

## ВЗАИМОСВЯЗЬ СТАТИЧЕСКОГО И ДИНАМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ МОНООПОРНОЙ ПОЗЫ У ЗДОРОВЫХ ДЕВУШЕК

д.б.н., проф. А.А. Мельников\*, П.А. Смирнова\*\*

\* Российский Государственный Университет Физической Культуры,  
Спорта, Молодежи и Туризма

\*\* Ярославский Государственный Педагогический Университет им. К.Д. Ушинского  
[meln1974@yandex.ru](mailto:meln1974@yandex.ru)

### Nəşr tarixi

Qəbul edilib: 01 oktyabr 2021

Dərc olunub: 27 oktyabr 2021

© 2021 ADBTİA Bütün hüquqlar qorunur

**Аннотация.** Целью работы было определить взаимосвязи между показателями статического и динамического равновесия позы у молодых здоровых девушек (18-21 год,  $n=80$ ). *Методы.* Показатели статического (моноопорная стойка с открытыми и закрытыми глазами на неподвижной платформе) и динамического равновесия (моноопорная стойка с открытыми и закрытыми глазами на подвижной пресс-папье) определялись с помощью стабиллоплатформы («Neurocor Trast-M»). *Результаты.* Между показателями статического и динамического равновесия выявлены слабые корреляции ( $r = 0,32 - 0,76$ ;  $p < 0,05$ ). С усложнением условий теста корреляции уменьшались.

**Заключение.** Показатели статического равновесия не могут с высокой достоверностью предсказать равновесие позы в динамических тестах.

**Ключевые слова:** *постуральное равновесие, стабิโลграфия, динамическое и статическое равновесие.*

**Введение.** Способность к сохранению равновесия вертикального тела или постуральный баланс, является важной предпосылкой достижения высоких спортивных результатов в таких видах спорта как стрельба, акробатика и гимнастика, единоборства и других дисциплинах [7]. Низкая способность к позному равновесию ведёт к нарушению двигательных навыков, снижению спортивных результатов [7, 8], а в ряде случаев к падениям, травмам с последую-

щей длительной реабилитацией [5, 6]. Традиционно выделяют два вида равновесия позы: статическое, как способность к сохранению баланса тела на неподвижной твердой опоре, и динамическое, как способность сохранять баланс в следующих условиях: на подвижной опоре, во время перемещений всего тела или после внешних воздействий на тело, вызывающих нарушения равновесия, например, при толчках [10, 11].

Для оценки постурального равновесия используются показатели устойчивости вертикальной позы в различных постуральных тестах, выполняемых на силовой платформе - стабиллометре. Общепринято, что чем меньше колеблется общий центр давления (ОЦД) человека во время статического или динамического задания, тем выше устойчивость позы и выше способность к сохранению равновесию в этом задании. Примером статического равновесия является оценка колебаний ОЦД в привычной позе на неподвижной твердой поверхности; примером динамического равновесия может быть оценка устойчивости ОЦД в стойке на подвижной опоре, например, пресс-папье с разным радиусом кривизны опорной поверхности.

Однако функциональная значимость стабиллометрических показателей постурального равновесия в статических тестах остаётся не совсем ясной. В ряде случаев показана высокая устойчивость вертикальной позы в обычной двуопорной стойке с лучшими функциональными показателями [4, 5]. В систематическом обзоре Р.О. McKeon, J. Hertel установлены только

умеренные и слабые корреляции между статическим и динамическим равновесием [5]. Поэтому многие авторы придерживаются мнения, что показатели статического равновесия слабо или вовсе не могут предсказать устойчивость позы в динамических заданиях [5, 10]. Таким образом, вопрос о взаимосвязи и, следовательно, о взаимозаменяемости статических и динамических тестов на равновесие в функциональной диагностике, остаётся полностью не решённым.

Целью работы было выяснить наличие и силу взаимосвязи между показателями статического и динамического равновесия вертикальной позы у здоровых испытуемых.

**Организация и методы исследования.** В исследовании на добровольной основе приняли участие практически здоровые девушки-студентки не спортивного факультета педагогического университета ( $n=80$ , 18-21 год). У всех определены антропометрические данные: масса и длина тела.

*Статическую устойчивость* вертикальной моноопорной позы определяли на неподвижной стабиллоплатформе («Neurolog Trast-M»). Москва. Частота дискретизации сигнала 500 Гц) с помощью оценки колебаний ОЦД в моноопорной стойке на неведущей ноге с открытыми (ОГ, 40 сек) и закрытыми (ЗГ, 40 сек) глазами, вторая нога была согнута в коленном суставе (около 100 град), руки были скрещены и прижаты к груди. В положении ОГ испытуемые смотрели на окружность в 2 м от платформы.

*Динамическую устойчивость* моноопорной позы определяли на подвижной в сагиттальной плоскости пресс-папье. Радиус кривизны контактирующей со стабиллоплатформой поверхности составил  $R=60$  см, высота опорной поверхности составила  $H=60$  см (Рис. 1). Испытуемые стояли в такой же моноопорной стойке на неведущей ноге с ОГ (40 сек) и ЗГ (40 сек) на качающейся пресс-папье, размещённой на стабиллоплатформе. Данный тест с закры-

тыми глазами смогли выполнить в течение 40 сек только 64 девушки, поэтому анализ показателей динамического равновесия с ЗГ выполнен на 64 испытуемых.

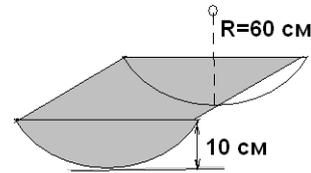


Рис. 1. Подвижная платформа пресс-папье.

Для анализа поструральной устойчивости во всех тестах использовали среднюю линейную скорость колебаний ОЦД ( $V$ -ОЦД, мм/сек) и 95% площадь колебаний ОЦД ( $S$ -ОЦД, мм<sup>2</sup>).

**Статистика.** Все показатели устойчивости позы:  $V$ -ОЦД,  $S$ -ОЦД - имели ненормальное распределение по критерию Shapiro-Wilk, поэтому они были нормализованы с помощью метода Вох-Сох. Для оценки силы взаимосвязей использована параметрическая корреляция Pearson ( $r$ ). Величина  $r < 0,69$  оценивалась как слабая,  $0,70 - 0,89$  – как средняя и  $> 0,90$  – как сильная корреляция [5, 10]. Статистические расчёты выполнены в программе Statistica V12.

### Результаты и их обсуждение

*Взаимосвязь стабиллографических показателей статического и динамического пострурального равновесия с показателями антропометрии.* Масса тела и длина тела испытуемых коррелировали со слабой силой связи с  $S$ -ОЦД во всех тестах (Таблица 1). Можно отметить, что статическое равновесие немного сильнее коррелировало с массой тела, а динамическое равновесие – с длиной тела. Однако сила корреляций не отличалась существенно. Эти данные согласуются с другими результатами [2] о повышении колебаний ОЦД у более высоких и тяжёлых людей. Даная корреляция скорее отражает не отрицательные эффекты длины тела на регуляцию позы, поскольку высокий рост повышает устойчивость позы при внешних возмущающих воздействиях

на человека [1], сколько увеличение площади опоры и связанное с этим повышение общей площади колебаний.

Таблица 1.

**Корреляция (r) антропометрических показателей со стабиллографическими показателями статического и динамического равновесия (n = 80)**

	Масса тела	Длина тела
Статическое равновесие на стабиллоплатформе		
СтПл-V-ОЦД-ОГ	0,20	-0,15
СтПл-S-95-ОГ	0,35***	0,17
СтПл-V-ОЦД-ЗГ	0,18	0,10
СтПл-S-95-ЗГ	0,41***	0,34***
Динамическое равновесие на пресс-папье		
ПрПа-V-ОЦД-ОГ	0,18	-0,03
ПрПа-S-95-ОГ	0,29**	0,43***
ПрПа-V-ОЦД-ЗГ	0,19	0,05
ПрПа-S-95-ЗГ	0,18	0,32***

Примечание: СтПл – стабиллоплатформа, ПрПа – пресс-папье, \*\* / \*\*\* -  $p < 0,01 / 0,001$ .

Взаимосвязь между стабиллографическими показателями статического и динамического пострурального равновесия. Практически все выявленные корреляции между статической (на стабиллоплатформе)

и динамической (на пресс-папье) устойчивостью позы были слабые ( $r = 0,32 - 0,71$ ;  $p < 0,05 - 0,001$ . Таблица 2).

Таблица 2.

**Корреляция (r) между стабиллографическими показателями статического и динамического пострурального равновесия**

Показатель		Пресс-папье Открытые глаза (n = 80)		Пресс-папье Закрытые глаза (n = 64)	
		V-ОЦД	S-ОЦД	V-ОЦД	S-ОЦД
Платформа Открытые глаза	V-ОЦД	0,76***		0,42***	
	S-ОЦД		0,44***		0,04
Платформа Закрытые глаза	V-ОЦД	0,71***		0,61***	
	S-ОЦД		0,57***		0,32*

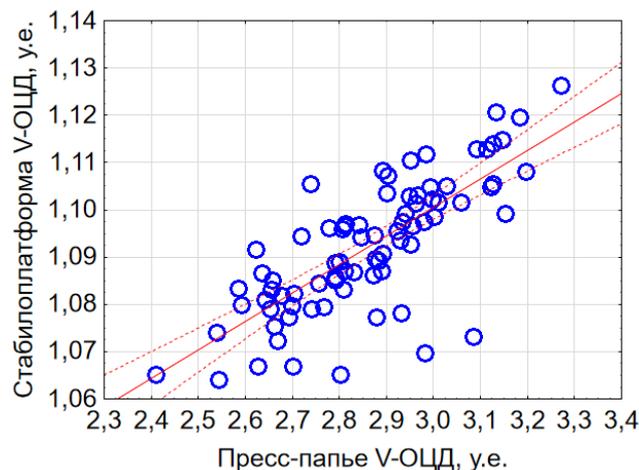
Примечание / Note: \* / \*\* / \*\*\* -  $p < 0,05 / 0,01 / 0,001$ .

Только корреляция между V-ОЦД на стабиллоплатформе и пресс-папье в условиях открытых глаз достигала средней силы связи ( $r = 0,76$ ;  $p < 0,001$ . Рис. 2). Эти ре-

зультаты показывают, что статическое равновесие может на 58% ( $=r^2$ ) предсказать динамическое равновесие в самых легких условиях стояния – при открытых глазах. Напротив, в условиях закрытых глаз корреля-

ции между статическим и динамическим равновесием были слабыми, а статическая устойчивость объясняла не более 36% дисперсии динамической устойчивости с ЗГ. Мы полагаем, что наличие высокозначимых корреляций даже небольшой силы связи означает, что для сохранения равновесия в более сложных динамических условиях (в нашем случае стояние на пресс-папье с ОГ и ЗГ) система регуляции позы использует ранее сформированные двигательные программы и механизмы сохранения равновесия, которые выработаны предыдущим жизненным и двигательным опытом. Снижение силы корреляций при усложнении условий, в нашем случае равновесие на пресс-папье с закрытыми глазами, указывает, что ранее сформированные двигатель-

ные программы сохранения равновесия не эффективны в результате действия разнообразных факторов: силовых, скоростных способностей постуральных мышц, механизмов управления постуральных мышц на разных уровнях центральной нервной системы и возможных других факторов. Можно полагать, что по мере увеличения сложности задания на равновесие и модификации типа задания на равновесие, например, сохранение равновесия во время ходьбы, бега, прыжков, поворотов или приземлений. Потребуется совершенно другие двигательные программы на равновесие позы и связи между показателями равновесия позы в разных динамических заданиях будут не связаны совсем.



*Рис. 1. Корреляция между V-ОЦД на стабиллоплатформе и пресс-папье в условиях открытых глаз ( $r=0,76$ ;  $p<0,001$ .  $n=80$ ).*

Действительно ряд работ указывает на отсутствие корреляций показателей колебаний ОЦД в статическом моноопорном тесте с различными показателями динамического равновесия как у не спортсменов разного возраста [3], так и при обследовании пловцов и артистических гимнастов регионального уровня [9].

**Заключение.** Основной целью работы было установить наличие взаимосвязи между статическим и динамическим моноопорным равновесием с помощью стабиллографического обследования. Результаты показали, что показатели статического равновесия слабо коррелируют с такими же по-

казателями динамического равновесия в схожем по многим кинематическим параметрам тесте. Сила корреляций снижается при усложнении условий сохранения баланса, то есть при депривации зрительного контроля. Таким образом, диагностические возможности стандартизированных тестов на равновесие принятых в руководствах по оценке функции равновесия существенно ограничены. Для всесторонней диагностики способности к равновесию необходимо использовать наборы тестов на равновесие с моделированием наиболее специфичных условий нарушения и потери постурального равновесия, характерных для конкретной

популяции людей или спортивной дисциплины.

## LİTERATURA

1. **Berger W., Trippel M., Discher M., Dietz V.** *Influence of subjects' height on the stabilization of posture.* Acta. Otolaryngol 1992, vol. 112, No 1, pp. 22-30.
2. **Chiari L. Rocchi L., Cappello A.** *Stabilometric parameters are affected by anthropometry and foot placement.* Clin. Biomech (Bristol, Avon). 2002, vol. 17, No 9-10, pp. 666-677.
3. **Granacher U., Gollhofer A.** *Is there an association between variables of postural control and strength in prepubertal children?* J. Strength Cond. Res., 2012, vol. 26, No 1, pp. 210-216.
4. **Granacher U., Muehlbauer T., Doerflinger B., Strohmeier R., Gollhofer A.** *Promoting strength and balance in adolescents during physical education: effects of a short-term resistance training.* J. Strength Cond. Res. 2011, vol. 25, No 4, pp. 940-949.
5. **McKeon P.O., Hertel J.** *Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part I: can deficits be detected with instrumented testing.* J. Athl. Train. 2008, vol. 43, No 3, pp. 293-304.
6. **Orr R., De Vos N.J., Singh N.A., Ross D.A. et al.** *Power training improves balance in healthy older adults.* J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci. 2006, vol. 61, pp. 78-85.
7. **Paillard T.** *Relationship between sport expertise and postural skills.* Front Psychol. 2019, vol. 25, No 10, p. 1428.
8. **Paillard T.** *Plasticity of the postural function to sport and/or motor experience.* Neurosci. Biobehav. Rev. 2017, vol. 72, pp. 129-152.
9. **Ringhof S., Stein T.** *Biomechanical assessment of dynamic balance: Specificity of different balance tests.* Hum. Mov. Sci. 2018, vol. 58, pp. 140-147.
10. **Rizzato A., Paoli A., Andretta M., Vidorin F., Marcolin G.** *Are Static and Dynamic Postural Balance Assessments Two Sides of the Same Coin? A Cross-Sectional Study in the Older Adults.* Front Physiol. 2021, vol. 12, p. 681370.
11. **Visser J.E., Carpenter M.G., van der Kooij H., Bloem B.R.** *The clinical utility of posturography.* Clin Neurophysiol. 2008, vol. 119, No 11, pp. 2424-36.

## SAĞLAM QIZLARDA DƏSTƏK DURUŞUNUN STATİK VƏ DİNAMİK TARAZLIĞININ ƏLAQƏLƏRİ

b.ü.e.d., prof. A.A. Melnikov \*, P.A. Smirnova \*\*

\* Rusiya Dövlət Bədən Tərbiyəsi, İdman, Gənclik və Turizm Universiteti

\*\* K.D. Uşinskiy adına Yaroslavl Dövlət Pedaqoji Universiteti

[meln1974@yandex.ru](mailto:meln1974@yandex.ru)

**Annotasiya.** İşin məqsədi gənc sağlam qızlarda (18-21 yaş,  $n=80$ ) duruşun statik və dinamik tarazlığının göstəriciləri arasındakı əlaqəni müəyyən etmək idi.

**Metodlar.** Stabili-plattform ("Neurocor Trast-M") istifadə edərək statik (sabit bir platformada açıq və qapalı gözlərlə monopodal dayanma) və dinamik tarazlığın göstəriciləri (monopodal ayaqlı gözlər açıq və bağlı gözlə).

**Nəticələr.** Statik və dinamik tarazlığın göstəriciləri arasında zəif əlaqələr tapıldı ( $r = 0,32 - 0,76$ ;  $p < 0,05$ ). Test şərtləri mürəkkəbləşdikcə əlaqələr azaldı. Nəticələr. Statik duruş sabitliyi, dinamik testlərdə yüksək etibarlılıq ilə duruş tarazlığını proqnozlaşdırma bilməz.

**Açar sözlər:** *postural balans, stabilqrafiya, dinamik və statik tarazlıq.*

**RELATIONSHIPS OF STATIC AND DYNAMIC MONOPODAL  
POSTURAL BALANCE IN HEALTHY GIRLS****D.Sc., prof. A.A. Melnikov \*, P.A. Smirnova \*\****\* Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism**\*\* Yaroslavl State Pedagogical University named after K.D. Ushinsky*[meln1974@yandex.ru](mailto:meln1974@yandex.ru)

**Annotation.** The aim of the work was to determine the relationship between the indicators of static and dynamic balance of posture in young healthy girls (18-21 years old,  $n = 80$ ).

**Methods.** Indicators of static (monopodal standing with open and closed eyes on a fixed platform) and dynamic balance (monopodal standing with open and closed eyes on a movable see-saw) were determined using a stabiloplatform ("Neurocor Trast-M").

**Results.** Weak correlations were found between the indicators of static and dynamic balance ( $r = 0.32 - 0.76$ ;  $p < 0.05$ ). Correlations decreased as the test conditions became more complicated.

**Conclusions.** Static postural stability cannot predict posture balance with high reliability in dynamic tests.

**Keywords:** *postural balance, stablegraphy, dynamic and static balance.*