

также были зафиксированы высокие значения, такие как: 6,77; 7,54; 9,49.

Стоит отметить, что большинство значительных отклонений в возрастной группе 2012–2013 г. зафиксировано в шейном отделе, что также объясняется синдромом «экранной» шеи (Рисунок 3). Таким образом, данные возрастные группы требуют особого внимания и работы с опорно-двигательным аппаратом.

Визуальный осмотр детей возрастной группы 9–10 лет, выявил наличие синдрома «экранной шеи» – 70 %. Это также коррелирует с тем фактом, что у данных детей имеются и сколиотические изменения шейного отдела позвоночника. Стоит отметить тот факт, что при правильном положении головы ее вес примерно 5 кг, а вот когда голова отклоняется от нормального положения, вес может вырасти в 4–5 раз, что не может не отразиться на всем мышечном аппарате шейного и плечевого отделов.

Как правило, синдром «экранной шеи» имеет ряд симптомов, выраженность которых зависит от степени нарушения. Если легкая форма синдрома вызывает регулярную головную боль, тошноту, невозможность пространственного ориентирования, слабость, быстрая утомляемость, снижение работоспособности, нарушения зрения, то третья стадия – это уже сильные затылочные боли, головокружения, обмороки и т. д.

Исходя из вышесказанного, стоит отметить, что выявление данного синдрома на ранних стадиях, может позволить скорректировать ситуацию, и не позволить развиваться ей до тяжелых состояний.

## Выводы

1. У более чем 80 % обследуемых юных спортсменов, 9–10 лет был выявлен сколиотические изменения позвоночного столба.

2. У более чем 70% обследуемых детей был выявлен синдром «экранной шеи», а также существенные сколиотические отклонения шейного отдела позвоночника.

## Практические рекомендации

Для возрастной группы детей 2012–2013 г. р. необходим комплекс упражнений не только профилактического, но и коррекционного воздействия.

## Литература

1. **Александрова В. А.** Методика оценки состояния опорно-двигательного аппарата у детей младшего школьного возраста / В. А. Александрова, В. И. Овчинников, А. В. Скотникова // Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. – 2022. – № 12. – С. 3–10.
2. **Бугаева К. Д.** Нарушения опорно-двигательного аппарата у спортсменов различной специализации // Символ науки. 2015. № 11–2. С. 16–19.
3. Идиопатический сколиоз: общая характеристика и анализ этиологических теорий (обзор литературы) / Е. Л. Строкова [и др.] // Acta Biomedica Scientifica. 2021 № 6 (3). С. 193–208.
4. **Скиндер Л. А., Герасевич А. Н., Полякова Т. Д., Панкова М. Д.** Физическая реабилитация детей с нарушением осанки и сколиозом: Учебно-методическое пособие. Брест: БрГУ; 2012.
5. Сколиоз и кифозы / В. Д. Чаклин, Е. А. Абальмасова; Акад. мед. наук СССР. - Москва: Медицина, 1973. – 255 с., 5 л. ил. : ил.; 27 см.

\* \* \*

УДК 612.2:796

doi:10.18720/SPBPU/2/id23-241

## ВЛИЯНИЕ ГИПЕРВЕНТИЛЯЦИИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ МОЗГА И СИЛОВУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ПАУЭРЛИФТЕРОВ

**Анисимов Дмитрий Алексеевич<sup>1</sup>, Налетов Александр Андреевич<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> – Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья имени П. Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, Россия

**Аннотация.** Пилотные исследования воздействия 40 с гипервентиляции на биоэлектрическую активность мозга и физическую работоспособность в жиме штанги лежа показали достоверные различия в сумме повторений с предварительной гипервентиляцией по сравнению с обычным отдыхом:  $45,86 \pm 10,51$  и  $41,43 \pm 10,64$  повторений соответственно ( $p < 0,01$ ). По ЭЭГ установлен достоверно более высокий уровень абсолютной мощности в диапазоне  $\alpha$ -,  $\beta_1$ - и  $\beta_2$ -активности во время подъема штанги после гипервентиляции по сравнению с обычными подходами.

**Ключевые слова:** жим лежа, пауэрлифтинг, физическая работоспособность, гипервентиляция, электроэнцефалография.

## INFLUENCE OF VOLUNTARY HYPERVENTILATION ON THE FUNCTIONAL STATE OF THE BRAIN AND STRENGTH PERFORMANCE OF POWERLIFTERS

*Anisimov Dmitry Alekseevich<sup>1</sup>, Naletov Alexander Andreevich<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> – Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

<sup>2</sup> – Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, Saint Petersburg, Russia

**Abstract.** Pilot studies of the effect of “40с” of hyperventilation on brain bioelectrical activity and physical performance in the bench press showed significant differences in the amount of repetitions with preliminary hyperventilation compared with normal rest:  $45,86 \pm 10,51$  and  $41,43 \pm 10,64$  repetitions, respectively ( $p < 0,01$ ). According to the EEG, a significantly higher level of absolute power in the range of  $\alpha$ -,  $\beta_1$ - and  $\beta_2$ -activity during the lifting of the barbell after hyperventilation compared with conventional approaches was established.

**Keywords:** bench press, powerlifting, physical performance, hyperventilation, electroencephalography.

### Актуальность

Жим штанги лежа является самостоятельным соревновательным видом спорта и в то же время выступает широко распространенным средством повышения силовой подготовки спортсменов. Произвольная мышечная сила во многом зависит от ЦНС. Благодаря регуляторным влияниям которой достигается синхронизация двигательных единиц. Известно, что произвольная гипервентиляция приводит к повышению рН крови и гипокапнии. Показано, что гипокапния и алкалоз ассоциированы с повышенной возбудимостью нейронов [1, 8], в том числе моторной коры [3, 9, 10], а также с повышенной возбудимостью мотонейронов [6, 5]. В ряде исследований влияния гипервентиляции на физическую работоспособность были обнаружены как статистически значимые положительные влияния [4, 7].

**Цель** нашей работы состояла в изучении влияния 40 с гипервентиляции на функциональное состояние мозга и физическую работоспособность в жиме штанги лежа.

### Методы исследования

В исследовании приняли участие 12 человек (возраст –  $21,29 \pm 3,68$  г.), собственный вес  $76,64 \pm 10,31$  кг, Испытуемые выполняли 6 подходов жима штанги лежа с отягощением 80 % от 1 повторного максимума, средний вес штанги составил  $58,93 \pm 11,62$ . Интервал отдыха между рабочими подходами – 5 минут. Гипервентиляция проводилась в последние 40с восстановления перед первым, третьим и пятым рабочими подходами и составляла в 15 максимально глубоких циклов вдохов и выдохов. Темп дыхания задавался графической видео инструкцией. Для регистрации биоэлектрической активности мозга использовался электроэнцефалограф Энцефалан («ООО» Медиком, Таганрог, Российская федерация). Регистрацию ЭЭГ осуществляли по системе 10–20 (17 отведений – префронтальные, центральные, париетальные, теменные, исключая затылочные) затылочные отведения не регистрировались для того, чтобы избежать мышечных наводок на ЭЭГ. Для выявления мышечных наводок на ЭЭГ и их отфильтровки записывали миограмму от затылочного брюшка затылочно-лобной мышцы.

Испытуемый находился в положении лежа на жимовой скамье регистрацию ЭЭГ проводили в состоянии покоя, при гипервентиляции, во время жима лежа и в процессе восстановления. Исследования проводили дважды в разные дни на одних и тех же испытуемых. Статистическая обработка выполнялась с использованием критерия студента.

### Результаты и обсуждение исследования

Первая серия исследований была проведена без регистрации электроэнцефалограммы в полевых условиях были выполнены на 12 испытуемых. Согласно протоколу, испытуемые выполняли предварительную гипервентиляцию перед первым, третьим и пятым подходами, второй, четвертый и шестой подходы осуществлялись без гипервентиляции.

Сумма повторений в подходах с предварительной гипервентиляцией составила  $45,86 \pm 10,51$  повторений, в подходах без предварительной гипервентиляции количество повторений составила  $41,43 \pm 10,64$  повторений, между подходами с предварительной гипервентиляции и без предварительной гипервентиляции были выявлены статистически значимые различия ( $p$  value  $< 0,01$ , табл. 1).

Таблица 1

**Результаты в подходах с предварительной гипервентиляцией и без гипервентиляции, повторения (n = 8)**

Подходы	С гипервентиляцией	Без гипервентиляции
1	$12,43 \pm 2,7$	$11,71 \pm 2,93$
2	$9,71 \pm 2,29$	$8,71 \pm 1,6$
3	$7,14 \pm 1,77$	$6,71 \pm 2,14$
4	$6,43 \pm 1,72$	$5,43 \pm 1,51$
5	$5,71 \pm 1,38$	$4,71 \pm 1,98$
6	$4,43 \pm 1,51$	$4,14 \pm 1,57$
Сумма	$45,86 \pm 10,51^{**}$	$41,43 \pm 10,64^{**}$

*Примечание:* \*\* –  $p$  value  $< 0,01$

Вторая серия экспериментов была посвящена влиянию гипервентиляции и мышечной нагрузки на биоэлектрическую активность мозга. По абсолютным показателям мощности было выявлено статистически

Показатели суммы абсолютных значений мощностей в предварительном эксперименте, мкВ<sup>2</sup>

Проба	Дельта1	Дельта2	Тета	Альфа	Бета1	Бета2	Гамма
ФН1 ГВ	43182 ± 51	15121 ± 19	2298 ± 21	4941 ± 60*	31675 ± 41	12754 ± 11	13426 ± 13*
ФН2 без ГВ	21014 ± 27	4234 ± 12	2039 ± 16	3681 ± 32	23095 ± 21	10158 ± 12	8790 ± 10
ФН3 ГВ	50890 ± 51	16298 ± 17	5052 ± 11	5798 ± 43*	28273 ± 23*	11299 ± 11*	12717 ± 13*
ФН4 без ГВ	21787 ± 22	10057 ± 13	2339 ± 12	3175 ± 11	19233 ± 18	7373 ± 12	7947 ± 12
ФН5 ГВ	30315 ± 34	10074 ± 11	3600 ± 19	5767 ± 13*	28093 ± 24*	11981 ± 10*	13636 ± 12*
ФН6 без ГВ	22467 ± 23	3783 ± 12	1542 ± 13	2861 ± 16	17077 ± 18	5495 ± 11	5600 ± 12

Примечание: ФН1 ГВ, ФН3 ГВ, ФН5 ГВ – пробы с физической нагрузкой и предварительной гипервентиляцией, ФН2 без ГВ, ФН4 без ГВ, ФН6 без ГВ – пробы с физической нагрузкой без гипервентиляции; \*P < 0,01 между пробами с предварительной гипервентиляцией и без гипервентиляции

значимо более выраженное увеличение мощности биоэлектрической активности в альфа, бета1, бета 2 и гамма диапазонах во время выполнения жима штанги после предварительной гипервентиляции относительно жима штанги без гипервентиляции (табл. 2)

### Заключение

Предварительная 40 с гипервентиляция перед физической нагрузкой – жим штанги лежа, статистически значимо повышает количество выполняемых повторений в подходах. Мощность биоэлектрической активности в отведениях при физической нагрузке после гипервентиляции достоверно выше, чем в подходах без гипервентиляции.

Можно предположить, что гипервентиляция увеличивает возбудимость коры головного мозга, что облегчает синхронизацию эфферентных нейронов пирамидального пути и, как следствие, мотонейронов периферического отдела, способствуя синхронизации двигательных единиц, обеспечивая, таким образом, мощность мышечного ответа.

### Литература

1. **Davies H. D.** Effects of hyperventilation on pattern-reversal visual evoked potentials in patients with demyelination / H. D. Davies, W. M. Carrol, F. L. Mastaglia // *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. – 1986. – Т. 49. – №. 12. – С. 1392–1396.
2. **Fujii N.** Effect of voluntary hypocapnic hyperventilation on the metabolic response during Wingate anaerobic test / N. Fu-

3. **Hartley G. L.** The Influence of Cerebral Blood Flow and Carbon Dioxide on Neuromuscular Responses During Environmental Stress. – 2016.
4. **Leithäuser R. M.** Enhancement on Wingate anaerobic test performance with hyperventilation / R. M. Leithäuser, D. Bönig, M. Hutler, R. Beneke // *International journal of sports physiology and performance*. – 2016. – Т. 11. – №. 5. – С. 627–634.
5. **Macefield G.** Paraesthesiae and tetany induced by voluntary hyperventilation: increased excitability of human cutaneous and motor axons / G. Macefield, D. Burke // *Brain*. – 1991. – Т. 114. – №. 1. – С. 527–540.
6. **Mogyoros I.** Excitability changes in human sensory and motor axons during hyperventilation and ischaemia / I. Mogyoros, M. C. Kiernan, D. Burke, H. Bostock // *Brain*. – 1997. – V. 120. – P. 317–325
7. **Sakamoto A.** Hyperventilation-Aided Recovery for Extra Repetitions on Bench Press and Leg Press / A. Sakamoto, H. Naito, C. Chow // *The Journal of Strength & Conditioning Research*. – 2020. – Т. 34. – №. 5. – С. 1274–1284.
8. **Schiff S. J.** Hyperexcitability following moderate hypoxia in hippocampal tissue slices / S.J. Schiff, G.G. Somjen // *Brain research*. – 1985. – Т. 337. – №. 2. – С. 337–340.
9. **Seyal M.** Increased excitability of the human corticospinal system with hyperventilation / M. Seyal, B. Mull, B. Gage // *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/ Electromyography and Motor Control*. – 1998. – Т. 109. – №. 3. – С. 263–267.
10. **Sparing R.** Excitability of human motor and visual cortex before, during, and after hyperventilation / R. Sparing, M. Dafotakis, D. Buelte // *Journal of Applied Physiology*. – 2007. – Т. 102. – №. 1. – С. 406–411.

\* \* \*

УДК 611:612(075.8)

doi:10.18720/SPBPU/2/id23-242

## МЫШЕЧНАЯ ПАМЯТЬ

**Астратенкова Ирина Викторовна<sup>1</sup>, Гольберг Наталья Давидовна<sup>2</sup>, Rogozkin Виктор Алексеевич<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> – Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры, Санкт-Петербург, Россия

**Аннотация.** В статье обсуждаются молекулярные механизмы мышечной и эпигенетической памяти, обеспечивающие адаптацию организма к высокоинтенсивным физическим нагрузкам.

**Ключевые слова:** мышечная и эпигенетическая память, физические нагрузки.