

## The control of a state of the static and dynamical posture of a person doing physical exercises

Vitaliy Kashuba<sup>1</sup>, Serhii Lopatskyi<sup>2</sup>

The National University of Physical Education and Sports of Ukraine, Kyiv,  
The Ivano-Frankivsk National Medical University, Ivano-Frankivsk

### Abstract

**Actuality.** Movements are the vital human potential that ensures the normal functioning of its organism as a complex biological system. Humans as a biological object during its development is subjected to numerous influences of the external environment, and it often leads to significant changes in internal processes and interactions in its body.

**Objectives of research:** to provide information regarding the peculiarities of development different kinds of technologies for diagnostics the level of biomechanical properties of the human foot.

**Results of research.** The foot as one of the most important organs of human walking in the conditions of natural locomotives performs not only the support function, but also provides the organization of spring interactions of the human body with a resisting surface. Different diseases and damage of organs of the locomotor system are often accompanied by serious functional disorders of the human motor apparatus, decreased muscle strength and tone, loss the ability of normal movement, and ultimately leads to permanent loss of disability and invalidity.

**Conclusions.** The human body in the orthogonal position has a system of complex mechanisms that provide support conditions through the morphofunctional components of the

lower limb, in particular, the foot. The foot is the most important structural element of the musculoskeletal system, which provides its stato-motor function and is an integral morphofunctional object, on which the motor function of a person depends. It was considered biomechanical control as a way of determining the qualitative and quantitative characteristics of the motor function of the lower limbs of a person in the course of the age development.

The further research will be associated with the development of information and methodological system aimed on measuring the state of spatial organization of the human body in the process of physical education.

**Key words: diagnosis, condition, biomechanical, properties, foot, support.**

## **ДІАГНОСТИКА СТАНУ БІОМЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СТОПИ ЛЮДИНИ**

**Віталій Кашуба, Сергій Лопецький**

<sup>1</sup>**Національний університет фізичного виховання і спорту України (м. Київ)**

<sup>2</sup>**Івано-Франківський національний медичний університет  
(м. Івано-Франківськ)**

### **Анотація**

**Актуальність.** Рухи є тим життєвим потенціалом людини, що забезпечує нормальне функціонування його організму як складної біологічної системи. Людина як біологічний об'єкт у ході свого розвитку піддається численним впливам зовнішнього середовища, що, у свою чергу, часто призводить до значних змін внутрішніх процесів і взаємодій у її організмі.

**Завдання дослідження** надання інформації відносно особливостей розвитку технологій діагностики рівня біомеханічних властивостей стопи людини.

**Результати дослідження.** Стопа як один з найважливіших органів прямоходіння людини в умовах природних локомоцій виконує не тільки функцію опори, але й забезпечує організацію ресорних взаємодій тіла людини з опірною поверхнею. Різні захворювання та пошкодження органів опори часто супроводжуються серйозними функціональними порушеннями рухового апарату людини, зниженням сили і тонусу м'язів, втратою здатності до нормального пересування, що, насамкінець, призводить до стійкої втрати працездатності та інвалідності.

**Висновки.** Тіло людини в ортоградному положенні має систему складних механізмів, які забезпечують умови опори за рахунок морфофункціональних компонентів нижньої кінцівки, зокрема, стопи. Стопа є найважливішим структурним елементом опорно-рухового апарату людини, що забезпечує його статолокомоторну функцію і є цілісним морфофункціональним об'єктом, від якого залежить рухова функція людини. Біомеханічний контроль ми розглядали як спосіб визначення якісних і кількісних характеристик рухової функції нижніх кінцівок людини у процесі його вікового розвитку.

Перспективи подальших досліджень будуть пов'язані з розробкою інформаційно-методичної системи спрямованої на вимір стану просторової організації тіла людини в процесі фізичного виховання.

**Ключові слова:** діагностика, стан, біомеханічні, властивості, стопа, опора.

**Постановка наукової проблеми.** Рухи є тим життєвим потенціалом людини, що забезпечує нормальне функціонування його організму як складної біологічної системи [19, 20, 21]. Людина як біологічний об'єкт у ході свого розвитку піддається численним впливам зовнішнього середовища, що, у свою чергу, часто призводить до значних змін внутрішніх процесів і взаємодій у її організмі [1, 6, 12]. Руховий апарат людини виконує багато функцій, найважливішими з яких є забезпечення захисту, опори і руху тіла [17]. Стопа як один з найважливіших органів прямоходіння людини в умовах природних локомоцій виконує не тільки функцію опори, але й забезпечує організацію ресорних взаємодій тіла людини з опірною поверхнею [11, 13]. Різні захворювання та пошкодження органів опори часто супроводжуються серйозними функціональними порушеннями рухового апарату людини, зниженням сили і тонуусу м'язів, втратою здатності до нормального пересування, що, насамкінець, призводить до стійкої втрати працездатності та інвалідності [2, 3, 4, 5].

Серед різних патологій нижніх кінцівок людини найрозповсюдженішими є порушення рухової функції стопи. Багатьма дослідниками встановлено, що нефіксовані порушення стопи дітей з часом можуть призвести до серйозних змін в усьому організмі та стати причиною виникнення патології [8, 9, 10 ].

**Мета дослідження** – вивчити сучасні тенденції розвитку технологій діагностики рівня біомеханічних властивостей стопи людини.

**Завдання дослідження:** надання інформації відносно особливостей розвитку технологій діагностики рівня біомеханічних властивостей стопи людини.

**Методи дослідження.** Для виконання поставлених завдань було використано такі методи дослідження: аналіз науково-методичної літератури та документальних матеріалів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Система *DIERS pedoscan* забезпечує статичне та динамічне вимірювання тиску стоп людини, а також аналіз її кроку. Можливість швидкої і точної фіксації даних розподілу тиску стоп в часі дозволяє проводити аналіз в статиці та динаміці (рис. 1).



Рис. 1. Загальні види системи DIERS pedoscan

Клінічні дані, що стосуються якісного і кількісного аналізу розподілу тиску стоп, піків тиску та асиметрій рухів, фіксуються платформою DIERS pedoscan, щоб в подальшому допомогти виявити вади розвитку стопи або функціональні обмеження нижніх кінцівок людини. Точна, високочастотна технологія вимірювання дозволяє фахівцям об'єктивно документувати навіть мінімальні та швидкі рухи ЗЦМ тіла і зміни навантаження стоп.

*DIERS pedogait* - інтегрована вимірювальна платформа довжиною 1м для точного документування значень тиску, забезпечує статичний і динамічний аналіз розподілу тиску стоп, фіксує функціональний розподіл тиску стоп людини під час ходьби.

Частота вимірів становить 100 Гц, що дозволяє нівелювати різні похибки і артефакти (рис. 2).



Рис. 2. Інтегрована вимірювальна платформа DIERS pedogait

Вона може використовуватися для статичних вимірювань тиску стоп і стабілометрії; в комплексі з DIERS 4D Motion (динамічний аналіз хребта), а також з модулем осей ніг DIERS leg axis. Зазначені модулі можуть бути об'єднані в загальну систему DIERS 4D Motion Lab. Основні особливості платформи DIERS pedogait. Вона дозволяє виміряти розподіл тиску по стопі в статиці та динаміці, її можна використовувати в складі комплексу DIERS 4D Motion Lab. Пристрій являє собою бігову доріжку, в яку інтегровано понад 5 тисяч високочутливих датчиків, що діють на частоті 120 Гц. Вони забезпечують неперевершену точність вимірювань і гарантують надійність отриманих результатів.

Оброблені результати виводяться на монітор ПК, характеризуються наочністю і об'єктивністю. DIERS pedogait оперативно виконує аналіз стоп, її можна без обмежень застосовувати в наступних цілях: діагностика дисбалансу і різних порушень ходи; дослідження для подальшого протезування або виготовлення ортопедичного взуття; корекція викривлення стоп або їх неправильного положення; підбір індивідуальних устілок; постуральний аналіз; лікування діабетичної стопи (рис. 3).

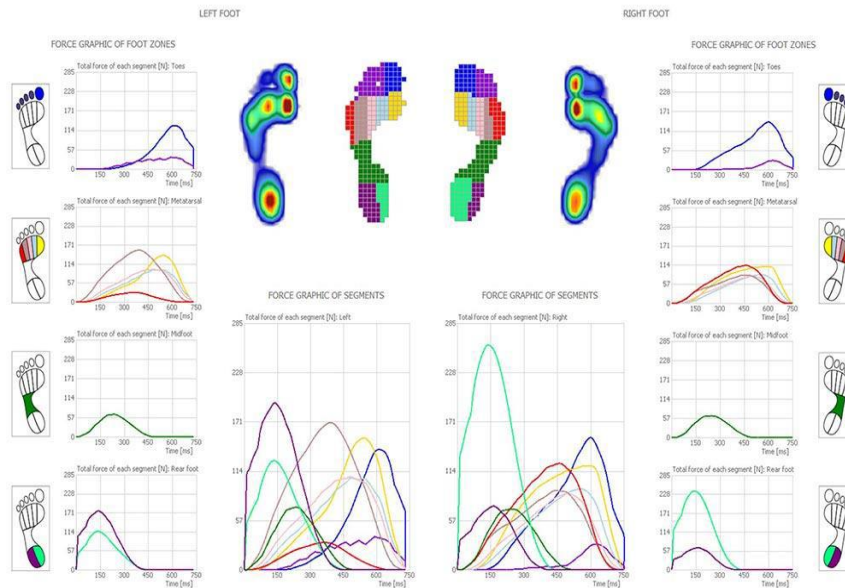


Рис. 3. Види результатів аналізу стоп на платформі DIERS pedogait

Клінічні приклади дії системи DIERS pedoscan з аналізу ходи представлені на рис.

4.

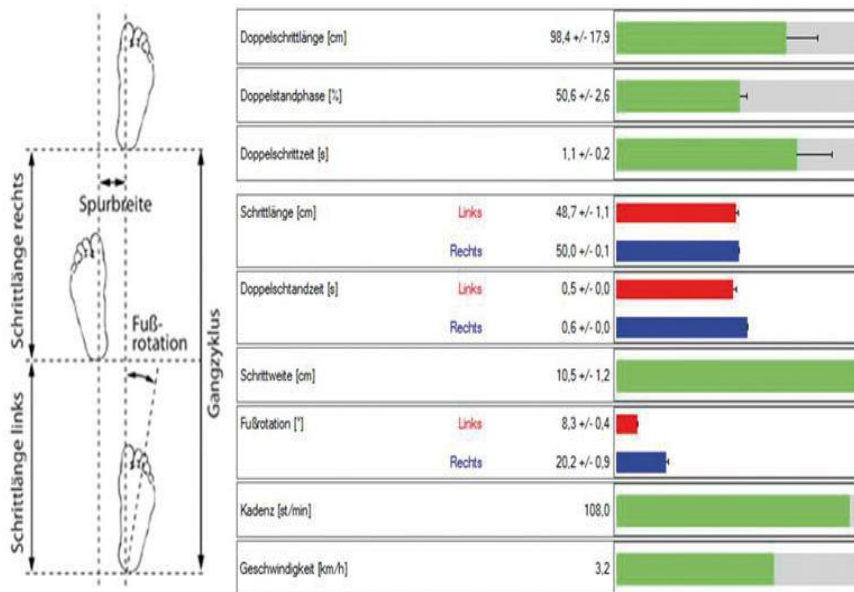


Рис. 4. Клінічні приклади дії системи DIERS pedoscan з аналізу ходи

К. М. Сергієнко [18] під керуванням В. О. Кашуби розроблено і впроваджено у навчальний процес технологію поетапного біомеханічного контролю опорно-ресорної функції стопи школярів із застосуванням відеокomp'ютерного аналізу і спеціального програмового забезпечення [7, 14, 15, 18] (рис. 5).

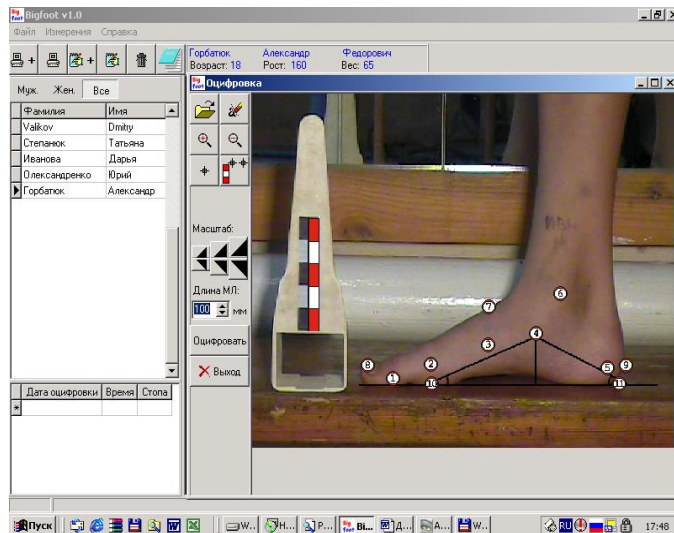


Рис. 5. Вікно програми «BIG FOOT» (роздруковано з екрану комп'ютера) [7, 14, 15, 18]

Автором [18] встановлено, що висота бугристості човноподібної кістки у період від 7 до 10 років змінюється у хлопчиків від  $29 \pm 0,03$  до  $35 \pm 0,05$  мм, у дівчаток – від  $29 \pm 0,03$  до  $34 \pm 0,05$  мм. Плесневий кут, який характеризує ресорні властивості стопи, коливається у молодших школярів від 22 до  $25^{\circ}$ . П'ятковий кут, що характеризує ресорні якості, пов'язані з особливостями зчленування кісток та зв'язковим апаратом стопи, коливається у межах від 29 до  $35^{\circ}$ .

**Висновки.** Тіло людини в ортоградному положенні має систему складних механізмів, які забезпечують умови опори за рахунок морфофункціональних компонентів нижньої кінцівки, зокрема, стопи. Стопа є найважливішим структурним елементом опорно-рухового апарату людини, що забезпечує його статолокомоторну функцію і є цілісним морфофункціональним об'єктом, від якого залежить рухова функція людини. Біомеханічний контроль ми розглядали як спосіб визначення якісних і кількісних характеристик рухової функції нижніх кінцівок людини у процесі його вікового розвитку.

**Перспективи подальших досліджень** будуть пов'язані з розробкою інформаційно-методичної системи спрямованої на вимір стану просторової організації тіла людини в процесі фізичного виховання.

### Список літературних джерел

1. Кашуба В.А. Современные методы измерения осанки человека. Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту /Зб. наук. пр. під. ред. С.С. Єрмакова. Харків, ХДАДМ, 2002. № 11. - С. 51- 56.
2. Кашуба В.А. Компьютерная диагностика опорно-рессорной функции стопы человека / В.А. Кашуба, К.Н. Сергиенко, Д.П. Валиков // Физ. воспитание студентов творческих специальностей. Сб. науч. тр./ Под. ред. С.С. Ермакова. – Харьков: ХХПИ, 2002. – № 1. – С. 11-16.
3. Кашуба В.А., Верховая Т.В. Методологические особенности исследования осанки человека. Педагогіка, та проблеми виховання і спорту. № 11. С. 48-53.
4. Кашуба, В.А. Биомеханика осанки. Київ: Олимпийская література, 2003. Print.
5. Кашуба В.А., Адель Бен Жедду. Профилактика и коррекция нарушений пространственной организации тела человека в процессе физического воспитания. К.: Знания Украины, 2005. 158 с.
6. Кашуба В.О., О. Андреева, К. Сергиенко, Гончарова Н.М. Проекування системи моніторингу фізичного стану школярів на основі використання інформаційних технологій. Науково-теоретичний журнал “Теорія і методика фізичного виховання і спорту”. К.: 2006, №. С. 61-67.
7. Кашуба В. А. Технологии биомеханического контроля состояния опорно-рессорной функции стопы человека / В.А. Кашуба, К.Н. Сергиенко // Материалы I Международной научно-практической конференции «Биомеханика стопы человека». Гродно, 2008. С. 32-34.
8. Кашуба В., Носова Н., Бибики Р. Контроль состояния пространственной организации тела человека в процессе физического воспитания: история вопроса, состояние, пути решения Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві : зб. наук. пр. Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки / уклад. А.В. Цьось, А.І. Альошина. Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2012. Вип. 7. С. 10-19.
9. Кашуба В. А. Формирование моторики человека в процессе онтогенеза / В.А. Кашуба, Е.М. Бондарь, Н.Н. Гончарова, Н.Л. Носова. – Луцьк: Вежа-Друк, 2016. – 232 с.
10. Кашуба В. Диагностика осанки человека: история и современное состояние / В. Кашуба, Н. Гончарова, А. Ткачева // Молодіжний науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Фізичне



виховання і спорт : журнал / уклад. А. В. Цьось, А. І. Альошина. – Луцьк : Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2017. Вип. 26. С. 42-53.

11. Кашуба В., Носова Н., Коломиец Т., Козлов Ю. Контроль состояния биogeометрического профиля осанки человека в процессе занятий физическими упражнениями. Спортив. вісник Придніпров'я. № 2. 2017. С. 183 – 190.

12. Кашуба В., Футорный С., Хабынец Т., Лопаткий С. К вопросу повышения эффективности физического воспитания занимающихся физическими упражнениями с использованием технологических инноваций. Молодіжний науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Фізичне виховання і спорт : журнал / уклад. А. В. Цьось, А. І. Альошина. – Луцьк : Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2017. Вип. 27. С. 46-53.

13. Кашуба В. Просторова організація тіла людини в процесі моніторингових досліджень / В. Кашуба, С. Лопаткий, Т. Хабынец // Молодіжний науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Фізичне виховання і спорт : журнал / уклад. А. В. Цьось, А. І. Альошина. – Луцьк : Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2017. – Вип. 25. – С. 9-15.

14. Лапутин А.Н., Кашуба В.А., Сергиенко К.Н. Технология контроля двигательной функции стопы школьников в процессе физического воспитания Київ: Дія, 2003. 68 с.

15. Лапутин А.Н., Кашуба В.А. Гамалий В. В., Сергиенко К. Н. Диагностика морфофункциональных свойств стопы спортсменов. Наука в олимп. спорте. 2003. С. 41-56.

16. Лапутин А.М., Носко М.О. Кашуба В.О. Біомеханічні основи техніки фізичних вправ Київ: Знання, 2001. – 202 с.

17. Практическая биомеханика. Київ, Науковий світ. – 2000. – 298 с.

18. Сергиенко К.Н. Контроль и профилактика нарушений опорно-рессорных свойств стопы школьников в процессе физического воспитания. Автореф. дис. ... канд. наук по физическому воспитанию и спорту. - К, 2003. - 20 с.

19. Kashuba V.A., Futornyj S.M., Andreeva E.V. Fiziceskoe vospitanie studentov. 2012 vol.7 pp. 50-58.

20. Kuczer T., Grygus I. Optymalizacja poziomu fizycznego zdrowia studentów z uwzględnieniem typu autonomicznego nerwowego systemu. *Journal of Health Sciences*. 2013. Vol. 3. № 6. 323–332.

21. Prusik K. Improving the physical health of students with physical exercises proposed by type of autonomic nervous system / Krzysztof Prusik, Katarzyna Prusik, Igor Grygus // *Journal of Health Sciences (J of H Ss)* 2013; 3 (5): 657-670.

### Referencies

1. Kashuba V.A. Modern measurement of posture of a person. *Pedagogics, psychology, medical and biological problems of physical education and sport*: edited by prof. Ermakova S.S. - Kharkiv: KhDADM, 2002. - № 11. - P. 51-56.

2. Kashuba V.A. Computer diagnostics of the support-spring function of the human foot / V.A. Kashuba, K.N. Sergienko, D.P. Valikov // *Physical education of students of creative specialties. Scientific collection edit by S.S. Ermakova.* - Kharkov: KhKhPI, 2002. - № 1. - p. 11-16.

3. Kashuba V.A., Verhovaja T.V. Methodological features of the study of human posture. *Pedagogy, education and sports problems.* № 11. P. 48-53.

4. Kashuba V.A. *Biomechanics posture.* Kyiv: Olympic literature, 2003. P.

5. Kashuba V.A., Adel Ben Zheddu. Prevention and correction of violations of the spatial organization of the human body in the process of physical education. - Kyiv.: Knowledges of Ukraine, 2005. - 158 p.

6. Kashuba V. Designing a schoolchildren monitoring system by using information technologies / V. Kashuba, O. Andreeva, K. Sergienko, N. Goncharova // *The theory and methods of physical education and sports.* - 2006, № 3 - P. 61-67.

7. Kashuba V.A. Technologies of biomechanical control of the state of the support-spring function of a human's foot / V.A. Kashuba, K.N. Sergienko // *Materials of the First International Scientific and Practical Conference "Biomechanics of the Human Foot".* Grodno, 2008. P.32-34.

8. Kashuba V., Nosova N., Bibik R. Controlling of the condition of the spatial organization of the human body in the process of physical education: the history of the subject, the state, the ways of solution. *Physical education, sports and health culture in modern society: Scientific Journal of Volyn National University of Lesia Ukrainka* / A.V. Tsos, A.I. Alyoshina - Lutsk: Volyn National University of Lesia Ukrainka, 2012. - Extract. 7. p.10-19.

9. Kashuba V.A. Formation of human motility in the ontogenesis process / V.A. Kashuba, E.M. Bondar, N.N. Goncharova, N.L. Nosova - Lutsk: Veza - Print. 2016. - 232 p.

10. Kashuba V. Diagnostic approaches of static and dynamical posture of a person: history and current status/ V. Kashuba, N. Goncharova, A. Tkacheva // Scientific Journal of Volyn National University of Lesia Ukrainka / A.V. Tsos, A.I. Alyoshina - Lutsk: Volyn National University of Lesia Ukrainka, 2017. - Extract. 7. p.10-19.
11. Kashuba V., Nosova N., Kolomiets T., Kozlov Yu. Control of the state of the biogeometric profile of posture of a person doing physical exercises. Sports Herald of the Dnieper. No. 2. 2017. P. 183 - 190.
12. Kashuba V., Futorny S., Habinets T., Lopatsky S. On the issue of increasing the efficiency of physical education of practicing physical exercises using technological innovations. Youth scientific bulletin of the Lesia Ukrainka Eastern European National University. Physical education and sports: magazine / layout. A.V. Tsos, A.I. Aleshina. – Lutsk: European National University named of Lesia Ukrainka, 2017. №27. P. 46-53.
13. Kashuba V. Spatial organization of the human body in the process of monitoring research / V. Kashuba, S. Lopatsky, T. Khabinets // Youth Scientific Bulletin of the Lesia Ukrainka Eastern European National University. Physical education and sports: magazine / layout. A.V. Tsos, A.I. Aleshina. – Lutsk: Eastern European National University named of Lesia Ukrainka, 2017. - № 25. P. 9-15.
14. Laputin A.N., Kashuba V.A., Sergienko K.N. The technology of controlling the motor function of foot of schoolchildren in the process of physical education. Kyiv: Dijya, 2003. 68 p.
15. Laputin A.N., Kashuba V.A. Gamaliy V.V., Sergienko K.N. The diagnosis of the morphofunctional properties of the athletes' feet. Science in Olympic sports. 2003. p. 41-56.
16. Laputin A.M., Nosco M.O., Kashuba V.O. Biomechanical foundations of physical exercises techniques. Kyiv: Knowledge, 2001. - 202 p.
17. Practical biomechanics. Monograph. Kyiv, Scientific World. - 2000. - 298 p.
18. Sergienko K.N. The control and prevention of violations of the support-spring properties of the foot of schoolchildren in the process of physical education. The dissertation author's abstract. Sciences in physical education and sport. – K., 2003. 20 p.
19. Kashuba V.A., Futornyj C.M., Andreeva E.V. Fiziceskoe vospitanie studentov. 2012 vol.7 pp. 50-58.
20. Kuczer T., Grygus I. Optymalizacja poziomu fizycznego zdrowia studentów z uwzględnieniem typu autonomicznego nerwowego systemu. *Journal of Health Sciences*. 2013. Vol. 3. № 6. 323–332.

21. Prusik K. Improving the physical health of students with physical exercises proposed by type of autonomic nervous system / Krzysztof Prusik, Katarzyna Prusik, Igor Grygus // Journal of Health Sciences (J of H Ss) 2013; 3 (5): 657-670.