

УДК 611.986:612.7

## МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕССОРНОЙ ФУНКЦИИ СТОПЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

А.И. Перепелкин, К.В. Гавриков, В.Б. Мандриков, С.В. Клаучек, А.Л. Шкляр

Федеральное агентство по здравоохранению и социальному развитию Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Волгоградский государственный медицинский университет

Адрес: 400131, Волгоград, пл. Павших Борцов, 1. Тел. (8442) 38-50-05, факс (8442) 40-81-40. E-mail: vlgmed@advent.avtig.ru

**Реферат:** Создан метод исследования рессорной функции стопы с использованием планшетного сканирования и медицинских весов. Указанным способом проведено обследование 400 юношей и девушек, обучающихся в медицинском университете. Изучались изменения различных морфологических параметров стопы под воздействием на нее различной нагрузки собственной массы тела, регулируемой самостоятельно обследуемым студентом путем наблюдения за показателями на дисплее весов.

**Ключевые слова:** метод, рессорная функция, студенты.

## THE METHOD OF DETERMINATION OF AMORTIZATION FOOT FUNCTION USING BIOFEEDBACK

A.I. Perepyelkin, K.V. Gavrikov, V.B. Mandrikov, S.V. Klauchek, A.A. Vorobyev, A.L. Shklyar

**Summary:** A new investigation method of amortization foot function with plotting scanning and medical scales has been created. With it 400 medical students of our university were examined. Changes of various morphological foot indices at various body mass load upon the foot, regulated independently by the students under studies who observed the indices of the scale display indices.

**Key words:** method, amortization foot function, students.

В процессе онтогенеза у людей наблюдаются изменения продольного и поперечного сводов стопы. Разнообразная нагрузка на стопы, связанная с увеличением массы тела, занятиями спортом, трудовой деятельностью, а также многие хронические заболевания приводят к деформации стопы. Врожденные и приобретенные анатомические изменения стопы способствуют нарушению одной из основных ее функций – рессорной, то есть, способности к упругому распластыванию под действием нагрузки.

Учитывая, что стопа несет на себе основную нагрузку, то нарушение ее рессорной функции отражается на всем опорно-двигательном аппарате человека и может привести в последующем к возникновению ряда хронических заболеваний (артрозу, остеохондрозу и др.). Исследование стопы человека при возрастающей нагрузке на нее может помочь в диагностике её функционального состояния и своевременно назначить комплекс профилактических мероприятий.

Существуют различные методы исследования рессорной функции стопы [1]. Однако известные способы не позволяют диагностировать функциональные изменения стопы, происходящие при изменении нагрузки на неё, а также определить физиологические возможности стопы, что ограничивает применение этих методов исследования.

**Целью нашей работы** явилось определение рессорной функции стопы при возрастающей статической нагрузки на нее с использованием обратной биологической связи.

Задачей нашего исследования явилось измерение угловых, широтных характеристик и площади опоры подошвенной поверхности стопы, а также высоты её свода при возрастающей статической нагрузке. Работа направлена на повышение разрешающей способности планшетного сканирования, глубины и качества диагностики патологии стоп, интегральной оценки заключительных выводов.

### Материалы и методы

Проведено исследование стоп 400 студентов в возрасте от 17 до 21 года (180 девушек и 120 юношей) Волгоградского государственного медицинского университета. Результаты сканирования стоп студентов были подвергнуты компьютерной обработке по специальным программам [2]. При этом проводилось определение индивидуальных и групповых особенностей строения стопы в зависимости от пола и типа телосложения: длины, характеристика переднего отдела (углов отклонения I и V пальцев), состояние продольного свода по коэффициенту К и высоте, площадь опорной поверхности, пяточный угол. В работе использовались сертифицированные аппаратные и программные средства: компьютер PC Pentium II с установленной лицензионной операционной системой Microsoft Windows XP, напольные электронные тензометрические весы для статического взвешивания типа П 200 ВЭА-16/Ю, планшетный сканер и стопометр.

### Результаты и их обсуждение

В начале исследования проводилось измерение массы тела обследуемого, а также высоты свода обеих стоп. В дальнейшем пациент одной ногой становился на планшетный сканер, помещенный на поверхность грузоприемной платформы электронных тензометрических весов для статического взвешивания, а другой ногой на одну из опорных площадок, расположенных справа и слева от сканера и весов. В зависимости от задаваемой нагрузки на стопу, равной 20, 50 и 80% массы тела пациента, проводилось сканирование подошвенной поверхности стопы, и одновременно измерялась высота её свода с помощью стопометра. При этом абсолютные показатели нагрузки брались из предварительно составленной таблицы.

Изменение нагрузки на стопу и достижение заданного параметра контролировалось самим обследуемым путем наблюдения за изменением цифровых показателей на дисплее весов. Для уменьшения нагрузки на стопу, обследуемый студент переносил тяжесть тела с ноги, расположенной на весах, на ногу, расположенную на опорной площадке для нерегистрированной ноги. Для увеличения нагрузки на регистрируемую стопу проводилось обратное действие.

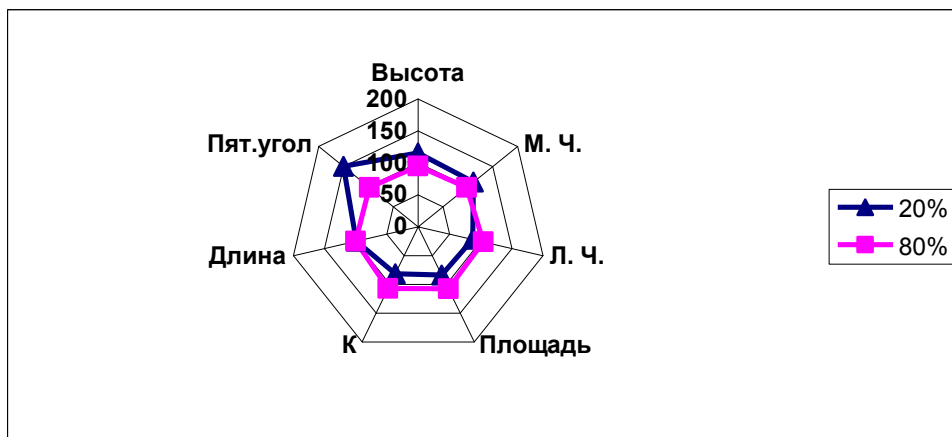


Рис.1. Изменение морфологических показателей стопы девушек при разной величине нагрузки на неё (за исходный уровень взята нагрузка на стопу, равная 50% от массы тела).

За исходный уровень расчета показателей была взята нагрузка, равная 50% массы тела. Такая нагрузка на стопу человеком достигается при равномерной опоре на обе выпрямленные ноги, расположенных на ширине плеч.

У девушек при уменьшении нагрузки на стопу до 20% от их массы тела отмечается увеличение высоты свода в среднем на 15,3%, угла отклонения 1 пальца на 11% от исходной величины (рис.1). Особенно обращает на себя внимание увеличение пяточного угла в 1,5 раза. Незначительно изменяется длина стопы, однако, площадь опорной поверхности стопы уменьшается на 16,1%. Угол отклонения V пальца и коэффициент К уменьшаются на 12,5% и 18,7% соответственно.

При увеличении нагрузки на стопу до 80% у девушек уменьшается высота свода в среднем на 5,1%, угол отклонения 1 пальца на 2,4%, пяточный угол на 2,4% от исходной величины. Длина стопы не изменяется. Площадь опорной поверхности стопы увеличилась в среднем на 8,1%. Отмечается увеличение угла отклонения V пальца и коэффициента К на 4,4% и 7,3% соответственно.

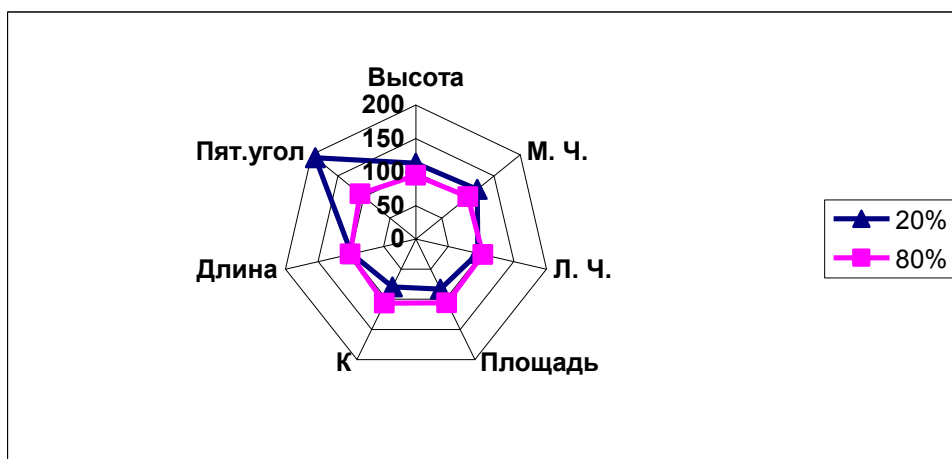


Рис.2. Изменение морфологических показателей стопы юношей при разной величине нагрузки на неё (за исходный уровень взята нагрузка на стопу, равная 50% от массы тела).

У юношей при уменьшении нагрузки на стопу до 20% от их массы тела отмечается увеличение высоты свода в среднем на 13,2%, угла отклонения 1 пальца на 18,1% от исходной величины. Особенно обращает на себя внимание увеличение пяточного угла почти в 2 раза. Так же, как и у девушек незначительно изменяется длина стопы, а площадь опорной поверхности стопы уменьшается на 16,4%. Угол отклонения V пальца и коэффициент К уменьшаются на 4,9% и 20,1% соответственно.

При увеличении нагрузки на стопу до 80% у юношей уменьшается высота свода в среднем на 5,2%, пяточный угол на 6,8% от исходной величины. Длина стопы и угол отклонения 1 пальца практически не изменяются. Площадь опорной поверхности стопы увеличилась в среднем на 5,8%. Отмечается увеличение угла отклонения V пальца и коэффициента К на 3,2% и 6,8% соответственно. У 120 обследованных студентов отмечалось значительное изменение угловых и широтных характеристик, а также площади опоры, что свидетельствовало о снижении рессорной функции стопы при возрастающей нагрузке на неё. Своевременная диагностика состояния стопы позволила назначить комплекс лечебных мероприятий, тем самым предотвратить возникновения ряда заболеваний опорно-двигательного аппарата.

Таким образом, несмотря на то, что у девушек и юношей при изменении нагрузки на стопу происходят однотипные изменения, тем не менее, отмечаются некоторые отличия, связанные с разной реакцией на нее того или иного отдела стопы. В первую очередь это обусловлено разной способностью эластичных тканей стопы (связок, сухожилий, капсулы суставов, мышечных волокон) у юношей и девушек поддерживать рессорную ее способность.

#### Литература

1. Кашуба В.А. Биомеханика осанки.– Киев: Олимпийская литература, 2003.
2. Гавриков К. В., Плешаков И.А., Калужский С.И., Перепелкин А.И., Андреев Н.В. RU№ 2253363. Способ диагностики состояния отделов стопы. Патент на изобретение, зарегистрирован 10 июня 2005 г.