

**УДК 612.8+796.526**

**DOI 10.29039/2413-1725-2024-10-4-58-64**

## **ОСОБЕННОСТИ СЕНСОМОТОРНОЙ РЕАКЦИЙ У СТУДЕНТОВ ЗАНИМАЮЩИХСЯ СКАЛОЛАЗАНИЕМ**

*Громыко М. В.*

*Южно-Уральский государственный университет (Национальный исследовательский университет), Челябинск, Россия  
E-mail: mikhailgromyko@mail.ru*

Цель исследования – определение качества простых и сложных сенсомоторных реакций у студентов скалолазов. В эксперименте приняли участие 40 студентов (контрольная группа 19 женщин, 21 мужчина) и 20 скалолазов (экспериментальная группа 10 мужчин, 10 женщин) в возрасте 18–22 лет. Исследование состояния организма проводили с помощью сертифицированного оборудования, обследование проводилось с помощью аппаратно-программного комплекса «Спортивный психофизиолог». Статистическую обработку данных производили с помощью программного комплекса Microsoft Excel 2016, SPSS statistics, для оценки полученных данных использовался критерий Манна-Уитни для независимых выборок. При оценке полученных данных были выявлены статистически значимые различия в простой реакции на свет рукой и ногой у мужчин и женщин ( $p < 0,05$ ;  $p < 0,01$ ), а так же реакции выбора у мужчин ( $p < 0,05$ ). Установлено, что студенты занимающиеся скалолазанием имеют высокий уровень простых реакций, женщины в обеих группах продемонстрировали более высокую скорость реакции на свет ногой.

**Ключевые слова:** скалолазание, сенсомоторные реакции, психофизиология, студенты, нейродинамика, половые различия.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Изучение сенсомоторных реакций студентов позволяет понять, каким образом тренировки по скалолазанию влияют на функциональные особенности центральной нервной системы студентов, выявить функциональные и адаптивные особенности скорости сенсорного определения и реагирования, присущие студентам занимающимся скалолазанием. Современное скалолазание действительно требует высоких сенсомоторных реакций и характеризуется не только физической нагрузкой на мышцы, но и серьезными требованиями к нервной системе [1–4]. В силу нестандартных ситуаций, возникающих при восхождении на скалы или в горах, скалолазы должны быстро и правильно принимать решения, поддерживая максимальное напряжение основных мышечных групп [5–7].

Данное направление исследований обосновано необходимостью более глубокого понимания механизмов восприятия среды, координации движений и реакций на раздражитель, раскрытие особенностей скорости моторных функций и активации двигательных единиц у скалолазов позволит проанализировать механизм и структуру реакций центральной нервной системы, раскрыть ее влияние на формирование целенаправленных движений воздействием специфичных нагрузок.

Цель исследования определить качество сенсомоторной реакции у студентов занимающихся скалолазанием. Задачи исследования выявить у контрольной и экспериментальной групп скорость простой и сложной реакции рукой, установить скорость простой реакции ногой, проанализировать и дать оценку полученным результатам.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 60 студентов в возрасте 18–22 лет, из них 21 мужчин и 19 девушек в контрольной группе и 10 мужчин и 10 девушек скалолазов в экспериментальной. Оценивались студенты Южно-Уральского государственного университета, в контрольную группу вошли студенты посещающие общие занятия по физической культуре в течение 2–3 лет, в экспериментальную студенты посещающие секцию скалолазания в течение 2–3 лет не имеющие спортивной квалификации, с уровнем лазания позволяющим преодолевать трассы категории 5a-7b. Оценка простой реакции на свет рукой и сложной сенсомоторной реакции выбора проводилась с помощью аппаратного комплекса «спортивный психофизиолог», технология представляет собой стандартный метод измерения реакции испытуемого на визуальный стимул. Комплекс позволяет произвести исследование психофизиологических особенностей, психомоторных способностей спортсменов как верхних, так и нижних конечностей [8, 9]. Используемая аппаратная часть представляет собой пульт с датчиками и светодиодами, устройство для выполнения тестов и педаль, компьютер с загруженной программной частью и тестами.

Время реакции измеряется с помощью таймера пульта путем вычисления разницы между временем начала подачи светового стимула и временем реакции на него. Простая сенсомоторная реакция изучалась при помощи определения времени ответа испытуемого на подачу визуального сигнала при помощи нажатия на кнопку рукой/ педаль ногой.

Тест сложной сенсомоторной реакции характеризовался сменой различных визуальных стимулов на пульте (различное мигание ламп), с определением корректного визуального сигнала испытуемым, измерялась при помощи определения времени моторного ответа на кнопку рукой и клавишу ногой.

Все исследуемые подписали форму добровольного информационного согласия на участие в данном эксперименте.

Результаты исследования обрабатывали с помощью статистики на программных комплексах Microsoft Excel 2016, комплекса SPSS statistics.

Выборочные значения количественных признаков приведены в тексте в виде среднего ( $M$ ) и стандартной ошибки среднего ( $m$ ), за критический уровень значимости различий принято значение  $p < 0,05$ . Оценка результатов производилась с помощью критерия Манна-Уитни для независимых выборок.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка показателей простой сенсомоторной реакции на свет рукой и ногой представлена в таблице 1. Согласно полученным данным у скалолазов выявлены

статистически достоверные различия ( $p < 0,01$ ), что свидетельствует о высоком процессе адаптации двигательной системы. Данный феномен объясняется тем, что успешное скалолазание предъявляет требования не к большой мышечной массе или абсолютной силе, но к особенностям нервно-мышечной активации, в том числе быстрой активации мышечных волокон, координационными способностями.

Латентный периода сложной сенсомоторной реакции, длителен ввиду большого объема действия: получение сигналов в рецепторах, передача сигнала по нервной системе, преобразование и анализ полученных сигналов в нервных пулов ЦНС и наконец передача сигнала по эфферентным нейронам иннервируя мышечные волокна о необходимой реализации моторных действий [10].

Согласно данным представленным в таблице 1, 2 мужчины и женщины скалолазы показывают высокую скорость ответа в простой реакции на свет, стоит отметить что согласно проведенному исследованию мужчины скалолазы так же имеют более высокую скорость ответа в сложной реакции выбора по сравнению с контрольной группой.

При анализе показателей сложной реакции выбора на свет у мужчин были выявлены достоверные различия ( $p < 0,05$ ), что свидетельствует о быстрых нервных процессах и о возможном уменьшении времени «центральной задержки» (времени обработки стимула и последующим принятии решения).

**Таблица 1**  
**Величины простой и сложной сенсомоторной реакции мужчин и женщин, М±т**

Этапы	Простая реакция на свет рукой		Сложная реакция выбора		Простая реакция на свет ногой	
	Мужчины **	Женщины *	Мужчины *	Женщины	Мужчины **	Женщины*
Контрольная группа (м=21, ж=19)	0.263± 0.025	0.229± 0.008	0.284± 0.021	0.254± 0.009	0.343± 0.033	0.296± 0.028
Скалолазы (м=10, ж=10)	0.198± 0,001	0.201± 0.007	0.242± 0.012	0.249± 0.008	0.252± 0.005	0.246± 0.006

Примечание: достоверные различия: \* $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; ns недостоверные различия.

Из данных приведенных в таблице 1 можно сделать вывод, что степень достоверности результатов простых сенсомоторных реакций у женщин меньше чем у мужчин  $p < 0,05$ . Однако полученные данные не позволяют принять нулевую гипотезу, а значит занятия скалолазанием так же свидетельствуют о повышении лабильности нервных окончаний и, как следствие, высоком процессе адаптации двигательной системы.

Согласно данным, приведенным в таблице 1, достоверно выявленных различий в сложной реакции выбора у женщин выявлено не было.

Данные могут свидетельствовать о том, что женщины могут обладать более эффективной работой префронтальной коры, что отражается в их способности более точно анализировать сенсорные сигналы и быстро реагировать на них [11].

В данном исследовании показано, что у студентов занимающихся скалолазанием сенсомоторная реакция может значительно отличаться от нормы (например простая реакция на свет рукой у мужчин  $0.198 \pm 0.001$  при норме  $0.26 - 0.33$ ), что согласуется с предыдущими исследованиями [1, 4], и послужить способом повышения результативности в том виде деятельности, где требуется высокая концентрация внимания, точности движений и стратегического планирования, такие нейрональные особенности могут играть важную роль в успешном выполнении сложных задач [11].

Стоит отметить что женщины в обеих группах продемонстрировали более высокую скорость реакции на свет ногой ( $0.296 \pm 0.028$  контрольная группа,  $0.246 \pm 0.006$  экспериментальная группа), однако мужчины скалолазы были более успешны в реакции на свет рукой, что может свидетельствовать о функциональной асимметрии и нуждается в дополнительном изучении.

Данные результаты могут указывать на существование различий в лабильности нервных окончаний и моторных аспектах у мужчин и женщин [10, 11], что потребует дальнейшего изучения и анализа для более глубокого понимания механизмов функционирования этих процессов.

Установлено, что студенты занимающиеся скалолазанием имеют высокий уровень простых реакций. Наши данные согласуются с результатами исследований авторов [1, 2, 6], где показаны высокие показатели подвижности и силы нервных процессов у скалолазов.

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что занятия по скалолазанию оказывают значительное влияние на развитие сенсомоторной реакции, которая является ключевым аспектом координации движений и быстроты реакции, особенно в контексте решения простых задач, требующих выполнения физических движений. Высокая скорость реакции на раздражитель свидетельствует, о значительной лабильности нервной системы скалолазов обусловленной тем, что данный вид деятельности требует постоянного анализа визуальной информации и планирования движений, скалолаз должен уметь быстро оценить расстояние до следующего зацепа, его форму и положение, а также выбрать оптимальный путь. Это постоянное взаимодействие между зрением и движением рук и ног развивает сенсомоторную реакцию, делая её более точной и быстрой.

Во время скалолазания могут возникать неожиданные ситуации, такие как потеря точки опоры или необходимость внезапно изменить вектор движения. Регулярные тренировки в подобных условиях улучшают способность быстро реагировать на внешние раздражители, будь то изменения в окружающей среде или внезапные звуки и сигналы [5].

Скалолазание требует высокой степени контроля мелкой моторики пальцев и кистей рук, частые сложные захваты и удержание небольших зацепов способствуют развитию силы и точности движений пальцев, что, в свою очередь, оказывает влияние на общую скорость ответа двигательных единиц.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Студенты занимающиеся скалолазанием обоих полов имеют более высокую скорость ответа рукой и ногой в пробе на простую реакцию на свет по сравнению со студентами посещающих занятия по физической культуре в вузе.
2. Мужчины скалолазы продемонстрировали статистически значимую скорость ответа в сложной реакции выбора.
3. Занятия скалолазанием могут способствовать развитию сенсомоторной реакции у студентов мужчин и женщин в возрасте 18–22 лет.

## Список литературы

1. Козина Ж. Л. Психофизиологические возможности альпинистов и скалолазов, специализирующихся в скоростном лазании и лазании на сложность / Ж.Л. Козина, Е. А. Репко, К. Я. Прусик, М. З. Чеслицка // *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports.* – 2013. – № 10. – С. 41–46.
2. Sugi T. The effect of visual and tactile information in motor preparation of climbing / T. Sugi, M. Ishihara // *European Journal of Sport Science.* – 2023. – Vol. 23, № 2. – P. 251–258.
3. Marcen-Cinca N. N. Visual perception in expert athletes: The case of rock climbers / N. N. Marcen-Cinca, X. Sanchez, S. Otin, C. Cimarras-Otal, A. Bataller-Cervero // *Frontiers in Psychology* – 2022. – Vol. 13. – P. 90
4. Garrido-Palomino I. Attentional differences as a function of rock climbing performance / I. Garrido-Palomino, S. Fryer, D. Giles, J. J. González-Rosa, V. España-Romero // *Frontiers in Psychology.* – 2020. – Vol. 11. – P. 512987.
5. Simone M. Language, action, and sensoriality: a multimodal analysis of interactions in inclusive sport climbing with visually impaired athletes / Simone M. – 2021. – № 33. – P. 178
6. Гальчинская Л. А. Исследование координационных и психофизических способностей у студентов плавсостава, занимающихся скалолазанием / Л. А. Гальчинская // V Международный научный конгресс "Проблемы физкультурного образования: концептуальные основы и научные инновации". – 2018. – С. 14–18.
7. Голубева Г. Н. Особенности психофизической подготовки в спортивном туризме / Г. Н. Голубева, В. Ю. Сморгчов, А. И Голубев // *Теория и практика физической культуры.* – 2018. – № 10. – С. 67–69.
8. Корягина Ю. В. Аппаратно-программные комплексы исследования психофизиологических особенностей спортсменов / Ю. В. Корягина, С. В. Нопин // *Вопросы функциональной подготовки в спорте высших достижений.* – 2013. – №. 1. – С. 70–78.
9. Нопин С. В. Нейродинамические характеристики сенсомоторных процессов спортсменов различных видов спорта / Нопин С. В. // *Современные вопросы биомедицины.* – 2022. – Т. 6, № 1 (18). – С. 162–170.
10. Шутова С. В. Сенсомоторные реакции как характеристика функционального состояния ЦНС / С. В. Шутова, И. В. Муравьева // *Вестник российских университетов. Математика.* – 2013. – Т. 18, № 5 – С. 2831–2840.
11. Боголепова И. Н. Гендерные особенности строения префронтальной коры мозга мужчин и женщин / И. Н. Боголепова, Л. И. Малофеева, П. А. Агапов // *Морфологические ведомости.* – 2016. – Т. 24, №. 1. – С. 9–15.

## FEATURES OF SENSORIMOTOR RESPONSE OF CLIMBERS

*Gromyko M. V.*

*South Ural State University (National Research University), Chelyabinsk, Russia  
E-mail: mikhailgromyko@mail.ru*

The investigations of students' sensorimotor reactions allows us to understand how rock climbing training influences the functional characteristics of the central nervous system of students, to identify the functional and adaptive characteristics of the speed of sensory detection and response inherent in students involved in rock climbing. Modern rock climbing really requires high sensorimotor reactions and is characterized not only by physical stress on the muscles, but also by serious demands on the nervous system.

**Aim** Identification of simple and complex sensorimotor reactions in student climbers.

**Materials and methods.** The experiment involved 40 students (control group 19 women, 21 men) and 20 climbers (experimental group 10 men, 10 women) aged 18–22 years. The study of the body's condition was carried out using certified equipment. The examination was carried out using the "Sports Psychophysiolologist" hardware and software complex.

The complex allows to study the psychophysiological characteristics, psychomotor abilities of athletes of both upper and lower extremities [8, 9]. The hardware used is a remote control with sensors and LEDs, a device for performing tests and a pedal, a computer with loaded software and tests. The reaction time is measured using the remote control timer by calculating the difference between the start time of the light stimulus and the reaction time to it. A simple sensorimotor reaction was studied by determining the time of the subject's response to the visual signal by pressing the button with the hand/pedal with the foot. Statistical data processing was carried out using the Microsoft Excel 2016 software package, SPSS statistics, and the Mann-Whitney test for independent samples was used to evaluate the obtained data.

**Results.** When assessing the data obtained, statistically significant differences were identified in the simple reaction to light with the hand and foot in men and women ( $p < 0.05$ ;  $p < 0.01$ ), as well as the choice reaction in men ( $p < 0.05$ ). It was found that students involved in rock climbing have a high level of simple reactions; women in both groups demonstrated a higher reaction rate to the light with their feet.

High reaction speed to a stimulus indicates significant lability of the nervous system of rock climbers due to the fact that this type of activity requires constant analysis of visual information and movement planning, the climber must be able to quickly estimate the distance to the next hold, its shape and position, and also choose the optimal path. This constant interaction between vision and the movement of arms and legs develops sensorimotor response, making it more accurate and faster.

**Keywords:** rock climbing, sensorimotor reactions, psychophysiology, students, neurodynamics, gender differences.

### References

1. Kozina Z. L., Repko E. A., Prusik K. Y., Cieslicka M. Z. Psychophysiological capabilities of mountaineers and rock climbers specializing in speed climbing and difficulty climbing. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, (10), 41 (2013). (In Russian)
2. Sugi Takahiro, and Masami Ishihara. The effect of visual and tactile information in motor preparation of climbing. *European Journal of Sport Science*, 23, 2, 251 (2023).
3. Marcen-Cinca N. N., Sanchez X., Otin S., Cimarras-Otal C., Bataller Cervero A. Visual perception in expert athletes: The case of rock climbers. *Frontiers in Psychology*, 13, 90 (2022)
4. Garrido-Palomino I., Fryer S., Giles D., González-Rosa J. J., España-Romero V. Attentional differences as a function of rock climbing performance. *Frontiers in Psychology*, 11, 512987 (2020).
5. Simone M. *Language, action, and sensoriality: a multimodal analysis of interactions in inclusive sport climbing with visually impaired athletes*, 33, 178 (2021).
6. Gal'chinskaya L. A. Study of coordination and psychophysical abilities among sailing students engaged in rock climbing. *V International Scientific Congress "Problems of physical education: conceptual foundations and scientific innovations*, 14 (2018). (In Russian).
7. Golubeva G. N., Smorchkov V. YU., Golubev A. I. Features of psychophysical training in sports tourism. *Theory and practice of physical culture*, 10, 67 (2018). (In Russian).
8. Koryagina YU. V., Nopin S. V. Hardware and software complexes for studying the psychophysiological characteristics of athletes. *Questions of functional training in high achievement sports*, 1, (1), 70 (2013). (In Russian).
9. Nopin S. V. Neurodynamic characteristics of sensorimotor processes in athletes of various sports. *Modern issues of biomedicine*, 6, 1 (18) 162 (2022). (In Russian).
10. Hutova S. V., Murav'eva I. V. Sensorimotor reactions as a characteristic of the functional state of the central nervous system. *Bulletin of Russian Universities. Mathematics*, 18, (5-3), 2831 (2013). (In Russian).
11. Bogolepova I. N., Malofeeva L. I., Agapov P. A. Gender features of the structure of the prefrontal cortex of the brain of men and women. *Morphological Gazette*. 24, 1, 9 (2016). (In Russian).