

*Новак С. З.*

## **ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИММЕТРИЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ СТАБИЛИЗАЦИИ ПОЗЫ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ СТОЯНИЯ НА ОДНОЙ НОГЕ**

Радомский политехнический университет им. К. Пулаского (Польша)

Изучение вопросов устойчивости позы человека и механизмов, стабилизирующих ее в условиях двигательной активности, вылилось к настоящему времени в проблему, привлекающую внимание физиологов, биомехаников и ортопедов [1-4]. Не все аспекты этой проблемы разработаны одинаково. Одним из наименее изученных аспектов ее остается выяснение вопроса о взаимодействии между двумя симметричными механизмами стабилизации позы (МСП), которые обеспечивают устойчивость человека при стоянии на одной из ног.

Следует иметь в виду, что большинство работ по изучению регуляции позы человека посвящено исследованию стояния на двух ногах [1-6]. Между тем, такая позиция не является типичной для человека, движения которого характеризуются, как правило, асимметричностью. Уже в элементарном акте ходьбы преобладает ситуация асимметричной односторонней опоры, а в беге двусторонняя опора вообще исключается. Как ходьба, так и бег представляют собой ситуации попеременного включения МСП, в которых центр тяжести тела находится вне площади опоры. Ранее нами было показано, с какой исключительной тщательностью осуществляется процесс динамического позиционирования центра тяжести тела у человека. Проявление этого может служить тот факт, что движения центра тяжести тела при стоянии на двух ногах осуществляются обычно на площади опоры и даже при закрытых глазах не выходят, как правило, за пределы этой площади [7]. Понятно, что без теснейшего взаимодействия между двумя симметричными МСП не может быть обеспечено большинство движений человека, однако не ясно как организовано это взаимодействие.

Для изучения этого вопроса была избрана методика избирательной тренировки одного из МСП, обеспечивающего стояние человека на левой ноге ("левосторонний МСП"). При этом симметричный – правосторонний МСП, то есть обеспечивающий стояние на правой ноге, тренировке не подвергался. Для усложнения ситуации стояния – и, тем самым, для интенсификации процесса тренировки МСП – использовалась поза стояния в усложненных условиях: при закрытых глазах и согнутой в тазобедренном и коленном суставах правой, безопорной, ноге.

Тренировка осуществлялась в течение 30 дней. Ежедневно выполнялось упражнение в удерживании позиции стоя на левой ноге в течение максимального времени при закрытых глазах. Для наиболее точного определения времени стояния,

характеризующего эффективность МСП у испытуемых, каждое исследование выполнялось следующим способом: стоя в основной позиции (ноги на ширине плеч), испытуемый опирался левой рукой о стену, затем сгибал правую ногу в тазобедренном и коленном суставах, после чего дотрагивался пяткой правой ноги колена левой ноги, закрывал глаза и освобождался от касания левой рукой стены. Время стояния измерялось в секундах от момента прекращения касания левой рукой стены до касания правой ногой пола. Ежедневно в течение месяца производилось три пробы стояния на левой ноге – утром, днем и вечером. В первый и последний день тренировочного цикла производилась также аналогичная проба, позволяющая оценить время стояния на правой ноге. Для анализа использовались показатели, зарегистрированные в утренние часы.

Исследования были проведены на 18 здоровых мужчинах в возрасте 20-24 года, которые ранее ни такой специализированной тренировкой, ни занятиями в какой-либо из спортивных секций не занимались.

Результаты исследований обнаружили значительное увеличение времени стояния испытуемых на левой ноге, что свидетельствует об эффективной тренировке соответствующего МСП (табл. 1). Если до месячного цикла тренировки время сохранения заданной позы стояния на левой ноге составляло  $7,42 \pm 0,35$  с, то после тренировки оно возросло до  $57,41 \pm 3,88$  с, то есть в 7,7 раза. Однако, время сохранения аналогичной позы стояния на правой ноге увеличилось незначительно: с  $8,05 \pm 0,39$  до  $9,52 \pm 0,58$  с, то есть лишь на 18,3%. Иначе говоря, месячный цикл тренировки, оказавшийся крайне результативным для совершенствования левостороннего МСП, вызвал крайне незначительные изменения в совершенствовании правостороннего МСП.

Таблица 1.

Максимальная продолжительность стояния на левой и правой ногах до и после месячной односторонней тренировки стояния на левой ноге, с,  $M \pm m$

Период исследования	Продолжительность стояния на	
	левой ноге	правой ноге
До тренировки	$7,42 \pm 0,35$	$8,05 \pm 0,39$
После тренировки	$57,41 \pm 3,88$	$9,52 \pm 0,68$
Достоверность различий, t и p	12,83; $p < 0,001$	2,10; $p < 0,05$

Полученные данные свидетельствуют о почти полной функциональной независимости симметричных МСП. Нет сомнений, однако, что в реальной жизни эти механизмы взаимодействуют, обеспечивая слаженную работу по сохранению устойчивости тела в пространстве при его перемещениях. Факт независимости симметричных МСП становится понятным, если учесть, что механизмы управления движениями человека, равно как и мышечной рецепции, осуществляющиеся по специализированным афферентным и эфферентным нервным путям, представлены самостоятельными образованиями.

Признавая независимость каждого из симметричных МСП, следует учесть, что такая независимость не только не исключает, но, напротив, предполагает активное

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ  
СИММЕТРИЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ СТАБИЛИЗАЦИИ ПОЗЫ ЧЕЛОВЕКА  
В УСЛОВИЯХ СТОЯНИЯ НА ОДНОЙ НОГЕ**

взаимодействие этих механизмов в реальных условиях двигательной деятельности. Более того, именно самостоятельность каждого из унилатеральных МСП позволяет им продуктивно взаимодействовать друг с другом. Такого взаимодействия не было бы, если бы МСП для обеих конечностей был представлен единым недифференцированным механизмом. "Самостоятельность" каждого из симметричных МСП является, надо полагать, проявлением общего принципа морфофункциональной организации человека, которой присуща парность органов и механизмов, обеспечивающая высокую эффективность жизнедеятельности позвоночных животных и человека.

Доказательством эффективности функционально независимых симметричных МСП могут служить результаты проведенной нами на 8 испытуемых серии исследований, в которой изучалась динамика развития состояния тренированности в условиях изолированных (только "левосторонняя" тренировка позы стояния) или перемещающихся (поочередная "лево- и правосторонняя" тренировка). Как видно из табл. 2, включение в процесс тренировки позы стояния на левой ноге дополнительных тренировок в стоянии на правой ноге – при том, что в обоих вариантах занятий количество воздействий на левую ногу было одинаковым – значительно повышает эффективность тренировки МСП.

Таблица 2.

Длительность стояния на одной ноге до и после занятий в изолированных тренировках в таком стоянии (ИТ) или при сочетании таких воздействий с симметричными воздействиями в виде стояния на другой ноге (СТ), с,  $M \pm m$

Период исследования	ИТ	СТ
Первое тестирование	8,15±0,68	7,68±0,70
Десятое тестирование	19,24±1,73	27,51±2,33
Достоверность различий, t и p	5,97; p<0,001	8,15; p<0,001

Результаты этих исследований достаточно демонстративны: изолированная тренировка одного из симметричных МСП обеспечивает увеличение длительности позы стояния в 2,4 раза, а такая же тренировка, дополненная воздействиями на симметричный МСП, – в 3,6 раза. По-видимому, в реальных условиях жизнедеятельности человека, условием которой является необходимость обеспечения устойчивой позы, оба симметричных МСП взаимодействуют по принципу двигательных переключений. Это обеспечивает развитие сеченовского эффекта, стимулирующего работоспособность нервных центров [8, 9].

Проведенные исследования имеют, наряду с познавательным, непосредственное практическое значение. Нет сомнения, что тренировка МСП, которой в современном физическом воспитании уделяется мало внимания, исключительно важна как для молодых, так и, особенно, для пожилых людей. От совершенства МСП зависит устойчивость тела человека и, следовательно, возможность снижения травматизма, вызываемого падениями. Высокая эффективность тренировки МСП, не требующая специального оборудования и

поэтому позволяющая организовать ее в домашних условиях, указывает на неиспользованные в этой отношении возможности.

### Список литературы

1. Smith I. W. The act of standing // *Acta orthoped. Scand.*– 1953.– 23, № 2.– P. 159-165.
2. Гурфинкель В. С., Коц Я. М., Шик М. Л. Регуляция позы человека.– М.: Наука, 1965.– 256 с.
3. Kubiczkowa J., Skibiniewski F., Olton J. Analysis of effect of visual feedback in patients with vestibular dysfunction // *Agressology.*– 1983.– 24.– P. 131-138.
4. Piorko A. Posturografia jako metoda oceny dynamiki ukladu rownowagi czlowieka // *Pol. Przeg. Lot.*– 1996.– 2.– S. 233-242.
5. Vitte E., Diard J. P., Freyss G. Dynamic posturography – equi-test in evaluation of pilots aptitudes // *Posture and Gait control mechanism: XI Int. Symp. Soc. Posturography.*– Portland, 1992.– P. 246-250.
6. Baloh R. W., Fife T. D., Zwerling L., Socotch T., Jakobson K., Bell T., Beykirch K. Comparison of static and dynamic posturography in young and older normal people // *J. Am. Geriatr. Soc.*– 1994.– 42, № 4.– P. 405-412.
7. Новак С. З. Взаимодействие анализаторных систем в физиологическом механизме динамического позиционирования позы стояния // *Учебные записки Симферопольского государственного университета.*– 1999, 1, № 12 (51).– С. 100-104.
8. Булич Э. Г. Физическая культура и здоровье.– М.: Знание, 1981.– 64 с.
9. Муравов И. В. Оздоровительные эффекты физической культуры и спорта.– К.: Здоров'я, 1989.– 276 с.

Статья поступила в редакцию 09.01.2001