

## **ДИНАМИКА ЛИНЕЙНЫХ ПАРАМЕТРОВ СТОПЫ ДЕВУШЕК ПРИ ВОЗРАСТАЮЩЕЙ НАГРУЗКЕ**

**А. И. Перепелкин, А. И. Краюшкин**

*Волгоградский государственный медицинский университет,  
кафедра анатомии человека*

Проведено исследование функционального состояния стоп студентов медицинского университета с учетом типа их телосложения при возрастающей нагрузке. Было обследовано 315 студентов женского пола с использованием программно-аппаратного комплекса, состоящего из медицинских весов, сканера и программы обработки информации. Из приведенных данных видно, что анатомические и функциональные показатели стопы существенным образом зависят от величины возрастающей нагрузки на нее и соматотипа девушек.

*Ключевые слова:* студенты, стопа, плантография, тип телосложения.

## **DYNAMICS OF LINEAR PARAMETERS OF GIRLS' FEET UPON INCREASING LOAD**

**A. I. Perepelkin, A. I. Kraushkin**

A research of the functional condition of female students' feet taking into account their somatotype is conducted with increasing load. A computer-aided system for investigation of anatomic and functional parameters of the foot was elaborated and implemented. The complex consists of medical scales, the scanner and information processing software. Three hundred and fifteen female students using this complex have been surveyed. The research showed that anatomic and functional parameters of the foot essentially depend on the value of increasing loading and somatotype of the girls.

*Key words:* students, foot, plantography, somatotype.

В настоящее время патология опорно-двигательного аппарата, в частности стоп, является одной из наиболее частых причин обращаемости за медицинской помощью [4].

В процессе жизни у всех людей в той или иной мере изменяются анатомические параметры стопы. В первую очередь они касаются ее линейных параметров [2]. В связи с этим морфофункциональная диагностика состояния стоп является существенным элементом профилактики ряда нарушений опорно-двигательного аппарата [5]. Определение индивидуально-типологической изменчивости морфологии и функции здоровой стопы приобретает особую актуальность, поскольку достаточно сложно провести четкую грань между вариантами нормы стопы и начальными стадиями ее деформации с учетом пола, возраста, типа телосложения и уровня функциональной нагрузки [4, 6]. Вопрос об особенностях анатомии и функциональных свойствах опорно-двигательного аппарата в общем, и стопы в частности, у девушек в связи с типом телосложения и уровнем физиологической нагрузки остается не изученным [3].

### **ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Изучение линейных параметров стопы девушек в зависимости от типа телосложения и возрастающей нагрузки.

### **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

Проведено исследование анатомических параметров стоп с использованием авторского метода у 315 девушек в возрасте 17—21 года с различными

типами телосложения, являющихся студентами Волгоградского государственного медицинского университета. По результатам соматотипирования были выделены три группы, из которых 260 человек составили девушки-нормостеники, 24 — девушки-астеники — и 31 — девушки-гиперстеники.

Тип телосложения рассчитывался по индексу Пинье [4]. Параметры морфофункционального состояния стопы получали при помощи автоматизированного программно-аппаратного комплекса, состоящего из медицинских весов, плантографа, специализированной программы обработки снимков стопы и автоматизированного блока выдачи диагностической информации о результатах проведенных исследований [5].

Использование диагностических алгоритмов и их программной компьютерной реализации позволило рассчитать следующие показатели стопы, характеризующие также и ее функциональное состояние: высоту, общую длину, а также длину ее переднего, среднего и заднего отделов, коэффициент К, индексы Вейсфлога и Штригера. Указанные параметры определяли при нагрузке на стопу, равной 20, 50 и 80 % от массы тела.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

У девушек нормостенического типа телосложения средний рост составил ( $165,05 \pm 6,31$ ) см, средняя масса тела — ( $54,68 \pm 6,17$ ) кг, а окружность грудной клетки — ( $82,51 \pm 4,01$ ) см. Средний показатель индекса Пинье в группе девушек-нормостеников был равен  $27,87 \pm 6,93$ . В группе девушек-астеников были определены следу-

ющие показатели: рост —  $(167,88 \pm 6,14)$  см, масса тела —  $(47,98 \pm 4,53)$  кг, окружность грудной клетки —  $(75,79 \pm 3,28)$  см и индекс Пинье —  $44,1 \pm 3,36$ . У девушек с гиперстеническим типом телосложения параметры тела составили: рост —  $(164,34 \pm 6,41)$  см, масса тела —  $(74,72 \pm 13,74)$  кг и окружность грудной клетки —  $(93,91 \pm 6,87)$  см.

У девушек-нормостеников среднее значение высоты стопы при 20%-й нагрузке от массы тела составило  $(50,52 \pm 0,99)$  мм, тогда как средняя ширина у них была  $(82,65 \pm 0,29)$  мм. Общая длина стопы у девушек этого соматотипа была  $(242,49 \pm 0,74)$  мм, тогда как длина переднего отдела —  $(94,11 \pm 0,40)$  мм, а длина среднего и заднего отделов — по  $(75,47 \pm 0,25)$  мм каждого.

При нагрузке, равной 50 % массы тела, среднее значение высоты свода стопы девушек-нормостеников уменьшилось на 7,72 % ( $p < 0,001$ ) по сравнению с 20%-й нагрузкой (рис. 1). Ширина стопы увеличилась на 1,58 % ( $p < 0,001$ ) (рис. 2). Средние показатели общей длины уменьшились на 0,27 % ( $p > 0,05$ ), а длины переднего отдела — на 0,05 % ( $p > 0,05$ ). Величина среднего и заднего отделов увеличилась на 0,08 % ( $p > 0,05$ ).

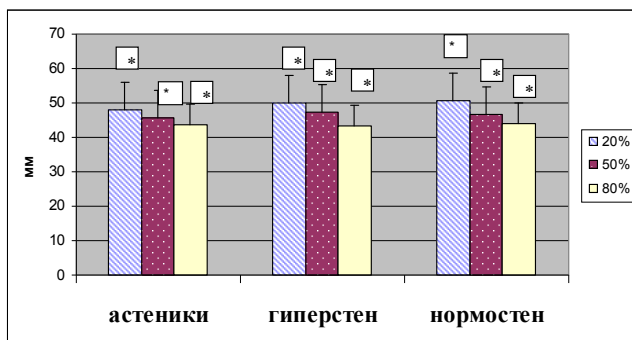


Рис. 1. Изменение высоты стопы у девушек различных типов телосложения при дозированной нагрузке, \* $p < 0,001$

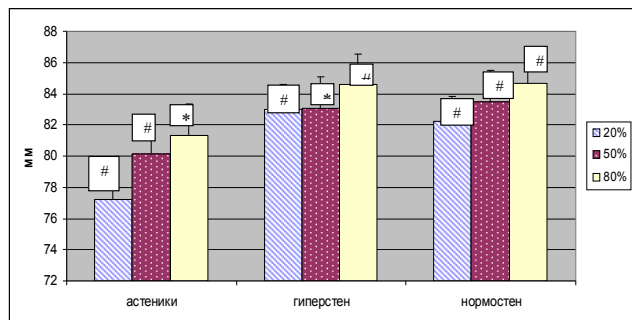


Рис. 2. Изменение ширины стопы у девушек с различным типом телосложения при дозированной нагрузке, # $p < 0,001$ , \* $p < 0,01$

При нагрузке, равной 80 % от массы тела, высота свода стопы у нормостеников уменьшилась в среднем на 12,95 % ( $p < 0,001$ ). Ширина стопы увеличилась на 3,02 % ( $p < 0,001$ ) по сравнению с первоначальной на-

грузкой. При этом средние показатели общей длины увеличились на 0,43 % ( $p > 0,05$ ), тогда как длины переднего отдела — на 0,62 % ( $p > 0,05$ ), а среднего и заднего отделов — на 0,24 % ( $p > 0,05$ ).

У девушек-астеников среднее значение высоты свода при 20 % нагрузке составило  $(48,05 \pm 0,75)$  мм, тогда как средняя ширина у них была  $(77,23 \pm 1,39)$  мм. Общая длина стопы у девушек этого соматотипа была  $(241,55 \pm 2,19)$  мм, тогда как длина переднего отдела —  $(93,69 \pm 1,08)$  мм, а длина среднего и заднего —  $(74,74 \pm 0,77)$  мм каждого.

При нагрузке, равной 50 % массы тела, среднее значение высоты свода стопы девушек-астеников уменьшилось на 5,14 % ( $p < 0,001$ ) по сравнению с 20%-й нагрузкой. Ширина стопы увеличилась на 3,78 % ( $p < 0,001$ ). Средние показатели общей длины уменьшились на 0,03 % ( $p > 0,05$ ), длины переднего отдела — на 0,01 % ( $p > 0,05$ ), а показатель среднего и заднего отделов — на 0,11 % ( $p > 0,05$ ).

При нагрузке, равной 80 % от массы тела, в этой группе девушек, высота свода стопы уменьшилась в среднем на 9,09 % ( $p < 0,001$ ). Ширина стопы увеличилась на 5,28 % ( $p < 0,001$ ) по сравнению с первоначальной величиной. При этом средние показатели общей длины увеличились на 0,34 % ( $p > 0,05$ ), тогда как длины переднего отдела — на 0,9 % ( $p > 0,05$ ), а среднего и заднего отделов — на 0,36 % ( $p > 0,05$ ).

У девушек-гиперстеников среднее значение высоты свода при 20%-й нагрузке составило  $(49,86 \pm 1,49)$  мм, тогда как средняя ширина у них была  $(82,99 \pm 1,29)$  мм. Общая длина стопы у девушек этого соматотипа была  $(241,74 \pm 2,00)$  мм, тогда как длина переднего отдела —  $(93,41 \pm 1,08)$  мм, а длина среднего и заднего — по  $(75,28 \pm 0,67)$  мм.

При нагрузке, равной 50 % массы тела, среднее значение высоты свода стопы девушек-гиперстеников уменьшилось на 5,13 % ( $p < 0,001$ ) по сравнению с 20%-й нагрузкой. Ширина стопы увеличилась на 0,07 % ( $p < 0,001$ ). Средняя величина общей длины уменьшилась на 0,27 % ( $p > 0,05$ ), тогда как длины переднего отдела — на 0,4 % ( $p > 0,05$ ), а среднего и заднего отделов — на 0,56 % ( $p > 0,05$ ) каждого.

В этой группе у девушек при нагрузке, равной 80 % от массы тела, высота свода стопы уменьшилась в среднем на 13 % ( $p < 0,001$ ). Ширина стопы увеличилась на 1,9 % ( $p < 0,001$ ) по сравнению с первоначальной нагрузкой. При этом средняя величина длины стопы увеличилась на 0,43 % ( $p > 0,05$ ), тогда как длина ее переднего отдела — на 1,13 % ( $p > 0,05$ ). Длина среднего и заднего отделов уменьшились на 0,01 % ( $p > 0,05$ ).

У девушек-нормостеников среднее значение коэффициента К при 20%-й нагрузке составило  $(0,68 \pm 0,02)$ , тогда как среднее значение индекса Вейсфлога —  $(2,97 \pm 0,01)$ , а индекса Шриттер —  $(28,92 \pm 0,42)$ . При увеличении нагрузки до 50 % от массы тела, среднее значение коэффициента К в этой группе девушек увеличилось на 11,76 % ( $p < 0,01$ ), а значение индекса Шриттер — на 4,11 % по

сравнению с 20%-й нагрузкой. Среднее значение индекса Вейсфлога уменьшилось на 1,68 % ( $p > 0,05$ ).

При увеличении нагрузки на стопу до 80 % от массы тела у лиц этого соматотипа, среднее значение коэффициента К увеличилось на 20,59 % ( $p < 0,01$ ), а значение индекса Штритер — на 12,66 % по сравнению с 20%-й нагрузкой. Среднее значение индекса Вейсфлога уменьшилось — на 2,69 % ( $p > 0,05$ ).

У девушек-астеников среднее значение коэффициента К при 20%-й нагрузке составило ( $0,82 \pm 0,04$ ), тогда как среднее значение индекса Вейсфлога — ( $3,16 \pm 0,07$ ), а индекса Штритер — ( $30,23 \pm 1,10$ ). При нагрузке, равной 50 % массы тела, среднее значение коэффициента К увеличилось на 5,80 % ( $p < 0,01$ ) по сравнению с 20%-й нагрузкой. Среднее значение индекса Вейсфлога уменьшилось — на 4,11 % ( $p > 0,05$ ), а значение индекса Штритер на — 9,43 %. При увеличении нагрузки до 80 % от массы тела, среднее значение коэффициента К увеличилось на 17,39 % ( $p < 0,01$ ), а значение индекса Штритер — на 3,87 % по сравнению с 20%-й нагрузкой. Среднее значение индекса Вейсфлога уменьшилось — на 5,06 % ( $p > 0,05$ ).

У девушек-гиперстеников значение коэффициента К при 20%-й нагрузке составило ( $0,71 \pm 0,05$ ), тогда как индекса Вейсфлога —  $2,93 \pm 0,04$ , а индекса Штритер — ( $29,26 \pm 1,25$ ). При нагрузке, равной 50 % от массы тела, среднее значение коэффициента К увеличилось на 22,54 % ( $p < 0,01$ ), а индекса Штритер — на 16,58 % по сравнению с 20%-й нагрузкой. Среднее значение индекса Вейсфлога уменьшилось — на 0,34 % ( $p > 0,05$ ). При увеличении нагрузки, равной 80 % от массы тела, среднее значение коэффициента К увеличилось на 25,35 % ( $p < 0,01$ ), а значение индекса Штритер — на 20,37 % по сравнению с 20%-й нагрузкой. Среднее значение индекса Вейсфлога уменьшилось на 1,37 % ( $p > 0,05$ ).

Ширина стопы, а также ее изменения под нагрузкой отражают статическую, статодинамическую функцию стопы, и косвенно характеризует ее поперечный свод. У девушек-астеников, несмотря на то, что значения ширины стопы были наименьшие ( $77,23 \pm 1,39$ ) мм,  $p < 0,001$ ), ее амплитуда при нагрузках, равных 20 %, 50 % и 80 % от массы тела, оказалась наибольшая и составила 4,08 мм, что указывает, по нашему мнению, наповышенную эластичность мышечно-связочного аппарата стоп и большую подвижность в суставах у девушек этого соматотипа по сравнению с другими типами телосложения. Минимальный абсолютный прирост ширины стопы наблюдался у девушек с гиперстеническим типом телосложения (1,58 мм).

Полученные нами данные указывают на то, что при дозированной нагрузке у девушек ширина изменяется больше, чем длина. Ширина стопы в большей степени характеризует гендерные различия, чем другие ее параметры, в частности индекс стопы. При этом на статические параметры ширины стопы значимое влияние оказывает масса тела [6].

Из приведенных данных видно, что анатомические и функциональные показатели стопы существенным образом зависят от величины физической нагрузки на нее и соматотипа человека. Полученные впервые данные указывают на то, что плантографические параметры стопы девушек имели свои специфические соматотипологические особенности.

Таким образом, в ходе работы было выявлено, что при нагрузке, равной 20 % от массы тела, стопы у девушек-гиперстеников имели большую по отношению к нормостеникам длину (на 3,4 %) и ширину (на 6,2 %). Стопы девушек-астеников характеризовались меньшими по сравнению с нормостениками высотой на 4,9 %, длиной на 0,4 % и шириной на 0,6 %.

При нагрузке 50 % от массы тела стопы девушек-гиперстеников отличались от стопы девушек-нормостеников наибольшей высотой (на 1,5 %). Стопы девушек-астеников по сравнению с нормостениками характеризовались меньшей высотой на 2,2 % и шириной на 0,4 %. При нагрузке 80 % от массы тела стопы девушек-астеников по сравнению с нормостениками обладали меньшей длиной (на 0,4 %) и шириной (на 0,5 %). Во всех группах при нагрузке на стопу, равной 50 и 80 % от массы тела, у нормостеников наблюдалось снижение ее высоты на 7,72 и 12,95 % соответственно, у гиперстеников — на 5,13 и 13,0 % соответственно, а у астеников — на 5,14 и 9,09 % соответственно.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кашуба В. А. Биомеханика осанки. — Киев: Олимпийская литература, 2003. — 175 с.
2. Лашковский В. В., Игнатовский М. И. Клинические и биомеханические параметры эффективности хирургического лечения плоско-вальгусной деформации стопы у детей и подростков // Биомеханика стопы человека: Материалы 1 Междунар. научн.-практ. конф., Гродно 18–19 июня 2008 г.; ГНУ НИЦПР НАНБ; отв. ред.: А. И. Свириденко. — Гродно: ГрГУ, 2008. — С. 77–81.
3. Мицкевич В. А., Арсеньев А. О. Подиатрия. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. — 136 с.
4. Перепелкин А. И. Соматотипологические закономерности формирования стопы человека в постнатальном онтогенезе: Автореф. дис. ... д-ра. мед. наук. — Волгоград, 2009. — 53 с.
5. Перепелкин А. И., Мандриков В. Б., Краюшкин А. И. Влияние дозированной нагрузки на изменение структуры и функции стопы человека. — Волгоград: Изд-во ВолгГМУ, 2012 — 184 с.
6. Krishan K., Kanchan T., Sharma A. // J. Forensic Sci. — 2011. — Vol. 56 (2). — P. 453–459.

## Контактная информация

**Перепелкин Андрей Иванович** — д. м. н, профессор кафедры анатомии человека, Волгоградский государственный медицинский университет, e-mail: similipol@mail.ru