

## Использование метода плантографии при изучении медико-биологических дисциплин

**Босенко Анатолий Иванович<sup>1</sup>**

Государственное учреждение «Южноукраинский национальный педагогический университет имени К. Д. Ушинского», Одесса, Украина

E-mail: [bosenco@ukr.net](mailto:bosenco@ukr.net)

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-3472-0412>

**Евтухова Лариса Александровна<sup>2</sup>**

Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»,

Гомель, Беларусь

E-mail: [levtuhova@gsu.by](mailto:levtuhova@gsu.by)

---

Процесс обучения предусматривает множество методов исследования, разной степени сложности и важности, которые требуются человеку в разнообразных сферах жизни. В статье научно обосновано использование комплексного метода плантографии в процессе изучения медико-биологических дисциплин для определения функциональных показателей свода стопы человека. Применение метода плантографии на практических занятиях дисциплины «Физиология человека» повысит интерес к обучению, так как определение индивидуальных параметров состояния опорно-двигательной системы позволит студентам не только расширить диапазон знаний физиологического профиля, но и выработать умения и навыки исследовательского поведения. В ходе исследования определены показатели состояния свода стопы студентов при различных режимах нагрузки. Анализ результатов позволил определить так называемую «группу риска»: группа студентов, у которых под действием нагрузки зафиксированы статические формы деформации свода стопы, при этом отмечается переход индекса стопы из одной качественной оценочной зоны в другую от «нормальной» в категории: «предуплощенная», «уплощенная» и «плоская». Следовательно, увеличение нагрузки на свод стопы приводит к уменьшению ее рессорных возможностей. Таким образом, данные индивидуальных параметров индекса стопы, полученные в ходе исследовательской работы студентами на практических занятиях могут способствовать правильному распределению учащихся по медицинским группам для занятий физическим воспитанием.

**Ключевые слова:** плантография, свод стопы человека, группы риска, исследовательская деятельность

---

**Введение.** Уровень образования определяется умениями, знаниями и навыками студентов (Болотов, 2007). Одна из основных задач высшего образования – подготовить специалиста с высоким уровнем знаний и творческим потенциалом диктует необходимость актуализации исследовательского подхода к обучению, в результате которого у студентов развиваются универсальные умения и навыки исследовательского поведения, необходимые не только тем, чья жизнь связана с научной работой, но и каждому человеку (Алексеев, 2008). В существующем многообразии изучаемых биологических дисциплин в процессе обучения многие методики являются классическими, входящими в обучающие программы на протяжении ряда лет. Для изучения современных методов исследования в ряде вузов выделены отдельные дисциплины. На практических и лабораторных занятиях по дисциплине курса «Физиология человека» интерес представляет использование комплексного метода плантографии для определения функциональных показателей свода стопы человека.

Интерес к исследованию функции стопы в норме и при патологии вызван комплексом проблем, которые имеют медицинское и социальное значение: затруднения в определении понятия «нормы» стопы и отсутствие достаточно объективных критериев для оценки функции стопы в норме и при патологии (Михнович, 2004).

---

<sup>1</sup> доктор педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой биологии и охраны здоровья Государственного учреждения «Южноукраинский национальный педагогический университет имени К. Д. Ушинского»

<sup>2</sup> кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры зоологии, физиологии и генетики Учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»

Наиболее распространенной деформацией стопы в процессе онтогенеза человека является плоскостопие, которое характеризуется опущением продольного и поперечного сводов стопы (Sullivan, 1995; Brand, 1997). В процессе формирования плоскостопия стопа расплывается, в результате чего ударная волна, возникающая при ходьбе, беге и прыжках, не погашается пружинящими сводами стопы, а распространяется вверх по скелету и приводит к деформации опорно-двигательного аппарата человека в целом (Kondo, Shimamura, 1958).

Таким образом, использование метода плантографии для установления границ динамики изменений свода стопы человека как компенсаторно-приспособительных к нагрузке определяет актуальность, теоретическое и практическое значение представленной работы.

Во-первых, данный метод является достаточно информативным при диагностике функциональных и патологических изменений со стороны опорно-двигательного аппарата (Красикова, 2011); во-вторых, применим для исследования статических деформаций свода стопы человека, в третьих позволяет определить «группу риска» – лиц, у которых отмечается ослабление связочно-мышечного аппарата стопы при различных режимах нагрузки и переход качественной оценки индекса стопы из зоны «норма» в другие: «предуплощенная», «уплощенная», «плоская» (Тарикова, 2004).

**Цель и задачи исследования** – научно обосновать использование метода плантографии для оценки функционально-адаптационных возможностей свода стопы студенческой молодежи к различным режимам нагрузки.

**Материалы и методы исследования.** В плантографическом обследовании приняли участие 498 человек. Из них 250 студентов и 248 студенток 18-20 лет УО «ГГУ имени Ф. Скорины» и ГУ «ЮНПУ имени К. Д. Ушинского». В результате исследования было получено 1494 плантограммы, данная выборка характеризуется высокой степенью репрезентативности.

Для определения состояния и функциональной подготовленности свода стопы студентов использована комплексная методика из трех частей:

1) метод получения отпечатков стоп «плантограмм» при различных нагрузочных режимах массой собственного тела: в положении сидя без нагрузки (анатомическое состояние); в положении стоя с нагрузкой 50 % от массы собственного тела на одну стопу; в положении стоя с нагрузкой 100 % от массы собственного тела на одну стопу.

Для получения отпечатков подошвенной поверхности стопы (плантограмм) в классической методике используют специальное приспособление – плантограф (Циркунова, 1968), при этом стопу обследуемого окрашивают красителем (Дембо, 1988).

В нашей работе применили модифицированный метод снятия плантограмм (Евтухова, 2016), который позволяет получать отпечаток, не окрашивая стопу, при этом снижается не только трудоемкость работы, но и обеспечиваются благоприятные условия для проведения экспресс-анализа параметров свода стопы человека;

2) метод количественной оценки состояния свода стопы проводится на плантограмме с помощью вычисления индекса стопы (Niederecker, 1959). На полученном отпечатке проводят касательную к наиболее выступающим точкам внутреннего края стопы. Из середины касательной восстанавливают перпендикуляр до наружного края стопы (рисунок 1).

3) метод качественной оценки: полученные количественные данные с плантограмм о состоянии продольного свода стопы по показателю уплощенности дифференцируют по качественным оценкам (Арсланов, 1975; Арсланова, 1992), которые представлены в таблице 1.

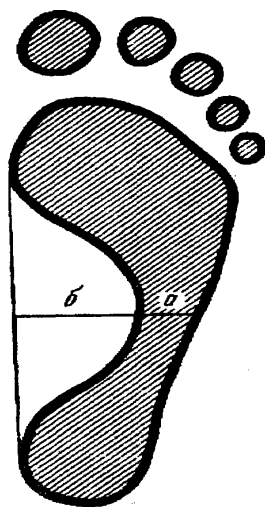


Рисунок 1. Схема отпечатка стопы

Затем вычисляют индекс стопы: I – процентное отношение длины той части перпендикуляра, которая прошла через отпечаток (a), ко всей его длине (a + b) по формуле (Штритер, 1977):

$$I = a / (a + b) (1)$$

Таблица 1

**Количественный показатель и качественная оценка уплощённости свода стопы человека**

Количественный показатель уплощенности свода стопы	Качественная оценка показателя уплощенности свода стопы
До 40%	Нормальная
41-50%	Предуплощенная
51-60%	Уплощенная
Более 60%	Плоская

Обработка и анализ полученных данных проводились с помощью пакета «Statistica 6.0» с учетом рекомендаций медико-биологической статистики (Гланц, 1999).

**Результаты исследования.** Плантаграфическое обследование показало, что в анатомическом (без нагрузочном) состоянии нормальный индекс стопы определен у 94% студенток и 82% студентов.

Исследование нагрузочных режимов на состояние свода стопы студенток показали, что при силовом воздействии массой собственного тела изменяется показатель состояния свода стопы в зависимости от величины нагрузки. Так как, при нагрузке 50% и 100% от массы тела на одну стопу происходит перераспределение индивидуальных показателей индекса стопы из категории «нормальная» в категории: «предуплощенная», «уплощенная» и «плоская», поэтому эти студенты составили так называемую «группу риска».

«Группа риска» среди девушек составила:

- а) в безнагрузочном состоянии – 6%;
- б) при нагрузке 50% от собственной массы – 42%;
- в) при нагрузке 100% собственной массы – 52%.

Анализ параметров состояния свода стопы студентов показал, что при нагрузке на стопу, наблюдается уплощение её свода. Так, при нагрузке 50% от массы собственного тела нормальный индекс стопы определен у 57% обследованных юношей. Дальнейшее увеличение нагрузки до 100% массы собственного тела привело к тому, что нормальный показатель индекса уплощенности стопы отмечался уже только у 36% юношей.

«Группа риска» среди юношей составила:

- а) в безнагрузочном состоянии – 18%;
- б) при нагрузке 50% от собственной массы – 43%;
- в) при нагрузке 100% собственной массы – 64%.

У 2 студентов при нагрузке 100% от массы тела индекс стопы перешел из категории «уплощенная» в категорию «плоская». Анализируя полученные данные изменения свода стопы, мы можем предположить, что дальнейшее увеличение нагрузки на свод стопы студентов приведет к уменьшению ее рессорных возможностей.

На свод стопы влияет величина массы собственного тела, а точнее, силовое воздействие, создаваемое ею. Ряд авторов, характеризует эти перераспределения индивидуальных показателей индекса уплощенности из одной зоны в другую как функциональные изменения адаптационных возможностей мышечно-суставного корсета свода стопы только в том случае, если без нагрузки наблюдается восстановление качественной зоны свода стопы «нормальная». Это характерно для лиц, у которых росто-весовой или индекс массы тела не превышает нормативные показатели (Роровіс, 2003; Соломон, 2008; Перепелкин, 2014). Это позволило конкретизировать задачу исследования и провести расчет индекса массы тела для всей выборки студентов. В таблице 2 приведен диапазон антропометрических показателей и индекса массы тела обследованной группы студентов.

Таблица 2

**Диапазон показателей антропометрии и индекса массы тела обследованной группы студентов**

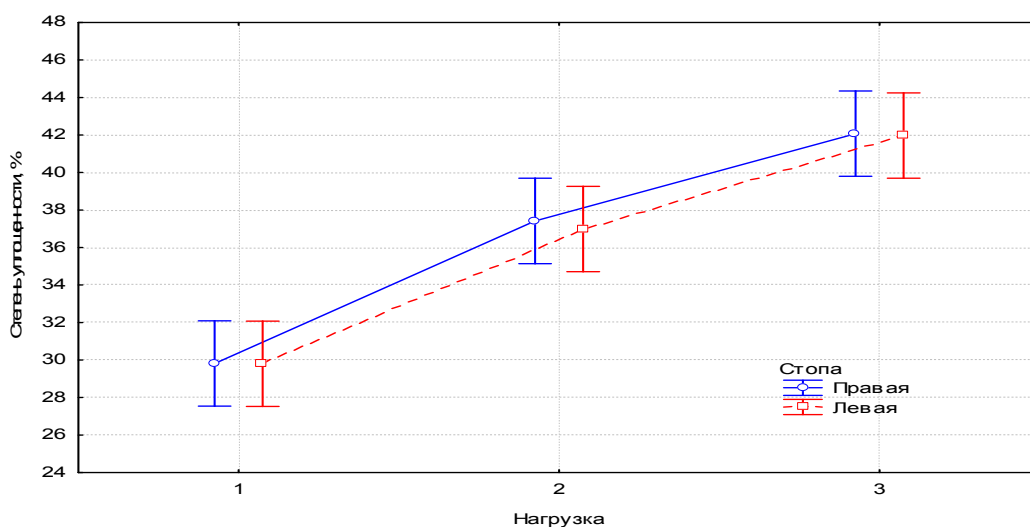
Показатели	Студентки			Студенты		
	Min	Max	M ± m	Min	Max	M ± m
Рост, см	157	179	166 ± 0,5	159	188	175 ± 0,83
Масса тела, кг	49	68	55 ± 0,9	52	89	71 ± 2,46
Индекс массы тела	19	22	20 ± 0,3	19	23	21 ± 0,5

Средние показатели индекса массы тела всей группы обследованных студентов лежат в диапазоне нормативных значений, поэтому мы можем исключить влияние фактора массы тела на деформацию мышечно-суставного корсета свода стопы.

Методом статистического и двухфакторного дисперсионного анализа изучено влияние величины нагрузки на изменение категории индекса стопы обследованной группы студентов.

Качественная характеристика степени уплощенности свода стопы увеличивается при изменении режима нагрузки от 0% до 100% от массы тела от  $29,8 \pm 1,2$  до  $44,1 \pm 1,1$  у девушек и от  $32,7 \pm 1,4$  до  $53,6 \pm 1,4$  у юношей. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа свидетельствуют о достоверном влиянии величины нагрузочного режима на индекс свода стопы: критерий Фишера составляет 56,7 для студенток и 20,16 для студентов при уровне значимости  $p < 0,01$ .

Графическая интерпретация двухфакторного дисперсионного анализа влияния нагрузочного режима на степень уплощенности свода стопы обследованной группы студентов представлена на рисунке 2.



**Рис. 2. Графическая интерпретация двухфакторного дисперсионного анализа влияния нагрузочного режима на степень уплощенности свода стопы обследованной группы студентов**

**Заключение.** Анализируя происходящие изменения в показателях уплощенности свода стопы студентов, можно предположить, что дальнейшее увеличение нагрузки приведет к уменьшению ее рессорных возможностей. Плантографическое обследование позволило выявить «группу риска»: индекс стопы у 72% обследованных студентов, характеризовался «уплощенным», «предуплощенным» и «плоским» состоянием свода стопы при действии различных нагрузочных режимах.

Для обеспечения эффективности учебного процесса в рамках содержания дисциплин при получении высшего образования по курсу «Физиология человека» рекомендуем дополнить традиционный перечень изучаемых методик комплексным методом плантографии, что позволит повысить научный и исследовательский уровень образования студентов.

### Литература

Алексеенко Т. С. Образование как основное стартовое условие инновационного типа экономического роста. Сборник научных статей Международного весеннего форума «Инновационные технологии в бизнес-образовании». Гомель: БТЭУ, 2008. С.175-179.

Арсланов В. А. Условия формирования осанки школьников младшего возраста в учебной деятельности. Казань: Наука, 1985. 241с.

Арсланова Л. М. К методике определения состояния осанки в статических положениях сидя и стоя. Казань: Наука, 1992. 11 с.

Болотов В. А. Система оценки качества образования: учеб. пособие для вузов. Москва: Логос,

2007. 263 с.

Гланц С. Медико-биологическая статистика. Москва: Практика, 1999. 459 с.

Дембо А. Г. Врачебный контроль в спорте. Москва: Медицина, 1988. 288 с.

Евтухова Л. А., Игнатенко В. А. Методика исследования состояния стопы учащейся молодежи.

Проблемы здоровья и экологии. Гомель: УО «ГГМУ», 2016. № 1(43). С. 53-57.

Красикова И. С. Плоскостопие. Профилактика и лечение. Москва: Корона-Век, 2011. 128 с.

Михнович М. С. Диагностика и лечение продольного плоскостопия. Москва: Медицина, 2004.

246 с.

Соломон С. Всё о здоровье ваших ног: от младенчества до старости. Москва: Астрель, 2008.

224 с.

Перепелкин А. И. Исследование упругих свойств стопы человека. Российский журнал биомеханики, 2014. № 3. С. 381-388.

Тарикова А. Н. Актуальные проблемы медицины. Медицинский журнал, 2004. № 5. С. 146-147.

Циркунова Н. А. Плантография как метод диагностики плоскостопия. Материалы докладов 3-го пленума межведомственной комиссии по рациональной обуви. Москва: ЦИТО, 1968. С. 45-56.

Штриттер А. В. К вопросу об изменении плоскостопия. Гигиена труда, 1977. № 12. С. 20-24.

Kondo S., Shimamura A. An X-ray study on the longitudinal arch of the foot. Process of the development of the arch and deformation caused by wearing shoes, I. Anthropol. Soc. Nippon, 1958. № 3. P. 101-111.

Popovic N. Acquired flatfoot deformity secondary to dysfunction of the tibialis posterior tendon. Acta Orthopædica Belgica, 2003. № 3. P. 211-221.

Sullivan J. A. Pediatric flatfoot evaluation and management. Amer. Acad. Orthor. Surg., 1995, Jan. 7(1), P. 44-53.

## Використання методу плантографії при вивченні медико-біологічних дисциплін

**Євтухова Лариса Олександрівна<sup>3</sup>**

Установа освіти «Гомельський державний університет імені Ф. Скорини», Гомель, Білорусь

**Босенко Анатолій Іванович<sup>4</sup>**

Державний заклад «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського», Одеса, Україна

Процес навчання включає безліч методів дослідження, різного ступеня складності і важливості, які потрібні людині у самих різних сферах життя. У статті науково обґрунтовано використання комплексного методу плантографії в процесі навчання медико-біологічних дисциплін для визначення функціональних показників склепіння стопи людини. Застосування методу плантографії на практичних заняттях з дисципліни «Фізіологія людини» підвищить інтерес до навчання, оскільки визначення індивідуальних параметрів стану опорно-рухової системи дозволить студентам не тільки розширити діапазон знань фізіологічного профілю, а й виробити вміння і навички дослідницького характеру. В ході нашого дослідження визначені показники стану склепіння стопи студентів при різних режимах навантаження. Аналіз результатів дозволив визначити так звану «групу ризику»: група студентів, у яких під дією навантаження зафіксовані статичні форми деформації склепіння стопи, при цьому відзначається перехід індексу стопи з однієї якісної оціночної зони в іншу від «нормальної» – в категорії: «передсплющена», «трохи сплющена» і «плоска». Отже, збільшення навантаження на склепіння стопи призводить до зменшення її ресорних можливостей. Таким чином, дані індивідуальних параметрів індексу стопи, отримані в ході дослідницької роботи студентами на практичних заняттях можуть сприяти правильному розподілу учнів за медичними групами для занять фізичним вихованням.

**Ключові слова:** плантографія, склепіння стопи людини, групи ризику, дослідницька діяльність.

<sup>3</sup> кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри зоології, фізіології та генетики Установи освіти «Гомельський державний університет імені Ф. Скорини»

<sup>4</sup> доктор педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри біології і охорони здоров'я Державного закладу «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського»

## Using the plantography method in the study of medical and biological disciplines

**Evtukhova Larisa**<sup>5</sup>

Educational institution "Francisk Skorina Gomel State University", Gomel, Belarus

**Bosenko Anatoly**<sup>6</sup>

State Institution "South Ukrainian National Pedagogical University  
named after K. D. Ushynsky", Odesa, Ukraine

*The learning process includes a variety of research methods, varying degrees of complexity and importance, which are required by a person in a variety of spheres of life. The article scientifically substantiates the use of a complex method of plantography in the process of teaching biomedical disciplines to determine the functional parameters of the human foot arch. Application of the plantography method in practical classes of the discipline "Human Physiology" will increase interest in learning, since the determination of individual state parameters of the musculoskeletal system will allow students not only to expand the range of knowledge of the physiological profile, but also to develop their skills of research conduct. In the course of our research, the indicators of the condition of students' foot arch in different modes of loading were identified. The analysis of the results allowed us to determine the so-called "risk group": a group of students who under the influence of the load demonstrated static forms of deformation of the foot arch, while there is a transition of the foot index from one qualitative evaluation zone to another, from "normal" to the category: "flattened", "slightly flattened" and "flat". Therefore, increasing the load on the foot arch leads to a decrease in its springing capabilities. Thus, the data of individual parameters of the foot index obtained by students during the research work in practical classes can contribute to the correct distribution of students in medical groups for physical education.*

**Keywords:** plantography, human foot arch, risk groups, research activities.

### References

- Alekseenko, T.S. (2008). Education as the main starting condition of innovative type of economic growth. Collection of scientific articles Of the international spring forum "Innovative technologies in business education". Gomel: of BTEU [in Belarus].
- Arslanov, V.A. (1985). Conditions of formation of a bearing of schoolboys of younger age in educational activity. Kazan: Nauka [in Russia].
- Arslanova, L.M. (1992). On the method of determining the state of posture in static sitting and standing positions. Kazan: Nauka [in Russia].
- Bolotov, V.A. (2007). System of quality assessment of education: studies. the manual for high schools. Moscow: Logos [in Russia].
- Glants, S. (1999). Medico-biological statistics. Moscow: Praktika in Russia].
- Dembo, A. (1988). Medical control in sport. Moscow: Meditsina [in Russia].
- Evtukhova, L.A. & Ignatenko, V.A. (2016). Methods of studying the state of the foot of students. Problems of health and ecology. Gomel: UO "GSMU" [in Belarus].
- Kondo, S. & Shimamura, A. (1958). An X-ray study on the longitudinal arch of the foot. Process of the development of the arch and deformation caused by wearing shoes, I. Anthropol. Soc. Nippon, № 3, P. 101-111.
- Krasikova, I.S. (2011). Flat Feet. Prevention and treatment. Moscow: Korona-Vek [in Russia].
- Mikhnovich, M.S. (2004). Dignostics and treatment of longitudinal flat feet. Moscow: Meditsina [in Russia].
- Perpelkin, A.I. (2014). Investigation of elastic properties of the human foot. Russian journal of biomechanics [in Russia].
- Popovic, N. (2003). Acquired flatfoot deformity secondary to dysfunction of the tibialis posterior tendon. Acta Orthopædica Belgica, № 3. P. 211-221.
- Solomon, S. (2008). Everything about the health of your feet: from infancy to old age. Moscow: Astrel [in Russia].
- Stritter, A.V. (1977). To the question about the change of flatfoot. Occupational health, No. 12. Pp. 20-

<sup>5</sup> Ph. D. in Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Chair of Zoology, Physiology and Genetics at the Educational institution "Francisk Skorina Gomel State University"

<sup>6</sup> Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Biology and Health Protection, at the State institution "South Ukrainian National Pedagogical University named after K. D. Ushynsky"

24. CITO [in Russia].

Sullivan, J.A. (1995). Pediatric flatfoot evaluation and management. *Amer. Acad. Orthor. Surg.*, 1995, Jan. 7(1), P. 44-53.

Tsirkunov, N.A. (1968). Plantography as a diagnostic method for flatfoot. *Materials of reports of the 3rd Plenum of the interdepartmental Commission on rational policy*. Moscow: CITO [in Russia].

Turikova, A.N. (2004). Actual problems of medicine. *Medical journal* [in Russia].

*Accepted: December 16, 2019*

