

Дата публикации: 01.06.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_02_19
УДК 612.014.422; 796.83

Publication date: 01.06.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_02_19
UDC 612.014.422; 796.83

ЭЛЕКТРОКОЖНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ КАК ИНДИКАТОР ВЕГЕТАТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ САМОРЕГУЛЯЦИИ ПСИХИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ У БОКСЕРОВ

И.Л. Дралло

Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет), г. Москва, Россия

Аннотация. Цель – изучить динамику показателей электрокожного сопротивления в предстартовом, соревновательном и постсоревновательном периоде, во взаимосвязи с результативностью исхода боксерского поединка. У 26 боксеров 19,26±0,3 лет, 12 – призеров и 14 спортсменов, не занявших призовые места, изучали показатели электрокожного сопротивления во время первого взвешивания (фон), перед боем и после боя. Анализировались межгрупповые особенности динамики психических состояний в связи с победой или поражением. Показано, что в день первого взвешивания у победителей электрокожное сопротивление составило 12,97 кОм, у проигравших – 14,65 кОм. Перед боем психическое напряжение усиливается у всех обследуемых, у победителей до 14,65±0,4 кОм, у проигравших до 21,50±0,3 кОм, следовательно, предстартовая боевая готовность у победителей возникает своевременно, а у проигравших преждевременно, разница составила 16,21%($p<0,01$). У победителей после соревнований психоэмоциональное напряжение имеет тенденцию к росту, электрокожное сопротивление увеличивается на 19% ($p<0,05$), что свидетельствует о необходимости применения дополнительных оздоровительно-восстановительных мероприятий.

Ключевые слова: электрокожное сопротивление, вегетативная нервная система, спортсмены, боксеры.

ELECTRICAL RESISTANCE OF THE SKIN AS AN INDICATOR OF AUTONOMOUS SELF-REGULATION OF MENTAL FUNCTIONS IN BOXERS

I.L. Drallo

Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia

Annotation. The aim is to study the dynamics of indicators of electrical resistance of the skin in the pre-start, competitive and post-competitive period, in relation to the efficiency of the boxing match outcome. In 26 boxers aged 19.26±0.3 years, among which 12 athletes were prize winners and 14 did not win, the electrical resistance indicators were studied during the first weigh-in (background), before and after the fight. We analyzed the intergroup features of the dynamics of mental states in connection with victory or defeat. It is shown that on the day of the first weigh-in, the winners had an electrical resistance of 12.97 kOhm, the losers – 14.65 kOhm. Before the fight, the mental tension increases in all the subjects, the winners – up to 14.65±0.4 kOhm, the losers – up to 21.50±0.3 kOhm. Therefore, the pre-start fitness of the winners occurs in a timely manner, fitness of the losers – prematurely, the difference amounted to 16.21% ($p<0.01$). After the competition, the winners' psychoemotional tension tends to increase, the electrical resistance of the skin increases by 19% ($p<0.05$), which indicates the need for additional health and rehabilitation measures.

Keywords: electrical resistance of the skin, autonomic nervous system, athletes, boxers.

Введение. Явление эндосоматической электродермальной активности (ЭДА), которое принято считать в качестве косвенного показателя усиления симпатического контура регуляции автономной нервной системы, осуществляется главным образом

при активации эндокринных потовых желез, поскольку потовые железы иннервируются эфферентными симпатическими нервными волокнами. Таким образом, при всех типах стимуляций и рефлекторных состояниях, которые повышают симпатический тонус и

симпатическую активность потоотделения, параметры ЭДА, по-видимому, изменяются [1].

Для изучения реактивности симпатической нервной системы в качестве индикатора вегетативного обеспечения саморегуляции психических функций широко используются методы регистрации электрической активности кожи и ее изменений [2]. Поскольку тоническая активность симпатических нервных волокон и барьерный слой кожи формируют базальный (тонический) уровень ЭДА, повышенные разряды симпатических эфферентных волокон, иннервирующих потоотделение (в результате активации симпатической нервной системы), вызывают фазные изменения в ЭДА [3]. По мнению U.T. Turaçlar (1999) потенциальная реакция кожи, реакция электрического сопротивления кожи (ЭКС) и реакция проводимости кожи – три параметра ЭДА, которые образуются в ответ на глубокий вдох, эмоциональные стимулы, такие как возбуждение и психический стресс, сенсорные стимулы, такие как тепло или холод, шум, боль, а также электрические стимулы [4].

Известно, что потовые эндокринные железы находятся в основном в ладонной и подошвенной областях тела, а их основная функция – терморегуляция. Однако, по современным данным потовые железы секреторируют не только при повышении температуры тела, но и при эмоциональном стрессе, так как получают импульсы из коры головного мозга, ретикулярной формации и гипоталамуса, а также активизируются при физической нагрузке [5-7].

Рядом исследований показано, что при высокой умственной нагрузке и/или стрессе отмечается повышенное ЭКС [8-9], Namazi H. с соавт. (2021) изучали изменение ЭКС при прослушивании музыки различных жанров [10], Akane Sano (2014) и H.F. Posada-Quintero (2017) изучали ЭДА во время сна и при его депривации [11-12]. В спортивном контексте ЭКС в основном рассматривают непосредственно при физических упражнениях [13], во взаимосвязи с другими вегетативными показателями,

такими как вариабельность сердечного ритма и вариабельность интервала QT [14-15], при моделировании виртуального образа двигательных актов в волейболе [16] и спортивной гимнастике [17]. Однако в доступной литературе мы не обнаружили работ, показывающих взаимосвязь между параметрами ЭКС, которые являются активными электрическими характеристиками кожи, с результативностью боксерского поединка в различных периодах спортивной подготовки.

Цель – изучить динамику показателей электрокожного сопротивления в предстартовом, соревновательном и постсоревновательном периоде, во взаимосвязи с результативностью исхода боксерского поединка.

Методы и организация исследования. Исследование проводилось на базе СК МАИ в 2 этапа. На первом этапе у 26 юношей $19,26 \pm 0,3$ лет, занимающихся боксом не менее 6-7 лет, со спортивной квалификацией I разряд и кандидат в мастера спорта изучали показатели уровня психоэмоционального напряжения по изменению ЭКС на тыле кисти при помощи диагностического комплекса БиоМышь профессиональная (КПФ-01) в соревнованиях по боксу в программе Московских студенческих спортивных игр в связи с победой или поражением (серия-1) и в связи с динамикой ЭКС по отношению к первому взвешиванию и взвешиванию в день боя и после боя (серия-2). На втором этапе всех спортсменов разделили на 4 группы: в 1 группу (6,2%) вошли боксеры, у которых ЭКС повышается по сравнению с фоном перед боем и еще более – после боя; во 2 группу (41,6%) – боксеры, у которых ЭКС понижается на каждом этапе обследования; в 3 группу (52,2%) – боксеры, у которых в ЭКС отмечаются перепады: увеличение показателей перед боем и уменьшение после боя; в 4 группу (n=1) – боксер, у которого ЭКС уменьшается до боя и увеличивается после боя. Так как в группу 4 вошел только один человек, далее эту группу не учитывали. Затем анализировали межгрупповые особенности динамики психических состояний. Математические расчёты и

статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием программы “Statistica 10.0”, статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$, применяли t-критерий Стьюдента [18].

Результаты исследования и их обсуждение. В результате исследований определено, что ЭКС боксеров-победителей в день взвешивания, т.е. за один-два дня до боя, составило 12,97 кОм, что на 13% ($p < 0,05$) ниже, чем у проигравших – 14,65 кОм. Следовательно, проигравшие не чувствуют уверенности в своих силах, а преждевременное волнение, которое в отдельных случаях достигало 25-29 кОм, говорит об эмоциональном перенапряжении, стрессе, и данные педагогических наблюдений подтверждают это. Боксеры-победители, как правило, реально оценивают свой потенциал, свои кондиции, они нацелены на успех и уверены в нем [6, 7, 8, 19].

В день боя, непосредственно перед выходом на ринг, психическая напряженность усиливается у всех обследуемых спортсменов – у победителей оно увеличилось до 18,0

кОм (на 42, 63%) ($p < 0,05$), у побежденных – на 46,75% до 21,5 кОм ($p < 0,01$). Изменение ЭКС до и после интенсивной деятельности свидетельствует о динамике нервных процессов, в то же время оно отражает преднастройку к выполнению деятельности [1, 13, 17, 19].

Анализ постсоревновательных данных говорит о том, что после боя у проигравших ЭКС значительно снижается на 6,23 кОм ($p < 0,01$), практически до предсоревновательного уровня, что составляет 40%. Интересно отметить, что у победителей после боя ЭКС не снижается, а, наоборот, увеличивается на 19% ($p < 0,05$), что может трактоваться как показатель неспособности самостоятельного «снятия» психической напряженности [13] (рис. 1). Это подтверждается и данными клинических исследований авторов Minina E.N., Bobrik Y.V., Ponomarev V.A. (2021) [2].

Для изучения индивидуально-типологических различий боксеров в динамике психических состояний провели анализ ЭКС в трех группах, дифференцированных в связи с исходом боя (рис. 2).

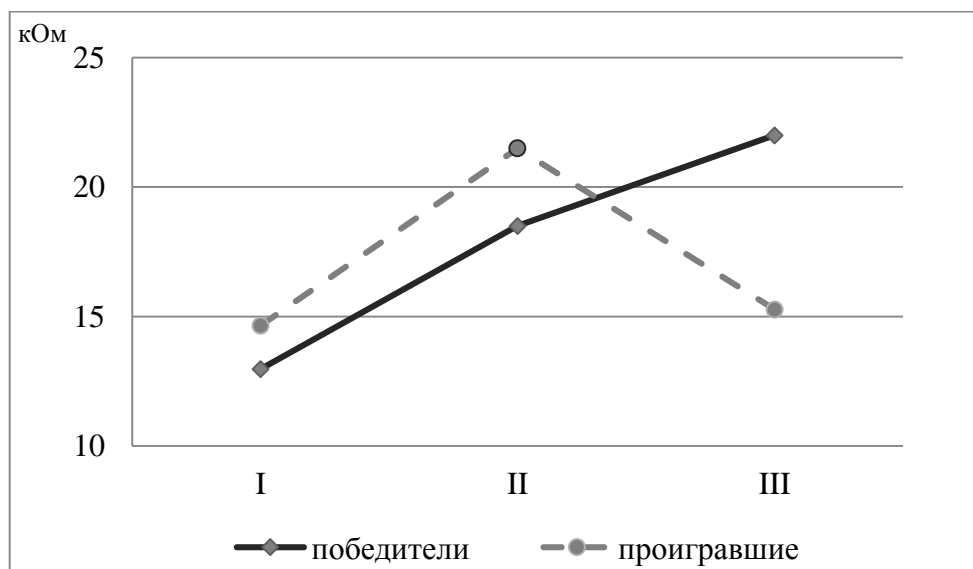


Рис. 1. Динамика показателей электрокожного сопротивления у боксеров, проигравших или выигравших бой

Примечание: I – во время взвешивания; II – непосредственно перед боем; III – после боя

Таблица 1

Изменения электрокожного сопротивления в связи с победой или поражением (n=26)

Условия и единицы измерения	Победители	Проигравшие	Разница показателей (%)
Взвешивание (кОм)	12,97±0,5	14,65±0,4	12,95*
Перед боем (кОм)	18,50±0,3	21,50±0,3	16,21**
После боя (кОм)	22,00±0,3	15,27±0,4	30,59*

Примечание: *, ** – различия, статистически достоверные при $p < 0,05$, $0,01$ соответственно, t-критерий Стьюдента

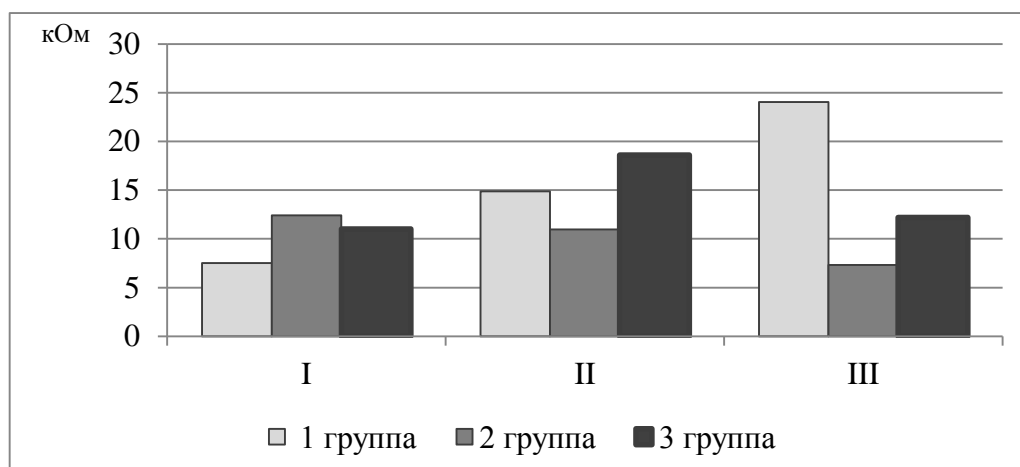


Рис. 2. Динамика показателей электрокожного сопротивления в связи с условиями измерения и групповыми особенностями боксеров

Примечание: I – во время взвешивания; II – перед боем; III – после боя

Таблица 2

Разница показателей электрокожного сопротивления для различных условий измерения в связи с победой или поражением (n=26)

Группы испытуемых	Исход боя	Разница показателей (%)		
		взвешивание – до боя	до боя – после боя	взвешивание – после боя
I группа	Победа	–	–	–
	Поражение	97,5*	61,8*	219,5*
II группа	Победа	–11,76*	–49,38**	–60,75**
	Поражение	–15,38*	–82,75*	–173,7*
III группа	Победа	+69,1**	–34,4**	–10,9**
	Поражение	+89,5*	–74,5*	+16,5*

Примечание: *, ** – различия, статистически достоверные при $p < 0,05$, $0,01$ соответственно, t-критерий Стьюдента

Как показано на рисунке 2, у боксеров 1 группы состояние предстартовой лихорадки по мере приближения к бою усиливается, не снижается непосредственно перед стартом, достигая максимума к концу поединка. Участники этой группы не выиграли ни

одного боя, при этом ЭКС во время взвешивания составило 7,53 кОм, перед боем увеличилось на 97,5% ($p < 0,05$), а после боя продолжало расти до уровня 24,06 кОм ($p < 0,05$), что практически в три раза превышает фоновые значения. Полагаем, что

такая индивидуально-типологическая характеристика спортсмена не является оптимальной для достижения высоких результатов на ринге.

У боксеров 2 группы ЭКС во время взвешивания составило 12,41 кОм ($p < 0,05$), перед боем снизилось до 10,95 ($p < 0,05$), а после боя еще уменьшилось на 49,38% ($p < 0,05$) (рис. 2, таб. 2). Следовательно, спортсмены этой группы хорошо справляются с предстартовым волнением, быстро адаптируются предстоящей нагрузке, к рингу, залу, зрителям. Это подтверждается тем, что во 2 группе победители существенно преобладают над проигравшими: последние больше отличаются сильной психической напряженностью во время взвешивания и после боя.

У боксеров 3 группы, которая оказалась самой многочисленной, наблюдалась наиболее типичная индивидуально-типологическая картина: увеличение предстартовой напряженности перед боем от 70 до 89% ($p < 0,01$), снижение ее до минимума у победителей по окончании боя, и пролонгированным ростом на 16,5% у проигравших (рис. 2, таб. 2).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Venables, P. H. Electrodermal activity / P. H. Venables – Annals New York Academy of Sciences. – 1991. – pp. 192-207.
2. Minina, E. N. The change of the skin electroconductivity and cardiointervalography indicators under the influence of different physical factors / E. N. Minina, Yu. V. Bobrik, V. A. Ponomarev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021. – pp. 012031.
3. Christie, M. J. Effects on «basal» skin potential level of varying the concentration of an external electrolyte / M. J. Christie, P. H. Venables // Journal of Psychosomatic Research. – 1971. – Vol. 15. – pp. 343-348.
4. The effect of acute exercise on skin potential in trained athletes / U. Turaçlar, S. Erdal, A. Abdullah, A. Yildiz // Turkish Journal of Medical Sciences. – 1999. – № 29. – pp. 113-116.
5. Suominen, S. Sport and Cultural Events: Willingness to Pay, Facial Expressions and Skin Response / S. Suominen // Athens Journal of Sports. – 2021. – Vol. 8. – № 3. – pp. 201-214.
6. Тарабрина, Н. Ю. Особенности показателей сенсомоторных способностей к спортивной деятельности в разных видах спорта / Н. Ю. Тарабрина, Ю. В. Краев // В сборнике: Актуальные проблемы физической культуры и спорта в современных социально-экономических условиях. Материалы Международной научно-практической конференции, 2020. – С. 446-449.
7. Тарабрина, Н. Ю. Характеристика психофизиологических возможностей спортсменов-единоборцев различной квалификации / Н. Ю. Тарабрина, Е. Ю. Грабовская, В. А. Иванов // В сборнике: Боевые искусства и спортивные единоборства: наука, практика, воспитание. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2016. – С. 243-246.
8. Тарабрина, Н. Ю. Оценка функционального состояния центральной нервной системы у борцов различной квалификации / Н. Ю. Тарабрина // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 1.

9. Epps, J. Automatic Task Analysis: Toward Wearable Behaviometrics / J. Epps, S. Chen // *IEEE Systems, Man, and Cybernetics Magazine*. – 2018. – Vol. 4. – № 4. – pp. 15-20.
10. Analysis of the correlation between brain and skin reactions to different types of music / H. Namazi, D. Baleanu, S. Omam, O. Krejcar // *Fractals*. – 2021. – Vol. 29. – № 02. – pp. 2150124.
11. Sano, A. Quantitative analysis of wrist electrodermal activity during sleep / A. Sano, R. W. Picard, R. Stickgold // *International Journal of Psychophysiology*. – 2014. – Vol. 94. – № 3. – pp. 382-389.
12. Sleep deprivation in young and healthy subjects is more sensitively identified by higher frequencies of electrodermal activity than by skin conductance level evaluated in the time domain / H. F. Posada-Quintero, J. B. Bolkhovsky, N. Reljin, Ki H. Chon // *Frontiers in Physiology*. – 2017. – Vol. 8. – art. 409.
13. Posada-Quintero, H. F. Time-varying analysis of electrodermal activity during exercise / H. F. Posada-Quintero // *PloS one*. – 2018. – Т. 13. – № 6. – pp. e0198328.
14. Выраженность основных показателей центральной кардиогемодинамики у борцов различной квалификации / Н.Ю. Тарабрина, Е.Ю. Грабовская, В.А. Тарабрина, А.Р. Абдураманов // *Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия*. – 2018. – Т. 4(70). – № 1. – С. 92-103.
15. Heart rate variability, QT variability, and electrodermal activity during exercise / Boettger S., Puta C., Yeragani V. K. [et al] // *Med Sci Sports Exerc*. – 2010. – Vol. 42. – № 3. – pp. 443-448.
16. Mental simulation of painful situations has an impact on posture and psychophysiological parameters / T. Lelard, O. Godefroy, S. Ahmaidi [et al] // *Frontiers in Psychology*. – 2017. – Vol. 8. – pp. 2012.
17. Knufinke, M. The measurement of arousal by the means of electrodermal activity during an actually performed balance beam routine and observational learning of the same routine: dissertation / Melanie Knufinke. – University of Twente, 2012. – 73 p.
18. Oldham, J. Statistical tests (Part 2): parametric tests / J. Oldham // *Nursing standard*. – 1993. – № 44. – pp. 28-30.
19. Кувшинов О. Н. Оценка времени психомоторной реакции боксеров на отдельных этапах тренировки / О. Н. Кувшинов, А. А. Джалилов // *Запад-Россия-Восток*. – 2013. – № 7. – С. 267-275.

REFERENCES

1. Venables P.H. Electrodermal activity. *Annals New York Academy of Sciences*, 1991. P. 192-207.
2. Minina E.N, Bobrik Yu.V., Ponomarev V.A. The change of the skin electroconductivity and cardiointervalography indicators under the influence of different physical factors. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021. pp. 012031.
3. Christie M.J., Venables P.H. Effects on «basal» skin potential level of varying the concentration of an external electrolyte. *Journal of Psychosomatic Research*, 1971, vol. 15, pp. 343-348.
4. Turaçlar U.T., Erdal S., Abdullah A., Yildiz A. The effect of acute exercise on skin potential in trained athletes. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 1999, no. 29, pp. 113-116.
5. Suominen S. Sport and Cultural Events: Willingness to Pay, Facial Expressions and Skin Response. *Athens Journal of Sports*, 2021, vol. 8, no. 3, pp. 201-214.
6. Tarabrina N.Yu. Kraev Yu.V. Features of indicators of sensorimotor abilities to sports activity in different sports. From the collection: *Actual Problems of Physical Culture and Sports in Modern Socio-Economic Conditions. Materials of the International Scientific and Practical Conference*, 2020. pp. 446-449. (in Russ.)
7. Tarabrina N.Yu., Grabovskaya E.Yu., Ivanov V.A. Characteristics of the psychophysiological capabilities of martial artists of various qualifications. From the collection: *Martial Arts and Sports Martial Arts: Science, Practice, Education. Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation*, 2016. pp. 243-246. (in Russ.)
8. Tarabrina N.Yu. Assessment of the functional state of the central nervous system in wrestlers of various qualifications. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 1. (in Russ.)
9. Epps J., Chen S. Automatic Task Analysis: Toward Wearable Behaviometrics. *IEEE Systems, Man, and Cybernetics Magazine*, 2018, vol. 4, no. 4, pp. 15-20.
10. Namazi H., Baleanu D., Omam S., Krejcar O. Analysis of the correlation between brain and skin reactions to different types of music. *Fractals*, 2021, vol. 29, no. 02, pp. 2150124.
11. Sano A., Picard R.W., Stickgold R. Quantitative analysis of wrist electrodermal activity during sleep. *International Journal of Psychophysiology*, 2014, vol. 94, no. 3, pp. 382-389.

12. Posada-Quintero Hugo F., J.B. Bolkhovskiy, N. Reljin, Ki H. Chon Sleep deprivation in young and healthy subjects is more sensitively identified by higher frequencies of electrodermal activity than by skin conductance level evaluated in the time domain. *Frontiers in Physiology*, 2017, vol. 8, art. 409.
13. Posada-Quintero H.F. Time-varying analysis of electrodermal activity during exercise. *PloS one*, 2018, vol. 13, no. 6, pp. e0198328.
14. Tarabrina N.Yu., Grabovskaya E.Yu., Tarabrina V.A., Abduramanov A.R. The severity of the main indicators of central cardiohemodynamics in wrestlers of various qualifications. *Scientific Notes of the V.I. Vernadskij Crimean Federal University. Biology. Chemistry*, 2018, vol. 4 (70), no. 1, pp. 92-103. (in Russ.)
15. Boettger S., Puta C., Yeragani V.K., Donath L., Müller H.J., Gabriel H.H.W., Bär K.J. Heart rate variability, QT variability, and electrodermal activity during exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 2010, vol. 42, no. 3, pp. 443-448.
16. Lelard T., Godefroy O., Ahmaidi S., Krystkowiak P., Mouras H. Mental simulation of painful situations has an impact on posture and psychophysiological parameters. *Frontiers in Psychology*, 2017, vol. 8, pp. 2012.
17. Knufinke M. The measurement of arousal by the means of electrodermal activity during an actually performed balance beam routine and observational learning of the same routine: dissertation. University of Twente, 2012. 73 p.
18. Oldham J. Statistical tests (Part 2): parametric tests. *Nursing standard*, 1993, no. 44, pp. 28-30.
19. Kuvshinov O.N. Dzhililov A.A. Evaluation of the psychomotor reaction time of boxers at certain stages of training. *West-Russia-East*, 2013, no. 7, pp. 267-275. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Ирина Леонидовна Дралло – доцент кафедры физического воспитания, Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет), Москва, e-mail: dralloirina@list.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Irina Leonidovna Drallo – Associate Professor of the Department of Physical Education, Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, e-mail: dralloirina@list.ru.

Для цитирования: Дралло, И. Л. Электрокожное сопротивление как индикатор вегетативного обеспечения саморегуляции психических функций у боксеров / И. Л. Дралло // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 2. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_02_19

For citation: Drallo I.L. Electrical resistance of the skin as an indicator of autonomous self-regulation of mental functions in boxers. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 2. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_02_19