

Кожный кровоток у женщин, тренирующихся в беге на средние и длинные дистанции

Сышко Д.В., Савина К.Д., Кровяков В.Ф.

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского

Аннотации:

Проведен сравнительный анализ функционального состояния регуляторных систем микроциркуляции в коже у спортсменок до и после вестибулярных раздражений. Исследовано 10 высококвалифицированных легкоатлеток в возрасте 18-23 года. Показано, что вестибулярное раздражение достоверно вызывает процессы модуляции микроциркуляции в коже. Процессы проявляются в изменении величины перфузии и спектра компонентов механизмов регуляции. Отмечается, что срочная адаптация микроциркуляции крови в коже происходит за счёт веноулярного звена регуляции. Определено, что для спортсменок характерен аperiодический тип ЛДФ-граммы кожного кровотока. Для него характерно преобладание вазодилаторного звена регуляции. Выявлены особенности механизмов регуляции кожного кровотока у спортсменок, заключающиеся в более значительном вкладе пульсового и веноулярного звена.

Ключевые слова:

спортсменки, микроциркуляция, кожа, ЛДФ-метрия, вестибулярное, раздражение, спектр, механизм, регуляция.

Сышко Д.В., Савина К.Д., Кровяков В.Ф. Шкірний кровоток у жінок, що тренуються в бігу на середні і довгі дистанції. Проведено порівняльний аналіз функціонального стану регуляторних систем мікроциркуляції в шкірі у спортсменок до і після вестибулярних роздратувань. Досліджено 10 висококваліфікованих легкоатлеток у віці 18-23 роки. Показано, що вестибулярне роздратування достовірно викликає процеси модуляції мікроциркуляції в шкірі. Процеси виявляються в зміні величини перфузії і спектру компонентів механізмів регуляції. Наголошується, що термінова адаптація мікроциркуляції крові в шкірі відбувається за рахунок веноулярної ланки регуляції. Визначено, що для спортсменок характерний аperiодичний тип ЛДФ-грамм шкірного кровотоку. Для нього характерне переважання вазодилаторної ланки регуляції. Виявлені особливості механізмів регуляції шкірного кровотоку у спортсменок, що полягають в значнішому вкладі пульсової і веноулярної ланки.

спортсменки, мікроциркуляція, шкіра, ЛДФ-метрія, вестибулярне, роздратування, спектр, механізм, регуляція.

Syshko D.V., Savina K.D., Krovvykov V.F. The skin blood stream of women training in at run on middle and long distances. The comparative analysis of the functional state of the regulator systems of microcirculation in a skin for sportswomen to and after vestibular irritations is conducted. Investigational 10 highly skilled athletes in age 18-23 years. It is shown that a vestibular irritation for certain causes the processes of modulation of microcirculation in a skin. Processes appear in the change of size of perphuzion and spectrum of components of adjusting mechanisms. It is marked that urgent adaptation of microcirculation of blood in a skin takes a place due to the venularis link of adjusting. Certainly, that for sportswomen characteristic aperioidic type LDF-grams of a skin blood stream. For him characteristic predominance of vasodilators link of adjusting. Sportswomen which consist in more considerable deposit of pulse venularis links have found out the features of mechanisms of adjusting of a skin blood stream.

sportsmen, microcirculation, skin, LDF-grams, vestibular, irritation, spectrum, mechanism, adjusting.

Введение.

Одной из актуальных проблем современной спортивной физиологии является проблема исследования микроциркуляции крови, так как состояние микроциркуляции определяет адекватность трофического обеспечения тканей и органов, что важно в обеспечении эффективности двигательной деятельности. Изменение в системе микроциркуляции крови коррелирует со сдвигами в центральной гемодинамике и в конечном итоге показывает эффективность всей сердечно-сосудистой системы, что позволяет использовать параметры микроциркуляции в качестве критериев в оценке общего функционального состояния [6]. Функциональную неоднозначность капилляров, способность их участвовать в гематотканевом обмене и выполнять гемодинамическую роль особенно важна для тренирующихся на выносливость. Современные данные указывают на то, что выделено три типа микроциркуляции: нормоемический, гиперемический и гипоемический или спастический [7,8].

Однако неизвестна типологическая особенность микроциркуляции в коже у спортсменок, тренирующихся на выносливость. Среди методов исследования тканевого кровотока приобретает популярность метод лазерной доплеровской флоуметрии, который позволяет не только определить основные величины кровотока, но и механизмы его регуляции.

Исследование проводилось в соответствии с планами научно-исследовательской работы кафедры теории и методики физического воспитания Таврического национального университета им. В.И. Вернадского

© Сышко Д.В., Савина К.Д., Кровяков В.Ф., 2012

номер гос.регистрации 0111U000919 «Педагогическое и физиологическое обоснование системы физического воспитания и спорта учащихся и студентов»

Цель, задачи работы, материал и методы.

Целью исследования являлось выявление особенностей микроциркуляции в коже у спортсменок, тренирующихся в беге на средние и длинные дистанции.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Определить величины показателей характеризующих состояние микроциркуляторного русла крови в коже у спортсменок, специализирующихся в беге на средние и длинные дистанции.
2. Выявить типологический статус кожной гемодинамики тренирующихся в беге на средние и длинные дистанции.
3. Изучить особенности механизмов регуляции микроциркуляции крови в коже у спортсменок, специализирующихся в беге на средние и длинные дистанции.

В исследовании принимали участие 10 высококвалифицированных спортсменок женского пола занимающихся легкой атлетикой (бег на средние и длинные дистанции). Возраст спортсменок составлял 18-23 года. Квалификация спортсменок от 1 разряда до мастера спорта международного класса. Фаза месячного цикла не учитывалась. Для регистрации показателей микроциркуляции в коже, до и после вестибулярных раздражений, использовали метод лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ), основанный на оптическом зондировании тканей монохроматическим излучением и анализе частотного спектра, отраженного от

движущихся эритроцитов сигнала. ЛДФ осуществляли лазерным анализатором кровотока «ЛАКК-02» во втором исполнении (НПП «Лазма», Россия). Головка оптического зонда (датчика) фиксировалась на наружной поверхности левого предплечья на 4 см выше шиловидных отростков. По мнению некоторых авторов [7], указанная зона является зоной Захарьина-Геда сердца, бедна артерио-венулярными анастомозами, поэтому в большей степени отражает кровоток в нутритивном русле и в меньшей степени подвержена влияниям внешней среды, и в связи с этим применяется для исследований микроциркуляции. Расчёт показателей базального кровотока проводился в два этапа.

На первом этапе вычисляли средние значения показателей:

- перфузии M (перф.ед.) – показатель микроциркуляции, характеризующий общую (капиллярную и внекапиллярную) усредненную стационарную перфузию микрососудов за время исследования;
- СКО (σ , перф.ед.) – среднее квадратичное отклонение амплитуды колебаний кровотока во всех частотных диапазонах от среднего M , отражающее вариативность тканевого кровотока;
- K_v (%) – коэффициент вариации, который вычисляли по формуле: $K_v = \text{СКО} / M \cdot 100\%$.

Расчет показателей M , СКО и K_v даёт общую оценку процессам микроциркуляции крови.

На втором этапе проводился анализ функционирования механизмов микроциркуляции, который был получен при обработке ЛДФ – грамм кровотока при исследовании ритмических компонентов колебаний перфузии крови. Анализ амплитудно-частотного спектра отраженного сигнала проводили с использованием математического аппарата вейвлет-преобразования, который в настоящее время находит широкое применение для анализа сигналов физиологической природы, позволяет оценивать изолированно вклад каждого звена механизмов, принимающих участие в модуляции микрокровотока. Среди звеньев регуляции выделяют «пассивные» и «активные» механизмы, которые в полосе частот от 0,005 до 3 Гц формируют пять не перекрывающихся частотных диапазонов: 0,007–0,017 Гц – диапазон эндотелиальной активности (VLF), 0,023–0,046 Гц – диапазон нейрогенной (симпатической адренергической) активности (LF_n), 0,06–0,15 Гц – диапазон миогенной (гладкомышечной) активности (LF_m), 0,21–0,6 Гц – диапазон респираторного ритма (HF), 0,7–1,6 Гц диапазон кардиального ритма (CF). Регистрируемый в ЛДФ-грамме колебательный процесс является результатом наложения колебаний, обусловленных одновременным функционированием «активных» и «пассивных» механизмов [8]. Определялся вклад каждой компоненты амплитудно-частотных характеристик колебаний кожного кровотока.

Результаты исследований.

Проведённые исследования показали, что показатель перфузии M колебался в пределах от 2,61 до 5,23 перф.ед и составил в среднем $3,53 \pm 0,61$ перф.ед. (табл.1). В современной научной литературе указывается, что величина параметра перфузии M зависит от концентрации эритроцитов и скорости их

движения, а также от индивидуально-типологических особенностей состояния микроциркуляции. Существуют данные, свидетельствующие что, при измерении уровня перфузии у женщин, не занимающихся спортом, получены три типа микроциркуляции в коже [6]. Полученные типы зависели от величин перфузии, флкса и коэффициента вариации (рис.1,2). Необходимо отметить, что приоритетными в определении типа микроциркуляции были величины флкса и особенно коэффициента вариации. Это дало нам возможность отнести высококвалифицированных легкоатлетов к лицам с аperiодическим типом ЛДФ-грамм, так как величина коэффициента вариации соответствовала $18,47 \pm 2,30\%$. Интересно отметить, что в покое величина перфузии кожного кровотока у спортсменок была достоверно ниже, чем у женщин, не занимающихся спортом. Обнаруженное нами явление более низкой перфузии кожного кровотока у спортсменов вписывается в положения классической спортивной физиологии об экономичности многих физиологических функций в покое у спортсменов [9]. Таким образом, для кожного кровотока у женщин занимающихся бегом на средние и длинные дистанции характерна низкая перфузия и вариативность показателей кровенаполнения, что вероятно связано с участием как центральных, так и региональных, и локальных механизмов регуляции кровотока.

Представляет научный интерес роль каждого звена механизмов, принимающих участие в модуляции микрокровотока. Обработка ЛДФ – грамм кровотока при исследовании ритмических компонентов колебаний перфузии крови и анализа амплитудно-частотного спектра отраженного сигнала позволило нам, определить механизмы регуляции кровотока в коже.

Известно, что для женщин с аperiодическим типом ЛДФ-грамм самый существенный вклад в общую мощность спектра вносит VLF-компонент [6], обусловленный функционированием эндотелия, а именно выбросом вазодилатора NO. На сегодняшний день описаны четыре полиморфизма гена, кодирующего выработку фермента NO-синтазы (NOS), и установлена взаимосвязь между аллельными формами этого гена по четвёртому интрону и способностью выполнять, тяжёлую физическую работу [10,11]. Это и определяет важность изучения вазодилаторного звена регуляции кровотока у спортсменов.

Также весомым вкладом в общую мощность спектра является LF-компонента, обусловленного миогенной активностью вазомоторов и нейрогенными симпат-адренергическими влияниями на миоциты артериол и артериоларных участков артериовенулярных анастомозов (рис. 3). Этот тип, по данным литературы, характеризуется высокой сбалансированностью регуляторных механизмов.

Анализ спектра основных ритмов ЛДФ-грамм аperiодического типа у спортсменок показал существенный вклад в общую мощность, также как и, у не занимающихся спортом, VLF-компоненты, который составил 53,6% , что свидетельствует о значительной модуляции потока крови со стороны эндотелиального функционирования. Однако роль других механизмов

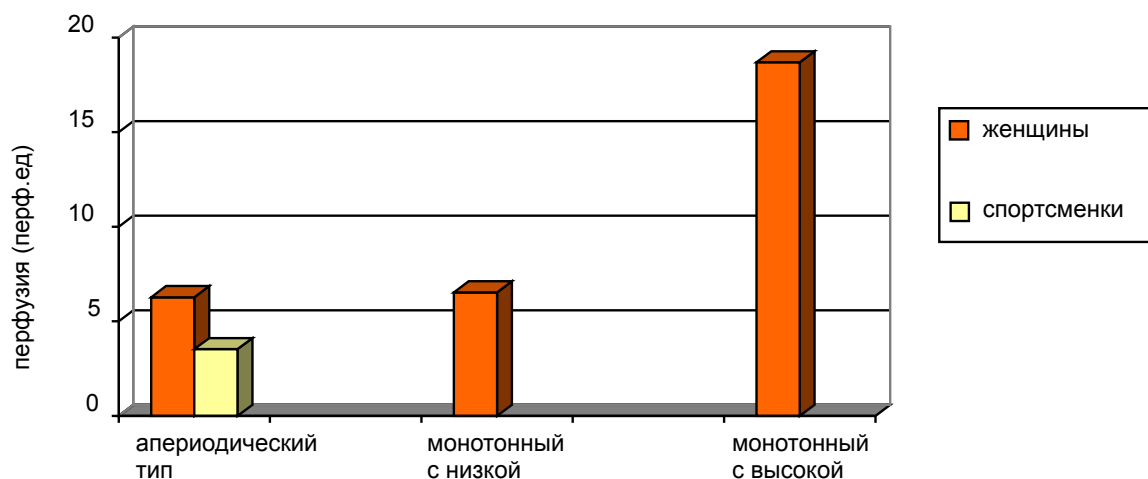


Рис.1. Параметры перфузии у лиц с различным типом ЛДФ-грамм.

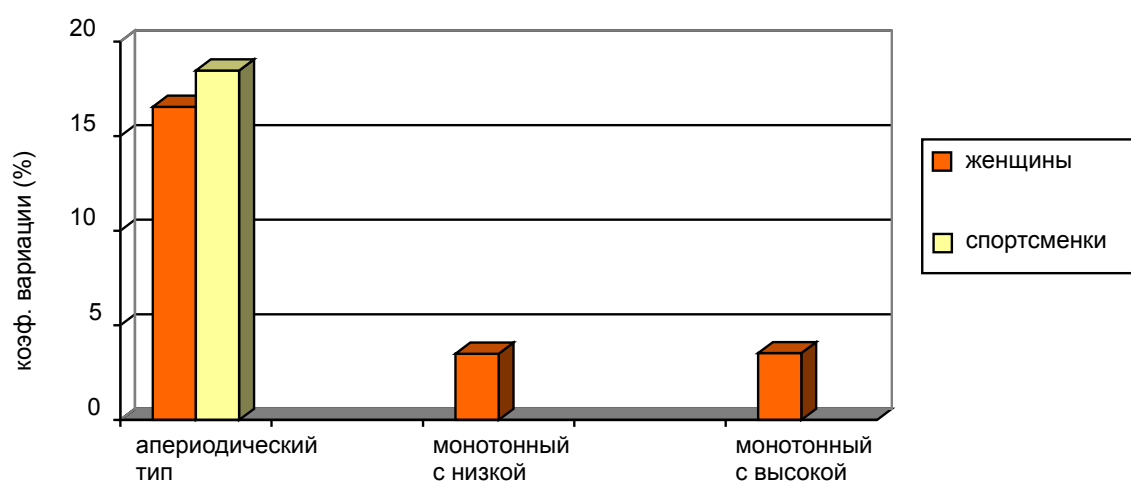


Рис.2. Параметры коэффициента вариации перфузии у лиц с различным типом ЛДФ-грамм

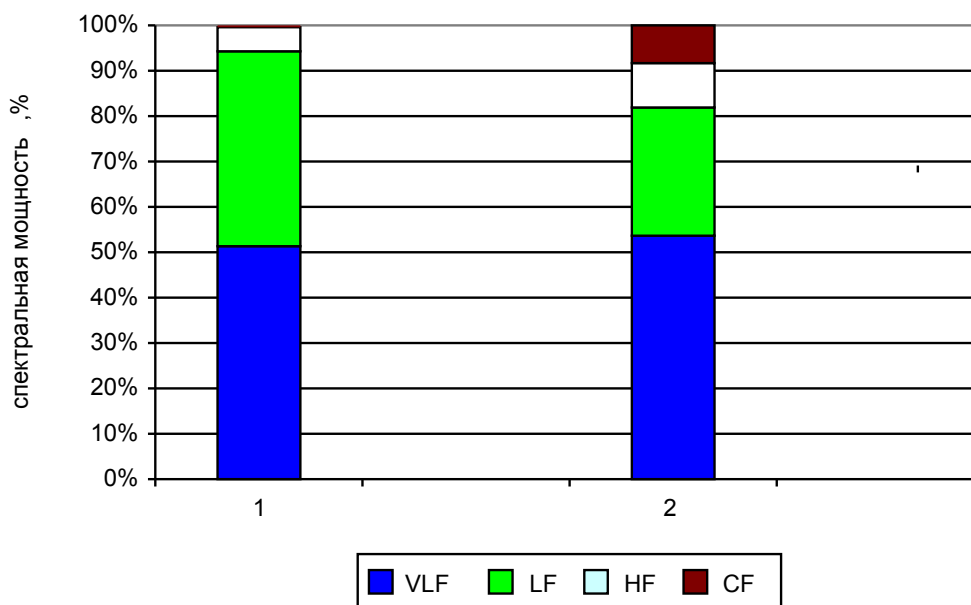


Рис.3. Вклад в общую мощность спектра основных ритмов ЛДФ-грамм аperiодического типа у женщин, не занимающихся и занимающихся спортом (1- женщины, не занимающиеся спортом, 2- спортсменки)

регуляції кожного кровотока спортсменок суттєво відличалась. Так, вклад вазомоторних коливань в регуляції кожного кровотока у спортсменок був суттєво нижче, і склав всього 28,2%, тоді як у, не займаючихся спортом 42,95%. Высокочастотні дихальні і пульсові коливання у спортсменок займали значно меншу частку в загальному спектрі і склали 9,8% і 8,3% відповідно, що вказує на оптимальний приток і відтік периферическої крові. Однак роль дихального і пульсового механізму в модуляції кровотока у спортсменок декілька вище.

Висновки

У висококваліфікованих спортсменок спеціалізуючихся в бегі на середні і довгі дистанції виявлено аперіодический тип ЛДФ-грамм з більш низькими значеннями перфузії (3,53 перф.ед.), відносно-

тельно високими параметрами флекса (0,61 перф.ед.) і коефіцієнта варіації (18,47%), що свідчить про переважанні активних механізмів модуляції кровотока з однієї сторони і економізації з другої.

Виявлено достовірні відличия параметрів кожного кровотока спортсменок: при $p \leq 0,001$ по відношенню до жінок не займаючихся спортом монотонного типу з низькою перфузією; при $p \leq 0,001$ по відношенню до жінок не займаючихся спортом монотонного типу з високою перфузією.

Виявлено особливості механізмів регуляції кожного кровотока у спортсменок, які включаються в більш значительном вкладі пульсового і веноулярного звена, за рахунок зниження ролі вазомоторних механізмів при збереженні переважанні ендотеліального функціонування (вклад в загальний спектр 53,6%) характерного для аперіодического типу ЛДФ-грамм.

Література:

1. Болобан В. Контроль устойчивости равновесия тела спортсмена методом стабильности. Физическое воспитание студентов творческих специальностей. ХГАДИ (ХХПИ) Харьков, 2003. №2. с.24-33.
2. Bretz K. Postural control and movement coordination skill. Second World Congress of Biomechanics. Amsterdam, 1994. P. 99.
3. Сышко Д.В., Савина К.Д. Механіка роботи серця в умовах втрати рівноваги. Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту: Зб. наук. пр. під ред. Єрмакова С.С. Харьков. 2011. №5. С. 83 -85
4. Хечинашвили С.Н. Вестибулярная функция. Тбилисский институт усовершенствования врачей. Тбилиси, 1953. 331с.
5. Бабиак В.И. Некоторые сведения о взаимодействии вестибулярного и зрительного анализаторов на уровне глазодвигательного аппарата. Профессиональный психофизиологический отбор военных специалистов: Сб. науч. трудов. Л.: 1969. С. 24-27.
6. Чуйан Е.Н., Трибрат Н.С., Ананченко М.Н. Индивидуально-типологические особенности показателей микроциркуляции. Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Т. 21(60). Симферополь. 2008. № 3. С. 190-203.
7. Бранько В.В., Богданова Э.А., Камшилина Л.С., Маколкин В.И., Сидоров В.В. Метод лазерной доплеровской флоуметрии в кардиологии. Пособие для врачей, М., 1999, 48с.
8. Kvandal P., Stefanovska A., Veber M. Regulation of human cutaneous circulation evaluated by laser Doppler flowmetry, ion-tophoresis, and spectral analysis: importance of nitric oxide and prostaglandins. *Microvasc Res* 2003; 65: P.160-171.
9. Wilmore J.H., Costill D.L. *Physiology of sport and exercise*. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 2004. 726 p.
10. Астратенкова И. В. Полиморфизм гена эндотелиальной нитратсинтазы и физическая активность. Генетические, психофизические и педагогические технологии подготовки спортсменов: сб. научных трудов. СПб., 2006. С. 62-83.
11. Tsukada T. Yokoyama K., Arai T. Evidence of association of the eNOS gene polymorphism with plasma NO metabolite levels in humans. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 1998. Vol.245(1). P. 190-193.

Информация об авторах:

Сышко Дмитрий Владимирович
syshko@list.ru

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского
ул. Студенческая 13, Симферополь, АРК, Украина, 97000

Савина Ксения Дмитриевна
syshko@list.ru

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского
ул. Студенческая 13, Симферополь, АРК, Украина, 97000

Кривяков Владимир Федорович
syshko@list.ru

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского
ул. Студенческая 13, Симферополь, АРК, Украина, 97000

Поступила в редакцию 24.05.2012г.

References:

1. Boloban V. *Fizicheskoe vospitanie studentov tvorcheskikh special'nostej* [Physical Education of the Students of Creative Profession], 2003, vol.2, pp. 24-33.
2. Bretz K. Postural control and movement coordination skill. *Second World Congress of Biomechanics*. Amsterdam, 1994, p. 99.
3. Syshko D.V., Savina K.D. *Pedagogika, psihologiya ta mediko-biologichni problemi fizichnogo vikhovanna i sportu* [Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports], 2011, vol.5, pp. 83 -85
4. Khechinashvili S.N. *Vestibuliarnaia funkciia* [Vestibular function], Tbilisi, 1953, 331 p.
5. Babiiak V.I. Nekotorye svedeniia o vzaimodejstvii vestibuliarnogo i zritel'nogo analizatorov na urovne glazodvigatel'nogo apparata [Some information about co-operation of vestibular and visual analyzers at the level of oculomotor vehicle]. *Professional'nyj psikhofiziologicheskij otbor voennykh specialistov* [Professional psychophysiological selection of soldiery specialists], Leningrad, 1969, pp. 24-27.
6. Chuiian E.N., Tribat N.S., Ananchenko M.N. *Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta* [Scientific Messages of Tavrichesky National University], 2008, T.21(60), vol.3, pp. 190-203.
7. Bran'ko V.V., Bogdanova E.A., Kamshilina L.S., Makolkin V.I., Sidorov V.V. *Metod lazernoj doplerovskoj floumetrii v kardiologii* [Method by by laser Doppler flowmetry in a cardiology], Moscow, 1999, 48 p.
8. Kvandal P., Stefanovska A., Veber M. Regulation of human cutaneous circulation evaluated by laser Doppler flowmetry, ion-tophoresis, and spectral analysis: importance of nitric oxide and prostaglandins. *Microvasc Res* 2003, vol.65, pp. 160-171.
9. Wilmore J.H., Costill D.L. *Physiology of sport and exercise*. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 2004, 726 p.
10. Astratenkova I. V. Polimorfizm gena endotelial'noj no-sintazy i fizicheskaia aktivnost' [Polymorphism of gene of endothelial n-synthase and physical activity]. *Geneticheskie, psikhofizicheskie i pedagogicheskie tekhnologii podgotovki sportsmenov* [Genetic, psychophysical and pedagogical technologies of preparation of sportsmen], Saint Petersburg, 2006, pp. 62-83.
11. Tsukada T. Yokoyama K., Arai T. Evidence of association of the eNOS gene polymorphism with plasma NO metabolite levels in humans. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 1998, vol.245(1), pp. 190-193.

Information about the authors:

Syshko D.V.
syshko@list.ru

Tavricheskiy National University
Student str. 13, Simferopol', 97000, Ukraine.

Savina K.D.
syshko@list.ru

Tavricheskiy National University
Student str. 13, Simferopol', 97000, Ukraine.

Krovykov V.F.
syshko@list.ru

Tavricheskiy National University
Student str. 13, Simferopol', 97000, Ukraine.

Came to edition 24.05.2012.