Leonid V. Tomsk State University, Tomsk Polytechnic University (Tomsk, Russian Federation). E-mail: kapil@yandex.ru
Kabachkova Anastasia V. Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation). E-mail: avkabachkova@gmail.com
Loson Elena V. Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation). E-mail: evl@sibmail.com
Dostovalova Olga V. Tomsk Research Institute of Balneology and Physiotherapy (Tomsk, Russian Federation). E-mail: prim@niikf.tomsk.ru
Keywords: boxing; system of external respiration; ballistic strikes; intermuscular coordination; sports training.

When performing power-speed movements, external respiration rates depend on the power of muscular work. At the same time, the discrepancy between the condition of the respiratory system and the capacity of muscle tension when performing movements leads to tracheal sounds during exhalation. Respiratory muscle activity is not increased, but the load on the respiratory system increases greatly. Analysis of the scientific and methodological literature on boxing shows that a certain consistency of movements of muscles of the trunk and arms provides increased power of the boxer. According to experts, it is provided by the increase in the rotational-translational motion of the trunk and the striking movement of the arm to the target. We investigated the performance of external respiration in improving strokes with different types of muscular tension. The value of FEV1 after exercise of athletes in the experimental group was superior to the control level by 30.3 %. When comparing the results after the load with respect to the values recorded at rest, it was noted that in the experimental group these indices were not significantly different. In the control group all the parameters recorded after the load were lower than the values at rest by 42.4 %. This fact indicates an essential decrease in the rate of forced expiratory volume in the control group carried out after the test load. This may be due to the greater degree of fatigue after muscular work, as the motor action involved muscle groups – antagonists which reduce its speed and power capabilities. This represents a clear violation of motor coordination when performing strikes. It is shown that the use of tools that limit the load on hands (boxing gloves) helps to optimize the nature of muscular tension in improving accented strikes. It is noted that ballistic strikes are most economical. This results in an increase in electrical activity of the muscles directly involved in providing force and reducing the impact speed and the electrical activity of the antagonists, which promotes the minimum reduction of the respiratory system indicators after the test load. The results lead to the following conclusions: 1. Tools limiting the load on hands when improving strikes in boxing (boxing gloves) promote the formation of a movement pattern which is most effective and economical when striking in boxing. 2. Ballistic strikes have a minimal impact on the system of external respiration of athletes, which allows to increase the intensity of training loads during sports training.

REFERENCES

1. Lysenko S.G., Baev O.A. Adaptatsiya vneshnego dykhaniya k fizicheskim nagruzkam [Adaptation of external respiration to physical stress]. *Vestnik Luganskogo natsional'nogo universiteta im. T.G. Shevchenko*, 2009, no. 2 (165), pp. 79–85.
2. Lyubimov G.A., Skobeleva I.M., D'yachenko A.I. Estimation of tracheal sound intensity during forced expiration. *Fiziologiya cheloveka – Human Physiology*, 2013, vol. 39, no. 1, pp. 126–134. (In Russian).
3. Baranova E.A., Kapilevich L.V. Effect of exercise stress on parameters of pulmonary ventilation of athletes. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Journal*, 2013, no. 374, pp. 152–155. (In Russian).
4. Gradopolov K.V. *Boks* [Boxing]. Moscow: Insan Publ., 2010. 320 p.
5. Khusyaynov Z.M., Men'shikov O.V., Garakyan A.I. *Boks. Tekhnika i trenirovka aktsentirovannykh i tochnykh udarov* [Boxing. Techniques and training of accented and precise strikes]. Moscow: Fizkul'tura i sport Publ., 2007. 192 p.
6. Filimonov V.I., Ibraev S.Sh. *Boks i kikboksing. Obuchenie i trenirovka* [Boxing and Kickboxing. Learning and training]. Moscow: Insan Publ., 2012. 528 p.
7. Filimonov V.I. *Sovremennaya sistema podgotovki bokserov* [The modern system of training boxers]. Moscow: Insan Publ., 2009. 480 p.
8. Neupokoev S.N., Bredikhina Yu.P., Pavlov N.Z. [Effect of the impact of pain on functional indices of muscles of the shoulder and hip when improving ballistic strikes of boxers of higher degree]. *Materialy VIII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem im. V.S. Pirusskogo* [Proceedings of VIII All-Russian scientific-practical conference with international participation n.a. V.S. Pirusskiy]. 2014, pp. 170–174. (In Russian).

Received: 24 November 2014