

М.Б. Султанов

ЭЭГ-КОРРЕЛЯТЫ ЛИЧНОСТНЫХ СУПЕРФАКТОРОВ АЙЗЕНКА У ЮШОШЕЙ-СПОРТСМЕНОВ

Представлены результаты взаимосвязи осцилляций ЭЭГ ритмов с личностными чертами юношей-футболистов. Выявлена статистически значимая связь между тета-ритмом и нейротизмом, а также гамма-ритмом и социальной конформностью. Выявленные в работе данные об осцилляциях ЭЭГ ритмов как коррелятов личностных черт футболистов указывают на специфическое взаимодействие нейронных ансамблей в фоновой активности ЭЭГ, что может обуславливать преимущественное предпочтение избранных стратегий поведения в спорте.

Ключевые слова: ЭЭГ; личностные черты; префронтальная кора; психотизм; экстраверсия; нейротизм; социальная конформность; неинвазивный метод.

Введение

В современном спорте все большую актуальность приобретает всестороннее изучение поведения спортсменов как во время, так и вне соревнований, а для более глубокого его понимания необходимо учитывать особенности их личностных характеристик. При этом считается, что именно поведение спортсменов во время соревнований, в частности в командных видах спорта, часто играет ключевую роль в достижении успеха. Так, Чемпионат Мира по футболу, проведенный в России, подтвердил, что одной из важнейших задач в спорте высших достижений является изучение индивидуальности футболистов. Тем не менее особенности и свойства того или иного врожденного темперамента могут претерпевать различные изменения и в ходе индивидуальной жизнедеятельности человека, на которые оказывает влияние окружающая действительность, включая спортивную деятельность [1].

Известно, что поиск физиологических коррелятов темперамента и определение роли личностных характеристик в различных процессах функциональной деятельности мозга является одним из приоритетных направлений психофизиологии [2]. Наряду с этим выявлено, что нейронные ансамбли в фоновой ЭЭГ активности мозга, в частности префронтальной области коры, могут обуславливать различные формы поведения. К примеру, дорсолатеральная и вентролатеральная области префронтальной коры [3, 4] связаны с различными аспектами поведения и личностными характеристиками [5, 6], участвуя при этом как в планировании поведения, включая в себя социальную адаптацию [7], так и в механизме коркового торможения [8–10]. Вместе с тем по результатам ряда исследований было выявлено, что некоторые психические характеристики могут отражать особенности спонтанного взаимодействия нейронных осцилляторов [11] и модулировать организацию функциональной активности коры (ее префронтальной области, с механизмом активации), которой связаны экстраверсия и нейротизм [12, 13]. К этому следует добавить, что при исследовании роли дельта-, тета- и альфа-ритмов в компонентах вызванного потенциала было выявлено совместное влияние уровней экстраверсии и нейротизма на специфику активирующих и ингибирующих

взаимосвязей в кортико-подкорковых структурах мозга [14, 15]. С другой стороны, показано, что среди большого количества известных на сегодняшний день типологий личности психодинамическая теория личности Г. Айзенка, изучающая психометрическую структуру универсальных личностных суперфакторов, неоднократно апробирована на различных выборах [16, 17].

На основании вышеизложенного *гипотеза* данного исследования включала в себя предположение о том, что отдельные ЭЭГ ритмы имеют устойчивую связь с личностными чертами футболистов, которая может отражаться и на их профессиональной спортивной деятельности. Отсюда *цель* настоящего исследования – выявление гипотетических предикторов личностных черт (суперфакторов) по Г. Айзенку среди пяти генерализованных ЭЭГ ритмов префронтальной коры головного мозга юношей-футболистов.

Материалы и методы исследования

В исследованиях приняли участие 17 юношей-футболистов в возрасте 17–20 лет ($M = 18,56$, $SD = 0,94$). Все испытуемые дали устное согласие на участие в эксперименте. Для оценки личностных характеристик – психотизма (P), экстраверсии (E), нейротизма (N), а также социальной конформности (L) – была использована методика EPQ по Г. Айзенку [18].

Процедура исследования и сбор данных. Заполнение анкет проводилось на базе спортивного клуба без участия исследователя. Запись биоэлектрических потенциалов префронтальной коры осуществлялась при монополярном отведении с помощью двух электродов в положениях Fp1-Fp2 одноканальной беспроводной системой «NeuroSky ThinkGear» [19] производства США. Данная система включала в себя и головной обруч «MindCap XL» производства Германии, который обычно используется для нейробиоуправления в исследованиях в области спорта. Полученные данные накапливались во встроенном микрочипе и передавались по беспроводной связи «Bluetooth» на компьютер для записи и последующего автономного количественного анализа с помощью программного обеспечения «MindRecord» (New Dimension Technology, Япония). Далее ЭЭГ данные в необработанном формате преобразовывались в текстовый файл (ASCII) для

последующего анализа. Спектральный анализ ЭЭГ проводили, выделив следующие диапазоны: дельта: 1–3 Гц; тета: 4–7 Гц; альфа: 8–12 Гц; бета: 13–30 Гц; гамма: 31–50 Гц. Применялось окно Хеннинга (эпохи перекрывались на 50%), частота дискретизации составляла 512 Гц. Мощность полосы спектральной плотности выражалась в мкВ²/Гц. Для анализа выбирали 2-секундные отрезки общей длительностью 30–40 с. В качестве индифферентной точки использовали ушной электрод на мочке левого уха. Регистрация электрофизиологических показателей для каждого испытуемого проходила в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми (ГЗ) глазами в течение 5 мин. Во время записи на глаза испытуемых надевали маску черного цвета, не пропускающую свет.

Анализ выделенных безартефактных участков ЭЭГ осуществлялся с помощью программы «WinEEG» (Мицар, Россия). При этом эпохи, содержащие амплитуды, превышающие 150 мкВ, были удалены из анализа. Параллельно глазодвигательные и мышечные артефакты автоматически удалялись с использованием «анализа независимых компонентов» (ICA) в программном обеспечении «WinEEG». Вместе с этим эпохи проверялись на наличие артефактов и визуально, а отрезки, содержащие их, удалялись из анализа.

Статистический анализ данных включал в себя дескриптивную и индуктивную статистику. Вычислялось среднее значение и стандартное отклонение. Критерий Шапиро – Уилка использовался для проверки данных на нормальность распределения. Метод линейной регрессии применялся для выявления ЭЭГ предикторов среди личностных черт спортсменов. Уровень значимости соответствовал показателю $p < 0,05$. Анализ проводился с использованием статистического пакета Statistics Kingdom®. На основании рекомендации номинального количества из 15 наблюдений на предиктор [20] наша выборка из 17 человек считалась адекватной для регрессионного уравнения. Кроме того, линейная регрессия является робастным (устойчивым) методом, что предполагает нормальность распределения только зависимой переменной [21]. В этой связи шкала психотизма была исключена нами из дальнейшего анализа ввиду отсутствия у нее нормального распределения, а шкала экстраверсии не выявила статистически значимой связи с ЭЭГ ритмами.

Результаты и их обсуждение

По результатам исследования было выявлено два предиктора для личностных суперфакторов Г. Айзенка среди ЭЭГ ритмов (табл. 1, 2, рис. 1, 2).

Таблица 1
Линейный регрессионный анализ связи ЭЭГ ритмов с нейротизмом

Ритм	Ср. знач.	Ст. откл.	$F_{(1,15)}$	R^2	t	P	Шапиро – Уилк (P)
Дельта	59,42	41,08	0,135	0,009	0,367	0,719	0,783
Тета	68,08	32,15	5,520	0,269	-2,350	0,033	0,509
Альфа	76,84	51,07	0,076	0,005	-0,275	0,787	0,992
Бета	82,46	21,31	0,466	0,030	-0,683	0,505	0,615
Гамма	43,00	23,53	0,148	0,010	-0,385	0,706	0,816

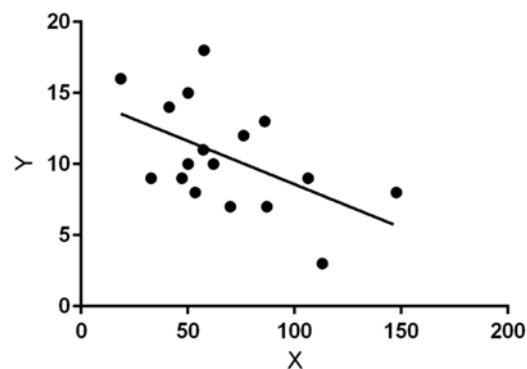


Рис. 1. Взаимосвязь тета-ритма с нейротизмом: по шкале абсцисс (X) – спектральная мощность, мкВ²/Гц; по шкале ординат (Y) – значение нейротизма, баллы

Таблица 2
Линейный регрессионный анализ связи ЭЭГ ритмов с социальной конформностью

Ритм	Ср. знач.	Ст. откл.	$F_{(1,15)}$	R^2	t	P	Шапиро – Уилк (P)
Дельта	59,42	41,08	0,289	0,019	-0,537	0,599	0,854
Тета	68,08	32,15	1,362	0,083	-1,167	0,261	0,379
Альфа	76,84	51,07	2,271	0,132	-1,507	0,153	0,925
Бета	82,46	21,31	2,657	0,151	-1,630	0,124	0,537
Гамма	43,00	23,53	6,045	0,287	-2,459	0,027	0,318

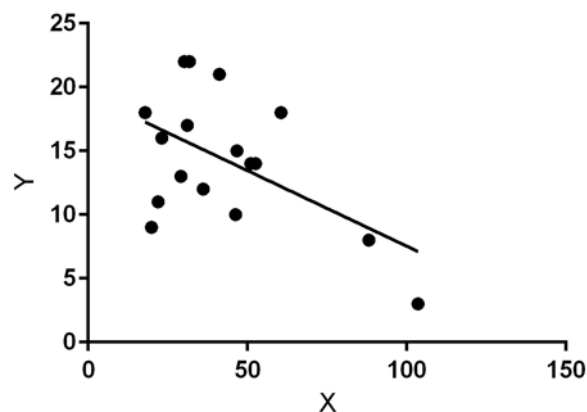


Рис. 2. Взаимосвязь гамма-ритма с социальной конформностью: По шкале абсцисс (X) – спектральная мощность, мкВ²/Гц; По шкале ординат (Y) – значение конформности, баллы

Так, ЭЭГ-корреляты нейротизма (N) в тета-диапазоне обратно пропорциональны: с повышением мощности тета-ритма снижался уровень нейротизма ($t = -2,35$, $R^2 = 0,269$, $p \leq 0,033$). Выявленное в нашем исследовании подавление мощности тета-ритма при усилении нейротизма согласуется с данными других исследований, где были получены высокие показатели фронтального тета-ритма в сочетании с низкими показателями нейротизма и тревожности [22, 23], что указывает на связь тета-ритма фронтальной коры с тревожностью [24]. Известно, что тревожность рассматривается и как свойство темперамента, при котором высокие показатели ее значений соответствуют относительно высоким показателям нейротизма и, по-видимому, обусловлены врожденным показателем типологии ВНД [25, 26]. Наряду с этим исследования, относящиеся к работе в экстремальных условиях (например, антарктические экспедиции), показали, что медленные ритмы, в том числе

тета-ритм, играют ведущую роль в адаптивных перестройках организма [27]. Кроме того, тета-частоты оказались связанными и с ситуациями, предполагавшими включение механизмов охранительного или защитного торможения [28].

С другой стороны, данные, полученные по шкале «лжи» (L), рассматривались как показатель социальной конформности. По результатам исследования была выявлена статистически значимая связь между гамма-ритмом и социальной конформностью футболистов с отрицательным уклоном ($t = -2,46$, $R^2 = 0,287$, $p \leq 0,027$). При этом с возрастанием мощности гамма-ритма снижался уровень социальной конформности. Вероятно, обнаруженная нами отрицательная взаимосвязь между гамма-ритмом и социальной конформностью связана с тем, что у футболистов высокие значения этого ритма могут указывать на их более выраженное избирательное поведение или независимость в принятии решений. Кроме того, можно предположить, что гамма-мощность префронтальной коры может быть маркером личностных черт и по той причине, что гамма-колебания в коре головного мозга гораздо более эффективны, чем в подкорковых структурах [29]. Полученные результаты могут служить предпосылкой для более углубленного анализа этого высокочастотного ритма при изучении поведения спортсменов, тем более, что существуют теории, связывающие этот ритм с работой торможения, сознания и внимания [11, 30]. Наряду с этим по «Башару» активность в зоне гамма-ритма характерна для мотивации [31]. Вместе с тем обусловливание нейронными осцилляторами некоторых психических свойств личности спортсменов согласуется с концеп-

цией, выдвинутой Ришаром Мейли: «Структуру личности нужно рассматривать как конструкцию, или организацию, являющуюся результатом взаимодействия между врожденными предрасположенностями и внешними условиями» [32].

Таким образом, особенности взаимодействия устойчивых связей нейронных ансамблей префронтальной коры могут predispose личность к определенным видам поведения, в частности, к уровню тревожности футболистов, ее индивидуального вклада в общекомандный успех или в степень самореализации в спортивном коллективе, что может отражаться на уровне социального взаимодействия между всеми членами команды [33]. Роль нейронов при оценке уровня тренированности спортсменов является приоритетным направлением в современной спортивной науке [34]. Актуальность такого рода исследований подтверждается и тем фактом, что немало людей, а именно спортсменов, формируют стиль деятельности, не адекватный их психофизиологическим особенностям [35].

Выводы

1. ЭЭГ осцилляторы префронтальной коры юношей-футболистов избирательно чувствительны к психологическим свойствам, выделенным Г. Айзенком.
2. Тета-ритм оказался предиктором нейротизма, что связано с процессами защитного торможения у юношей-футболистов.
3. Гамма-ритм является предиктором социальной конформности, что отражает независимость в принятии решений футболистами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шадриков В.Д. Психология деятельности человека. М.: Логос, 1996. 319 с.
2. Heller W. Neuropsychological mechanisms of individual differences in emotion, personality, and arousal // *Neuropsychology*. 1993. Vol. 7 (4). P. 476–489. URL: <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0894-4105.7.4.476>
3. Park J., Moghaddam B. Impact of anxiety on prefrontal cortex encoding of cognitive flexibility // *Neuroscience*. 2017. Vol. 345. P. 193–202. URL: <https://dx.doi.org/10.1016/j.neuroscience.2016.06.013>
4. Telzer E.H., Mogg K., Bradley B.P., Mai X., Ernst M., Pine D.S., Monk C.S. Relationship between trait anxiety, prefrontal cortex, and attention bias to angry faces in children and adolescents // *Biological psychology*. 2008. Vol. 79 (2). P. 216–222. URL: <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2008.05.004>
5. Guo C.C., Nguyen V.T., Hyett M.P., Parker G.B., Breakspear M.J. Out-of-sync: disrupted neural activity in emotional circuitry during film viewing in melancholic depression // *Scientific reports*. 2015. Vol. 5. P. 11605. URL: <https://doi.org/10.1038/srep11605>
6. Shin J., Müller K.R., Hwang H.J. Near-infrared spectroscopy (NIRS)-based eyes-closed brain-computer interface (BCI) using prefrontal cortex activation due to mental arithmetic // *Scientific reports*. 2016. Vol. 6. P. 36203. URL: <https://doi.org/10.1038/srep36203>
7. Baron-Cohen S., Ring H.A., Wheelwright S., Bullmore E.T., Brammer M.J., Simmons A., Williams S.C. Social intelligence in the normal and autistic brain: an fMRI study // *European journal of neuroscience*. 1999. Vol. 11 (6). P. 1891–1898. URL: <https://doi.org/10.1046/j.1460-9568.1999.00621.x>
8. Cruikshank S.J., Ahmed O.J., Stevens T.R., Patrick S.L., Gonzalez A.N., Elmaleh M., Connors B.W. Thalamic control of layer 1 circuits in prefrontal cortex // *Journal of Neuroscience*. 2012. Vol. 32 (49). P. 17813–17823. URL: <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3231-12.2012>
9. Delevich K., Tucciarone J., Huang Z.J., Li B. The mediodorsal thalamus drives feedforward inhibition in the anterior cingulate cortex via parvalbumin interneurons // *Journal of Neuroscience*. 2015. Vol. 35 (14). P. 5743–5753. URL: <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4565-14.2015>
10. McGarry L.M., Carter A.G. Inhibitory gating of basolateral amygdala inputs to the prefrontal cortex // *Journal of Neuroscience*. 2016. Vol. 36 (36). P. 9391–9406. URL: <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0874-16.2016>
11. Бушов Ю.В. Роль фазовых взаимодействий между высоко- и низкочастотными ритмами ЭЭГ в когнитивных процессах и механизмах сознания // *Сибирский психологический журнал*. 2012. № 45. С. 98–103.
12. De Pascalis V. Hemispheric asymmetry, personality and temperament // *Personality and Individual Differences*. 1993. Vol. 14 (6). P. 825–834. URL: [https://doi.org/10.1016/0191-8869\(93\)90095-K](https://doi.org/10.1016/0191-8869(93)90095-K)
13. Gale A. Electroencephalographic studies of extraversion-introversion: A case study in the psychophysiology of individual differences // *Personality and Individual Differences*. 1983. Vol. 4 (4). P. 371–380. URL: [https://doi.org/10.1016/0191-8869\(83\)90002-8](https://doi.org/10.1016/0191-8869(83)90002-8)
14. Robinson D.L. The technical, neurological, and psychological significance of 'alpha', 'delta' and 'theta' waves confounded in EEG evoked potentials: a study of peak amplitudes // *Personality and Individual Differences*. 2000. Vol. 28 (4). P. 673–693. URL: [https://doi.org/10.1016/S0191-8869\(99\)00130-0](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(99)00130-0)

15. Robinson D.L. How brain arousal systems determine different temperament types and the major dimensions of personality // *Personality and Individual Differences*. 2001. Vol. 31 (8). P. 1233–1259. URL: [https://doi.org/10.1016/S0191-8869\(00\)00211-7](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(00)00211-7)
16. Ишков А.Д. Учебная деятельность студента: психологические факторы успешности. М. : ACB, 2004. С. 164–167.
17. Личностный опросник ЕРІ (методика Г.Айзенка). Альманах психологических тестов. М. : КСП, 1995. С. 217–224.
18. Райгородский Д.Я. Практическая психодиагностика. М. : Бахрах-М, 2017. 672 с.
19. Rogers J.M., Johnstone S.J., Aminov A., Donnelly J., Wilson, P.H. Test-retest reliability of a single-channel, wireless EEG system // *International Journal of Psychophysiology*. 2016. Vol. 106. P. 87–96. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2016.06.006>
20. Stevens J. *Applied multivariate statistics for the social sciences*. Routledge, 2009. 664 p.
21. Fitzmaurice G.M., Laird N.M., Ware J.H. *Applied longitudinal analysis*. John Wiley & Sons, 2012. Vol. 998.
22. Inanaga K. Frontal midline theta rhythm and mental activity // *Psychiatry and Clinical Neurosciences*. 1998. Vol. 5 (6). P. 555–566. URL: <https://doi.org/10.1046/j.1440-1819.1998.00452.x>
23. Mizuki Y. Frontal lobe: mental functions and EEG // *American Journal of EEG Technology*. 1987. Vol. 27 (2). P. 91–101. URL: <https://doi.org/10.1080/00029238.1987.11080219>
24. Cavanagh J.F., Shackman A.J. Frontal midline theta reflects anxiety and cognitive control: meta-analytic evidence // *Journal of Physiology-Paris*. 2015. Vol. 109 (1-3). P. 3–15. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jphysparis.2014.04.003>
25. Smoller J., Block S., Young M. Genetics of anxiety disorders: the complex road from DSM to DNA // *Depress Anxiety*. 2009. Vol. 26 (11). P. 965–975. URL: <https://doi.org/10.1002/da.20623>
26. Strelay J. The concepts of arousal and arousability as used in temperaments studies // *Temperament: Individual differences at the interface of biology and behavior* / eds. by J.E. Bates, T.D. Wachs. Washington, DC, US: American Psychological Association, 1994. P. 117–141. URL: <http://dx.doi.org/10.1037/10149-000>
27. Василевский Н.Н., Сороко С.И., Богословский М.М. Психофизиологические аспекты адаптации человека в Антарктиде. Л. : Медицина, 1978. 208 с.
28. Buzsáki G. Theta oscillations in the hippocampus // *Neuron*. 2002. Vol. 33 (3). P. 325–340. URL: [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(02\)00586-X](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(02)00586-X)
29. Fitzgerald P.J., Watson B.O. Gamma oscillations as a biomarker for major depression: an emerging topic // *Translational Psychiatry*. 2018. Vol. 8 (1). P. 177. URL: <https://doi.org/10.1038/s41398-018-0239-y>
30. Barry R.J., Clarke A.R., Hajas M., McCarthy R., Selikowitz M., Dupuy F.E. Resting-state EEG gamma activity in children with attention-deficit/hyperactivity disorder // *Clinical neurophysiology*. 2010. Vol. 121 (11). P. 1871–1877. URL: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2010.04.022>
31. Başar-Eroglu C., Strüber D., Schürmann M., Stadler M., Başar E. Gamma-band responses in the brain: a short review of psychophysiological correlates and functional significance // *International journal of psychophysiology*. 1996. Vol. 24 (1-2). P. 101–112. URL: [https://doi.org/10.1016/S0167-8760\(96\)00051-7](https://doi.org/10.1016/S0167-8760(96)00051-7)
32. Мейли Р. Структура личности // *Экспериментальная психология* / ред.-сост. П. Фреес, Ж. Пиаже. М. : Прогресс, 1975. Т. V. С. 277.
33. Исмаилова Х.Ю., Султанов М.Б. Изучение особенностей личностных характеристик и маркеров темперамента у юношей различной психологической типологии // *Сибирский педагогический журнал*. 2019. № 1. С. 139–147. URL: <http://dx.doi.org/10.15293/1813-4718.1901.17>
34. Гурова М.Б., Капилевич Л.В., Матросова Т.С. Структура соматосенсорных вызванных потенциалов у спортсменов-тяжелотлетов и единоборцев разной квалификации // *Вестник Томского государственного университета*. 2011. № 345. С. 171–172.
35. Ильин Е.П. Психология индивидуальных различий : учеб. пособие. СПб. : Питер, 2011. 701 с.

Статья представлена научной редакцией «Педагогика» 8 сентября 2019 г.

EEG Correlates of Eysenck's Personality Traits in Young Male Athletes

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Journal, 2020, 454, 209–213.

DOI: 209–213. DOI: 10.17223/15617793/454/25

Murad B. Sultanov, A.I. Karaev Institute of Physiology of the Azerbaijan National Academy of Sciences (Baku, Republic of Azerbaijan). E-mail: murad.sultan.81@mail.ru

Keywords: EEG; personality traits; prefrontal cortex; psychoticism; extraversion; neuroticism; social desirability; non-invasive method.

The article presents the study of the relationship of oscillations of electroencephalography (EEG) rhythms on the data of personality traits of young athletes ($N = 17$) aged 17 to 21. EEG recorded by a single-channel wireless EEG system with dry non-contact EEG electrodes designed by NeuroSky with the ThinkGear module and the MindCap XL headband in the prefrontal cortex. Personality traits were determined by the Eysenck Personality Questionnaire (EPQ): Psychoticism, Extraversion, and Neuroticism. Lie (Social Desirability) were also used. A linear regression model was used to analyze EEG rhythms as predictor for Eysenck's personality traits. The findings of the study highlighted two EEG rhythms that are predictors for personality traits: theta wave for neuroticism with negative slope ($t = -2.35$, $R^2 = 0.269$, $p \leq 0.033$), which could be related to inhibition, and gamma wave for social desirability with negative slope ($t = -2.46$, $R^2 = 0.287$, $p \leq 0.027$), which could be related to the independence of footballers' decision-making. The revealed EEG patterns could cause the preference of certain behavioral strategies in sport. Furthermore, statistically significant relationship between theta wave with neuroticism indicate that they may be influenced by emotion-generating brain structures. Thus, EEG oscillators in the young footballers' prefrontal cortex are selectively sensitive to the psychological traits by Eysenck. Theta rhythm was the predictor of neuroticism, which could be related to defensive inhibition among young footballers. Gamma rhythm was the predictor of social desirability, which could be related to the independence of decision-making or selective behavior modification among footballers. This research is among the first studies using the NeuroSky Think Gear module with a single-channel EEG system to analyze the features of temperament among athletes. The received data imply further studies to examine the probability of association between the slow and higher frequency rhythms and personality traits among athletes. The data on EEG rhythm oscillations as neurophysiological correlates of footballers' personality traits can be used to create methods for objective behavior diagnosis in sport competitions in both young and high-qualification footballers.

REFERENCES

1. Shadrikov, V.D. (1996) *Psikhologiya deyatel'nosti cheloveka* [Psychology of Human Activity]. Moscow: Logos.
2. Heller, W. (1993) Neuropsychological mechanisms of individual differences in emotion, personality, and arousal. *Neuropsychology*. 7 (4). pp. 476–489. [Online] Available from: <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0894-4105.7.4.476>
3. Park, J. & Moghaddam, B. (2017) Impact of anxiety on prefrontal cortex encoding of cognitive flexibility. *Neuroscience*. 345. pp. 193–202. DOI: 10.1016/j.neuroscience.2016.06.013

4. Telzer, E.H. et al. (2008) Relationship between trait anxiety, prefrontal cortex, and attention bias to angry faces in children and adolescents. *Biological Psychology*. 79 (2). pp. 216–222. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2008.05.004
5. Guo, C.C. et al. (2015) Out-of-sync: disrupted neural activity in emotional circuitry during film viewing in melancholic depression. *Scientific Reports*. 5. p. 11605. DOI: 10.1038/srep11605
6. Shin, J., Müller, K.R. & Hwang, H.J. (2016) Near-infrared spectroscopy (NIRS)-based eyes-closed brain-computer interface (BCI) using prefrontal cortex activation due to mental arithmetic. *Scientific Reports*. Vol. 6. R. 36203. DOI: 10.1038/srep36203
7. Baron-Cohen, S. et al. (1999) Social intelligence in the normal and autistic brain: an fMRI study. *European Journal of Neuroscience*. 11 (6). pp. 1891–1898. DOI: 10.1046/j.1460-9568.1999.00621.x
8. Cruikshank, S.J. et al. (2012) Thalamic control of layer 1 circuits in prefrontal cortex. *Journal of Neuroscience*. 32 (49). pp. 17813–17823. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.3231-12.2012
9. Delevich, K., Tucciarone, J., Huang, Z.J. & Li, B. (2015) The mediodorsal thalamus drives feedforward inhibition in the anterior cingulate cortex via parvalbumin interneurons. *Journal of Neuroscience*. 35 (14). pp. 5743–5753. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.4565-14.2015
10. McGarry, L.M. & Carter, A.G. (2016) Inhibitory gating of basolateral amygdala inputs to the prefrontal cortex. *Journal of Neuroscience*. 36 (36). pp. 9391–9406. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.0874-16.2016
11. Bushov, Yu.V. (2012) Role of Phase Interactions Between High- and Low-Frequency Rhythms of EEG in Cognitive Processes and Consciousness Mechanisms. *Sibirskiy psikhologicheskii zhurnal – Siberian Journal of Psychology*. 45. pp. 98–103. (In Russian).
12. De Pascalis, V. (1993) Hemispheric asymmetry, personality and temperament. *Personality and Individual Differences*. 14 (6). pp. 825–834. DOI: 10.1016/0191-8869(93)90095-K
13. Gale, A. (1983) Electroencephalographic studies of extraversion-introversion: A case study in the psychophysiology of individual differences. *Personality and Individual Differences*. 4 (4). pp. 371–380. DOI: 10.1016/0191-8869(83)90002-8
14. Robinson, D.L. (2000) The technical, neurological, and psychological significance of ‘alpha’, ‘delta’ and ‘theta’ waves confounded in EEG evoked potentials: a study of peak amplitudes. *Personality and Individual Differences*. 28 (4). pp. 673–693. DOI: 10.1016/S0191-8869(99)00130-0
15. Robinson, D.L. (2001) How brain arousal systems determine different temperament types and the major dimensions of personality. *Personality and Individual Differences*. 31 (8). pp. 1233–1259. DOI: 10.1016/S0191-8869(00)00211-7
16. Ishkov, A.D. (2004) *Uchebnaya deyatel'nost' studenta: psikhologicheskie faktory uspekhov* [Student Learning Activities: Psychological Factors of Success]. Moscow: ASV. pp. 164–167.
17. Rimskiy, S. & Rimskaya, R.R. (eds) (1995) Lichnostnyy oprosnik EPI (metodika G. Ayzenka) [Eysenck Personality Inventory]. In: *Al'manakh psikhologicheskikh testov* [Almanac of Psychological Tests]. Moscow: KSP. pp. 217–224.
18. Raygorodskiy, D.Ya. (2017) *Prakticheskaya psikhodiagnostika* [Practical Psychodiagnostics]. Moscow: Bakhrahk-M.
19. Rogers, J.M. et al. (2016) Test-retest reliability of a single-channel, wireless EEG system. *International Journal of Psychophysiology*. 106. pp. 87–96. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2016.06.006
20. Stevens, J. (2009) *Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences*. Routledge.
21. Fitzmaurice, G.M., Laird, N.M. & Ware, J.H. (2012) *Applied Longitudinal Analysis*. Vol. 998. John Wiley & Sons.
22. Inanaga, K. (1998) Frontal midline theta rhythm and mental activity. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*. 5 (6). pp. 555–566. DOI: 10.1046/j.1440-1819.1998.00452.x
23. Mizuki, Y. (1987) Frontal lobe: mental functions and EEG. *American Journal of EEG Technology*. 27 (2). pp. 91–101. DOI: 10.1080/00029238.1987.11080219
24. Cavanagh, J.F. & Shackman, A.J. (2015) Frontal midline theta reflects anxiety and cognitive control: meta-analytic evidence. *Journal of Physiology-Paris*. 109 (1-3). pp. 3–15. DOI: 10.1016/j.jphysparis.2014.04.003
25. Smoller, J., Block, S. & Young, M. (2009) Genetics of anxiety disorders: the complex road from DSM to DNA. *Depress Anxiety*. Vol. 26 (11). pp. 965–975. DOI: 10.1002/da.20623
26. Strelay, J. (1994) The concepts of arousal and arousability as used in temperaments studies. In: Bates, J.E. & Wachs, T.D. (eds) *Temperament: Individual Differences at the Interface of Biology and Behavior*. Washington, DC, US: American Psychological Association. pp. 117–141. DOI: 10.1037/10149-000
27. Vasilevskiy, N.N., Soroko, S.I. & Bogoslovskiy, M.M. (1978) *Psikhofiziologicheskie aspekty adaptatsii cheloveka v Antarktide* [Psychophysiological Aspects of Human Adaptation in Antarctica]. Leningrad: Meditsina.
28. Buzsáki, G. (2002) Theta oscillations in the hippocampus. *Neuron*. 33 (3). pp. 325–340. DOI: 10.1016/S0896-6273(02)00586-X
29. Fitzgerald, P.J. & Watson, B.O. (2018) Gamma oscillations as a biomarker for major depression: an emerging topic. *Translational Psychiatry*. 8 (1). p. 177. DOI: 10.1038/s41398-018-0239-y
30. Barry, R.J. et al. (2010) Resting-state EEG gamma activity in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clinical Neurophysiology*. 121 (11). pp. 1871–1877. DOI: 10.1016/j.clinph.2010.04.022
31. Başar-Eroglu, C. et al. (1996) Gamma-band responses in the brain: a short review of psychophysiological correlates and functional significance. *International Journal of Psychophysiology*. 24 (1-2). pp. 101–112. DOI: 10.1016/S0167-8760(96)00051-7
32. Meili, R. (1975) Struktura lichnosti [The Structure of the Personality]. In: Piaget, J. & Frawley, P. (eds) *Eksperimental'naya psikhologiya* [Experimental Psychology]. Vol. 5. Moscow: Progress.
33. Ismaylova, Kh.Yu. & Sultanov, M.B. (2019) Studying of Peculiarities of Personal Traits and Markers of Temperament of Youth Population With Different Psychological Type. *Sibirskiy pedagogicheskii zhurnal – Siberian Pedagogical Journal*. 1. pp. 139–147. (In Russian). DOI: 10.15293/1813-4718.1901.17
34. Gurova, M.B., Kapilevich, L.V. & Matrosova, T.S. (2011) Structure of somatosensory evoked potentials of sportsmen-weightlifters and martial artists of different qualifications. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Journal*. 345. pp. 171–172. (In Russian).
35. Il'in, E.P. (2011) *Psikhologiya individual'nykh razlichiy* [The Psychology of Individual Differences]. St. Petersburg: Piter.

Received: 08 September 2019