

Альона Сокол
Тетяна Шевчук
Наталія Євпак
Роман Кальков

Особливості спектра потужності ЕЕГ у спортсменів різних видів спорту

У статті висвітлено проблематику спектральної щільності потужності електроенцефалограми у спортсменів різних видів спорту. Показано достовірну різницю у значеннях спектральної щільності потужності досліджуваних ритмів між групами спортсменів у передньолобових та задньоскроневиx відведеннях альфа-1, альфа-2 діапазонів лівої півкулі головного мозку. Статистично значиму різницю виявлено і між значеннями відсотків від повної потужності сигналу у задньолобових, центральних та передньо- і задньоскроневиx відведеннях альфа-1 діапазону між групами досліджуваних спортсменів.

Ключові слова: спектр потужності, електроенцефалограма, спортсмени, різні види спорту.

Постановка наукової проблеми та її значення. Сьогодні метод електроенцефалографії є одним із найбільш поширених у вивченні функціонального стану головного мозку. Генерацію в корі головного мозку електричних коливань помітив Р. Кеннон (1875 р.) та В. Я. Данилевський (1876 р.), а от спосіб реєстрації коливань електричних потенціалів з поверхні голови вперше у 1913 р. розробив український фізіолог В. Правдич-Немінський у дослідках на тваринах та німецький психіатр Г. Бергер (1929 р.) – у людей. Хоча остаточне питання про походження ЕЕГ не вирішено, вважають, що електричні процеси, які реєструє електроенцефалограф, пов'язані із синаптичною активністю нейронів. Упродовж останніх років у наукових доробках учених указано на кореляційні взаємозв'язки між електроенцефалографічними показниками роботи мозку і функціональними характеристиками поточного стану людини [10]. Спостерігається також дедалі більша зацікавленість вивченням особливостей електричної активності мозку людини [13–15] та водночас залишається актуальним дослідження цієї проблематики у спортсменів різної спрямованості тренувального процесу. Зважаючи на те, що характер мозкових хвиль у стандартних умовах (розслаблений стан із заплющеними очима) майже повністю визначається генетично, виявлення дещо виражених, але типових зрушень в ЕЕГ при дослідженні великої кількості людей (вікових та професійних груп) може бути дуже важливим при відборі спеціалістів, які повинні мати відмінне фізичне та психологічне здоров'я.

Аналіз досліджень цієї проблеми. Аналіз літературних джерел свідчить про те, що одним із основних завдань сучасної спортивної фізіології є адаптація до надмірних фізичних навантажень. У механізмах адаптації бере участь центральна нервова система, визначаючи цілісну роботу окремих систем та організму загалом [12]. Беручи до уваги вказаний вище факт, робимо висновок, що нейрофізіологічною результуючою цих процесів виявляється електрична активність мозку.

Дослідження функціональної асиметрії мозку спортсменів [11] вказують на те, що перевага лівого зорового сенсорного входу створює сприятливі передумови для мобілізації функціональних резервів правої півкулі для успішного перебігу процесів адаптації до спортивних навантажень, пов'язаних із виникненням гіпоксичного стану. Новим є розкриття особливостей мозкових механізмів регулювання та формування функціональних систем у спортсменів, що відрізняються успішністю спортивної діяльності.

У роботах, що присвячені вивченню впливу спортивних навантажень на електричну активність кори головного мозку [1; 3; 5; 6], виявлено наявність стійких характеристик просторової організації коркових процесів у спортсменів під час виконання когнітивних завдань. Електрофізіологи показали, що низькочастотний і високочастотний альфа-ритми більшою мірою притаманні когнітивним видам діяльності, тоді як середньочастотний альфа-ритм відображає переважно процеси неспецифічної активації (W. Klimesch) [16]. Однак питання про класифікацію ритмів мозку за частотними характеристиками досі є предметом дискусії у фізіології та психофізіології.

Мета нашого наукового дослідження – виявити особливості спектра потужності електроенцефалограми у спортсменів різних видів спорту. Відповідно до мети поставлено такі **завдання**: вивчити особливості спектральної щільності потужності ЕЕГ (фон – проба із заплющеними очима) у

висококваліфікованих спортсменів і спортсменів без кваліфікації; дослідити спектральну щільність потужності альфа-ритму та відсоток від повної потужності сигналу у спортсменів; зробити порівняльний аналіз значень досліджуваних діапазонів електроенцефалограми у спортсменів різних видів спорту та різної кваліфікації.

Методи і організація дослідження. Для вивчення особливостей електричної активності кори головного мозку ми використовували метод електроенцефалографії. Обстеження здійснювалося у лабораторії вікової нейрофізіології кафедри фізіології людини і тварин за допомогою апаратно-програмного комплексу «НейроКом», що його розробив науково-технічний центр радіоелектронних медичних приладів і технологій «ХАІ-Медика» Національного аерокосмічного університету. Під час запису ЕЕГ електроди розміщували за міжнародною системою 10/20 у 19 точках на скальпі голови (Fp1, Fp2 – передньолобові; F3, F4 – задньолобові; F7, F8 – латеральні лобові; T3, T4 – передньоскроневи, C3, C4 – центральні; T5, T6 – задньоскроневи; P3, P4 – тім’яні; O1, O2 – потиличні, Fz, Cz, Pz – сагітальні лобові, центральні та тім’яні відведення). Контингент досліджуваних становили спортсмени чоловічої статі, яких поділили на дві групи: 1-ша група – спортсмени без кваліфікації (10 осіб) та 2-га група – спортсмени високої кваліфікації (10 осіб). Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою загальноприйнятих методів варіаційної статистики з використанням t-критерію Стьюдента.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. У результаті нашого дослідження ми отримали дані електричної активності кори головного мозку (фон – проба із заплющеними очима) у висококваліфікованих спортсменів та спортсменів без кваліфікації різних видів спорту. Було проаналізовано спектральну щільність потужності альфа-1, -2, -3 діапазонів та відсоток від повної потужності сигналу досліджуваних відведень у спортсменів двох груп різної спеціалізації та кваліфікації. Встановлено, що альфа-діапазон неоднорідний, і в ньому залежно від частоти можна виділити низку субкомпонентів. Суттєвим аргументом на користь виділення вузькосмугових альфа-піддіапазонів слугує онтогенетична динаміка їх дозрівання. В. В. Алфьорова та Д. А. Фарбер виділяють такі піддіапазони: альфа-1, альфа-2, альфа-3 [2; 4].

Складові частини альфа-ритму мають різну топографію: альфа-1 більш виражений у задніх відділах кори, переважно в тім’яних. Його вважають локальним, на відміну від альфа-2, який значно поширений у корі та має максимум у потиличній ділянці. Складова частина альфа-3 має фокус активності в передніх відділах кори – сенсомоторних зонах [7–9].

Аналіз отриманих даних показав, що найбільша спектральна щільність потужності спостерігалася у 2-й групі у всіх досліджуваних відведеннях. На рисунку 1 відображено достовірну різницю спектральної щільності альфа-1 діапазону в передньолобовому та задньоскроневому відведеннях лівої півкулі головного мозку у спортсменів високого класу.

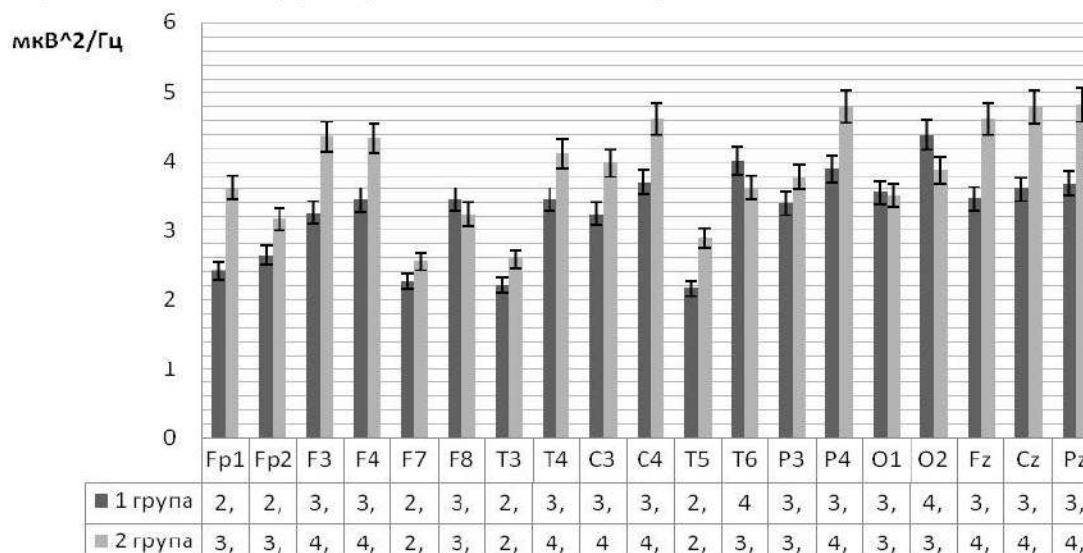


Рис. 1. Спектральна щільність потужності альфа-1 діапазону у спортсменів високої кваліфікації та спортсменів без кваліфікації

За результатами наших досліджень в альфа-2 діапазоні достовірно відмінних значень не встановлено. Чітко простежується тенденція до зростання показників спектральної потужності в обох

групах спортсменів у задньоскроневиx та потиличних відведеннях. Як видно з рисунка 2, у першій групі спортсменів відмічалися достовірно вищі значення показників спектральної щільності альфа-3 діапазону в задньоскроневиx, тім'яних відведеннях правої півкулі головного мозку та потиличних відведеннях.

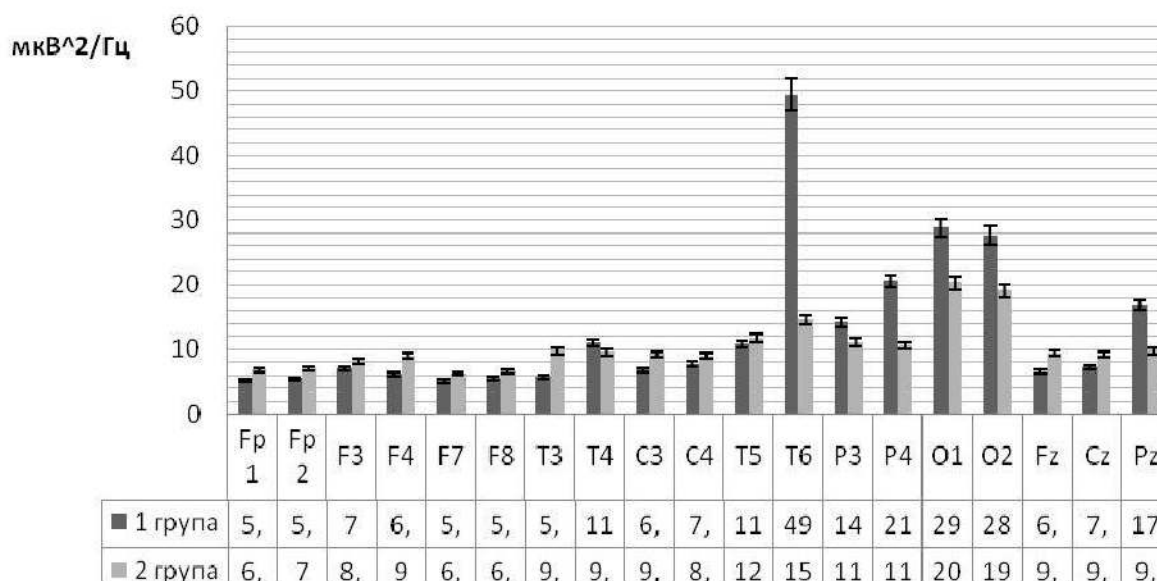


Рис. 2. Спектральна щільність потужності альфа-3 діапазону у спортсменів високої кваліфікації та спортсменів без кваліфікації

Аналіз відсотка від повної потужності сигналу альфа-1 діапазону у спортсменів обох груп показав, що у всіх відведеннях спостерігаються вищі значення цього показника у спортсменів високої кваліфікації. Лише у задньоскроневиx та сагітальних тім'яних відведеннях його значення були достовірно відмінними між групами досліджуваних (рис. 3).

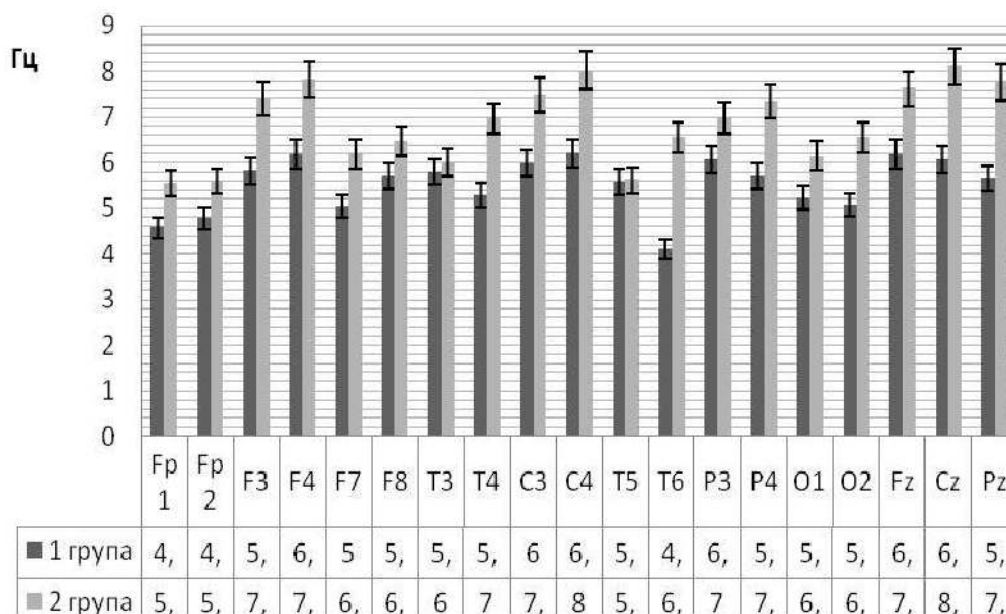


Рис. 3. Відсоток від повної потужності сигналу альфа-1 діапазону у спортсменів високої кваліфікації та спортсменів без кваліфікації

Проаналізувавши значення показника відсотка від повної потужності сигналу альфа-2 діапазону, ми встановили достовірно вищі значення показників у всіх досліджуваних відведеннях у групі висококваліфікованих спортсменів (рис. 4).

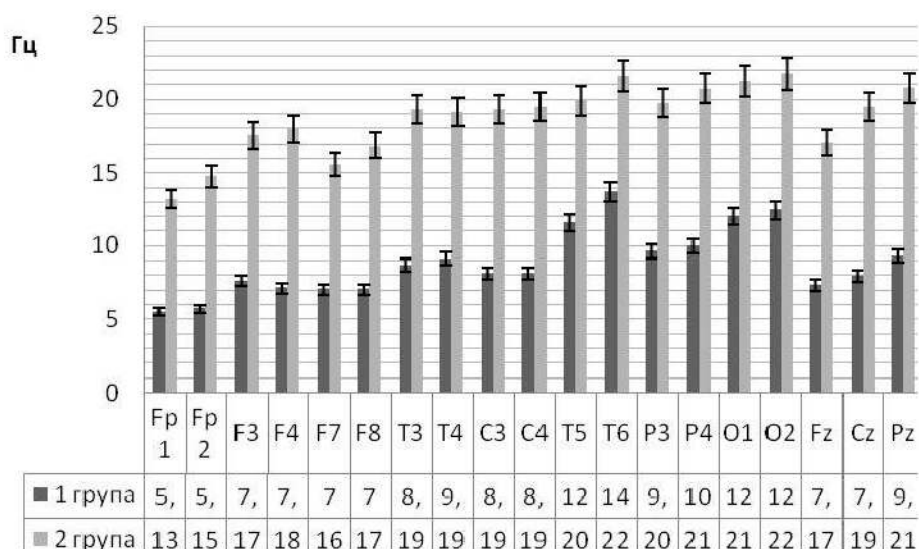


Рис. 4. Відсоток від повної потужності сигналу альфа-2 діапазону у спортсменів високої кваліфікації та спортсменів без кваліфікації

Як видно з рисунка 5, достовірно відмінні значення спостерігалися у задньоскроневих та потиличних відведеннях у 1-й групі досліджуваних осіб, порівняно з 2-ю групою. Чітко простежується градієнт зростання спектральної щільності в лобно-потиличній ділянці в обох групах досліджуваних осіб. Пояснюється це тим, що найбільша амплітуда ритму спостерігається у стані спокійного розслаблення і відзначається в потиличних відведеннях. Аналіз отриманих результатів показав, що амплітуда, індекс та спектр альфа-активності був вищий у спортсменів високої кваліфікації, на відміну від спортсменів без кваліфікації.

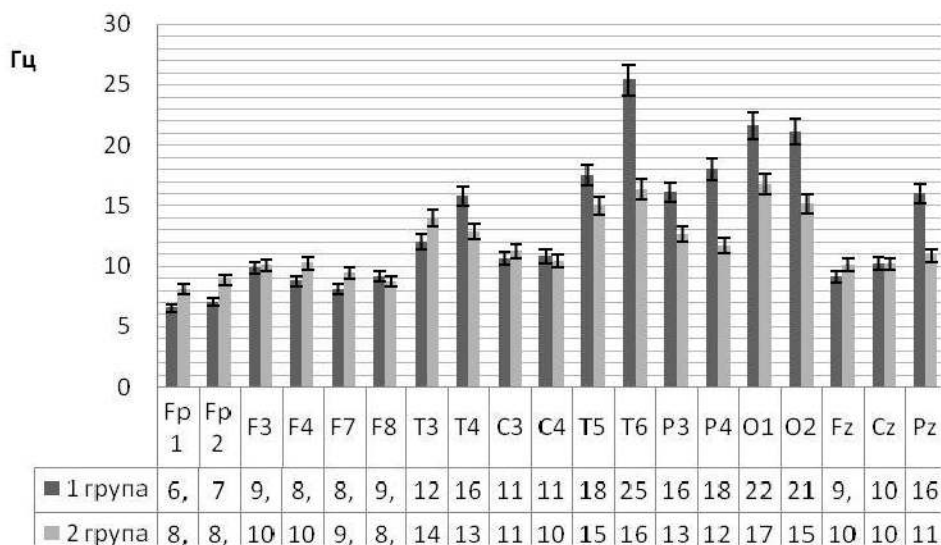


Рис. 5. Відсоток від повної потужності сигналу альфа-3 діапазону у спортсменів високої кваліфікації та спортсменів без кваліфікації

Отже, організацію стану спокою у висококваліфікованих спортсменів та спортсменів без кваліфікації слід враховувати у використанні вивчення різноманітних методик та в прогнозуванні й моделюванні спортивних результатів досліджуваного контингенту. Оскільки на сучасному етапі розвитку спорту високого класу діяльність спортсмена розглядається як складне соціально-біологічне явище, то саме біологічний аспект (вивчення особливостей електричної активності мозку) має відігравати важливу роль у науковому пошуку для розв'язання проблем побудови та програмування тренувань.

Висновки та перспективи подальшого дослідження. Встановлено достовірно вищі значення спектральної щільності альфа-1 діапазону в передньолобововому та задньоскроневому відведеннях лівої півкулі головного мозку в групі висококваліфікованих спортсменів. Простежується тенденція до зростання показників спектральної потужності в обох групах спортсменів у задньоскроневих та потиличних відведеннях альфа-2 діапазону. У першій групі спортсменів відзначено достовірно вищі значення показників спектральної щільності альфа-3 діапазону в задньоскроневих, тім'яних відведеннях правої півкулі головного мозку та потиличних відведеннях. Виявлено достовірно вищі значення відсотка від повної потужності сигналу в усіх відведеннях альфа-1, альфа-2 діапазонів у групі спортсменів високого класу. Перспективою подальших досліджень вважаємо вивчення особливостей електричної активності спортсменів чоловічої та жіночої статі окремих груп за видами спорту та кваліфікації у різних режимах функціонального навантаження на роботу кори головного мозку.

Джерела та література

1. Бутова О. А. Биоэлектрическая активность нейронов головного мозга спортсменов-акробатов / О. А. Бутова, С. В. Масалов, Ю. С. Ромашенко // *Здоровье и образования в XXI веке.* – 2012. – Т. 14, № 1. – С. 214–215.
2. Гнездицкий В. В. Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография / В. В. Гнездицкий. – М. : МЕДпресс-информ, 2004. – 624 с.
3. Іванюк О. А. Вплив спортивної діяльності різного типу на електричну активність кори головного мозку юнаків / О. А. Іванюк // *Слобожанський науково-спортивний вісник.* – 2013. – № 3. – С. 93–96.
4. Еремеев С. И. Курс нейробиоправления по спектральной мощности альфа-ритма у спортсменов высокой квалификации: сравнения первичной комбинированной конечной точки с плацебо и оценка эффективности / С. И. Еремеев, О. В. Еремеева, В. С. Кормилец // *Современные проблемы науки и образования.* – 2013. – № 4. – С. 134–139.
5. Корюкалов Ю. И. Биоэлектрические процессы мозга при различных функциональных состояниях у юношей 18–25 лет : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Корюкалов Ю. И. – Челябинск, 2008. – 21 с.
6. Корюкалов Ю. И. Особенности биоэлектрической активности мозга при когнитивной деятельности у спортсменов / Ю. И. Корюкалов, Д. А. Марокко // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия : Образование, здравоохранения, физическая культура.* – 2006. – Вып. 7. – Т. 1, № 3-1. – С. 80–83.
7. Кузнецов А. А. Особливості електроенцефалографічного патерну у хворих на мозковий ішемічний інсульт залежно від клініко-завершення гострого періоду захворювання / А. А. Кузнецов // *Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики.* – Запоріжжя, 2013. – № 2 (12). – С. 54–57.
8. Маньківська О. П. Зміни показників ЕЕГ людини, пов'язані з контрольованим больовим подразненням та статичним напруженням м'язів : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Маньківська О. П. – К., 2007. – 25 с.
9. Психофизиологические методы диагностики состояния и повышения результативности в спорте / О. А. Ковалева, А. В. Квитчастый, К. А. Бочавер, В. Н. Касаткин // *Инновационные технологии в подготовке спортсменов.* – М. : [б. и.], 2013. – С. 46–48.
10. Стрижкова Т. Ю. Влияние нейробиоправления на биоэлектрическую активность головного мозга у гимнасток / Т. Ю. Стрижкова, Л. П. Черепкина, О. Ю. Стрижкова // *Бюллетень сибирской медицины.* – 2013. – Т. 12, № 2. – С. 227–233.
11. Фомина Е. В. Функциональная асимметрия мозга и адаптация человека к экстремальным спортивным нагрузкам : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Фомина Е. В. – Тюмень, 2006. – 40 с.
12. Харитоновна Л. Г. Возрастные особенности активности ритмов головного мозга и психофизических способностей юных спортсменов / Л. Г. Харитоновна, О. С. Антипова // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия : Образование, здравоохранение, физическая культура.* – 2012. – Вып. 42 (301). – С. 34–39.
13. Черепкина Л. П. Особенности биоэлектрической активности головного мозга спортсменов / Л. П. Черепкина, В. Г. Тристан // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия : Образование, здравоохранения, физическая культура.* – 2011. – Вып. 39 (256). – С. 27–31.
14. Щедрина И. В. Нейрофизиологические особенности работы головного мозга (по результатам анализа показателей ЭЭГ) и их влияние на психологические характеристики у пациентов с посттравматическим стрессовым расстройством / И. В. Щедрина, К. Н. Дедова, А. Н. Пугачёв // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия : Образование, здравоохранение, физическая культура.* – 2011. – № 7 (244). – С. 84–86.
15. Finnigan S. EEG in ischaemic stroke: quantitative EEG can uniquely inform (sub-)acute prognoses and clinical management / S. Finnigan, M. van Putten // *Clin Neurophysiol.* – 2013. – Vol. 124 (1). – P. 10–19.
16. Klimesch W. EEG alpha oscillation: The inhibition-timing hypothesis / W. Klimesch, P. Sauseng, S. Hanslmayr // *Brain Res. Rev.* – 2007. – Vol. 53. – P. 63–88.

Сокол Алена, Шевчук Татьяна, Евпак Наталия, Кальков Роман. Особенности спектра мощности ЭЭГ у спортсменов различных видов спорта. В настоящее время метод электроэнцефалографии является одним из наиболее распространенных методов изучения функционального состояния головного мозга. В последние годы научные труды ученых указывают на корреляционные взаимосвязи между электроэнцефалографическими показателями работы мозга и функциональными характеристиками текущего состояния человека. Наблюдается также все больший интерес к изучению особенностей электрической активности мозга человека. Одновременно остается актуальным вопрос изучения данной проблематики у спортсменов различной направленности тренировочного процесса, поскольку влияние спортивной деятельности различной специализации на организм человека является одной из наиболее обсуждаемых проблем в современной литературе. Целью нашего исследования было выявление особенностей спектра мощности электроэнцефалограммы у спортсменов различных видов спорта. В результате нашего исследования мы получили данные электрической активности коры головного мозга (фон – проба с закрытыми глазами) у высококвалифицированных спортсменов и спортсменов без квалификации различных видов спорта. Было проанализировано спектральную плотность мощности альфа-1, -2, -3 диапазонов и процент от полной мощности сигнала исследуемых отведений у спортсменов двух групп различной специализации. Установлено достоверно более высокие значения спектральной плотности альфа-1 диапазона в переднелобном и задневисочном отведениях левого полушария головного мозга в группе высококвалифицированных спортсменов. Прослеживается тенденция к росту показателей спектральной мощности в обеих группах спортсменов в задневисочных и затылочных отведениях альфа-2 диапазона. Первая группа спортсменов отмечалась достоверно более высокими значениями показателей спектральной плотности альфа-3 диапазона в задневисочных, теменных отведениях правого полушария головного мозга и затылочных отведениях. Обнаружено достоверно более высокие значения процента от полной мощности сигнала во всех отведениях альфа-1, альфа-2 диапазонов в группе спортсменов высокого класса.

Ключевые слова: спектр мощности, электроэнцефалограмма, спортсмены, разные виды спорта.

Alona Sokol, Tetyana Shevchuk, Natalia Ievpak, Roman Kalkov. Features of the EEG Power Spectrum in Athletes of Different Sports. Currently, electroencephalography method is one of the most common methods for studying the functional state of the brain. In recent years the research achievements of scholars point to the correlation relationship between electroencephalographic indices of brain and functional characteristics of the current human condition. Also, there is an increasing interest in the study of features of the electrical activity of the human brain and at the same time it remains questionable to study this problem in the sportsmen of various kinds of training process. Since the effect of different sports specialization in the human body is one of the most debated issues in contemporary literature, the aim of our research was to identify the characteristics of the power spectrum of the electroencephalogram in athletes of different sports. In our studies we obtained data the electrical activity of the cerebral cortex (background – test with eyes closed) in highly skilled athletes and athletes without training in various sports. It was analyzed the spectral power density of alpha-1, -2, -3 bands and the percentage of the total signal power leads studied in two groups of athletes of different specialization. Was found significantly higher values of the spectral density of alpha-1 band in anterior frontal and posterior temporal leads and left hemisphere of the brain in a group of highly skilled athletes. The tendency to growth of the spectral power in both groups of athletes in posterior temporal and occipital leads alpha-2 range. The first group of athletes was recorded significantly higher values of the parameters of the spectral density of alpha-3 range in posterior temporal, parietal leads right hemisphere of the brain and occipital leads. Revealed significantly higher values of percentage of the total signal power in all assignments alpha-1, alpha-2 bands in the group of high-class athletes.

Key words: power spectrum, electroencephalogram, athletes, various sports.

Стаття надійшла до редколегії
14.04.2014 р.

УДК 612.133:616.12-008.33:159.922.25

Євгенія Сопронюк

Наталія Козачук

Андрій Поручинський

Зміни артеріального тиску та частоти серцевих скорочень, пов'язані з метеофакторами, у студентів

Досліджено динаміку артеріального тиску та частоти серцевих скорочень у досліджуваних відповідно до зміни метеорологічних ситуацій. Визначено рівні метеочутливості здорових осіб віком 18–20 років за допомо-

© Сопронюк Є., Козачук Н., Поручинський А., 2014